

Занятие № 15 «Технологии построения телекоммуникационных сетей»

Сетевые технологии, описываемые классической многоуровневой архитектурой протоколов, не имеют параметров расстояния и в общем случае позволяют строить сети, неограниченные по дальности. Не оговаривается также различное количество абонентских систем (АС) и прикладных процессов в сети.

Однако реальные технологии все-таки ориентируются на конкретное применение для соединения определенного максимального количества абонентских систем на определенных предельных дальностях. Это находит свое отражение в размерах адресных полей ПБД и в интерфейсах физического уровня с физической средой передачи.

Повышенные требования к максимальному количеству адресуемых элементов сети несложно удовлетворить, пожертвовав на адресные поля ПБД несколько байт с запасом, а также используя динамическое переназначение адресных признаков, например, при использовании виртуальных каналов. А вот для решения проблемы предельной дальности еще в 1970-е гг. были предложены два первоначально совершенно разных подхода.

Первый подход предполагает, как это и должно быть согласно ЭМВОС, четкое разделение функций физической среды передачи (ниже физического уровня) и функций коммутации, распределенных по всем уровням выше физического уровня. При этом за предельную дальность отвечают внешние технологии передачи, которые предоставляют физическому уровню коммутационных технологий готовый цифровой канал. Поскольку технологии передачи еще в эпоху аналоговых каналов позволяли путем вторичной манипуляции передавать цифровую информацию на любые расстояния, описанный подход позволяет строить глобальные сети (**WAN – Wide Area Network**) с неограниченной дальностью между сетевыми элементами.

Второй подход предполагает добавление к функциям физического уровня функций формирования и обработки сигналов для передачи через конкретную физическую среду на конкретные максимальные дальности. Подобные комплексные сетевые технологии, не пользующиеся услугами специализированных внешних систем передачи, применяются для построения локальных сетей (**LAN – Local Area Network**) с ограниченной дальностью между сетевыми элементами.

В русскоязычной терминологии приведенное выше понятие «локальная сеть» часто отождествляется с понятием «локальная вычислительная сеть» (ЛВС). Если на основе LAN строятся «чисто компьютерные сети», то, действительно, можно считать, что это одно и то же. Однако если на основе LAN строятся более универсальные информационные сети, подобное отождествление искажает (сужает) сущность LAN.

Иногда встречаются и другие названия сетей связи, подчеркивающие их пространственный размах, например, **MAN (Metropolitan Area Network)** – городские сети. Однако с точки зрения описанной выше классификации используемые для построения таких сетей технологии (по способу обеспечения и величине максимальной дальности) всегда можно отнести или к LAN, или к WAN.

Еще одной важной отличительной особенностью LAN от WAN является способ разделения физической среды передачи между отдельными парами сетевых элементов при обеспечении передачи информации между ними.

Для WAN характерно использование уже поделенной (на отдельные каналы) физической среды внешними, как их часто подчеркнуто называют, **направляющими** системами передачи. При этом сеть имеет вид попарно связанных сетевых элементов

(узлов коммутации и абонентских систем) по принципу **«точка – точка»**, а соединение любой конкретной пары абонентских систем осуществляется в соответствии с протоколами маршрутизации сетевого уровня, как минимум, через один узел коммутации (а как максимум, через все).

Для LAN характерно использование, преимущественно, пассивной физической среды передачи, соединяющей не отдельные пары сетевых элементов, а все пары сразу. При этом сеть имеет вид связанных через общую физическую среду всех АС по принципу **«точка – многоточка»**, а соединение отдельных пар АС осуществляется в соответствии с дополнительными протоколами уровня звена данных, регулирующими поочередное использование общей среды передачи всеми абонентскими системами.

Принцип «точка – многоточка» означает в данном случае: «один передает – все принимают», но, если информация предназначена кому-то одному, то только он ее и воспринимает, а остальные игнорируют. Носителем адресных признаков АС источника и АС получателя в LAN являются специальные адресные поля кадров, которые не используются в WAN. Для разделения традиционных для уровня звена данных функций управления логическим каналом (**LLC – Logical Link Control**) и дополнительных функций управления доступом к физической среде (**MAC – Media Access Control**) практически все технологии построения LAN включают, как минимум, два соответствующих подуровня: LLC и MAC.

Описанная особенность технологий построения LAN связана с попыткой разработчиков упростить их до минимума и не использовать в сети никаких активных систем передачи и коммутации, кроме самих АС (компьютеров). В роли пассивной среды передачи первоначально использовался коаксиальный кабель, потом витая пара, а в более современных высокоскоростных технологиях применяется оптический кабель.

Существует два принципиально отличающихся способа организации поочередного использования общей пассивной разделяемой среды для передачи информации от различных АС:

- путем детерминированного последовательного предоставления каждой АС возможности передать очередной ПБД;

- путем случайного выбора момента времени передачи очередного ПБД каждой АС независимо друг от друга.

В первом случае исключается наложение передач от отдельных АС даже при большой нагрузке. Однако на последовательный опрос большого количества абонентов всегда тратится значительное время, даже если в сети только один абонент имеет ПБД для передачи. Для управления последовательным опросом может использоваться специальный дополнительный сетевой элемент или одна из АС. Однако чаще используется принцип эстафетной передачи между всеми АС специального блока данных – метки, разрешающей ее очередному владельцу передать очередной ПБД. АС при этом образуют физическое (путем **последовательного** физического соединения) или логическое (путем последовательной адресации) кольцо.

Во втором случае возможны наложения (столкновения) передач от отдельных АС, но они относительно быстро обнаруживаются, и через случайный интервал времени передача повторяется. При малой нагрузке от разных АС повторные столкновения маловероятны и средняя задержка передачи оказывается гораздо меньше, чем в первом случае. Однако при большой нагрузке из-за частых наложений тратится значительное время на повторные передачи. Физическое соединение всех АС во втором случае имеет вид общей шины (ОШ), т. е. **параллельного** соединения.

В табл. 1.2 также приведена краткая характеристика наиболее широко

распространенных технологий построения WAN: X.25, Frame Relay, TCP/IP, ISDN и ATM. Более подробно данные технологии будут рассмотрены на следующих занятиях.

Технологии построения ассоциативных сетей

Как правило, современные ТКС, если позволяют требования информационной безопасности, редко используются изолированно от других сетей. Даже локальные сети с ограниченной дальностью между своими внутренними сетевыми элементами, могут подключаться через специальные дополнительные сетевые элементы к другим локальным и глобальным сетям.

Образуемые в результате такого объединения сети называются **ассоциативными** (от слова «ассоциация» – в смысле «объединение»). Используются и другие названия подобных сетей: объединенные, составные и т. п.

Понятие «другие сети» по отношению к определенной рассматриваемой сети может иметь разный физический смысл, влияющий на способы объединения данных сетей с целью передачи информации между АС разных сетей. Отдельные объединяемые сети принято называть **«автономными»** сетями.

Поскольку простейшая автономная сеть включает, как минимум, две АС, в принципе любые сети, объединяющие более двух пар абонентов, могут быть названы ассоциативными. При этом любые ассоциативные сети могут выступать в роли автономных сетей при дальнейшем объединении с другими автономными и ассоциативными сетями в новую ассоциативную сеть более высокого порядка.

Из вышесказанного следует, что объединение двух автономных сетей в одну ассоциативную предполагает образование нового дополнительного адресного пространства или использование адресного пространства одной из объединяемых автономных сетей.

Итак, будем считать, что АС объединяемых автономных сетей «различают» друг друга, «понимают» и «допускают» взаимный обмен информацией. Как же им его реализовать, находясь в разных автономных сетях? Как же все-таки сделать из двух и более автономных сетей одну ассоциативную?

Очевидно, как минимум, нужен какой-то дополнительный пограничный сетевой элемент, входящий в обе (или более) объединяемые сети. Можно обобщенно называть такой сетевой элемент **«межсетевым соединителем»**. В то же время «межсетевой соединитель» объединяемых автономных сетей является одновременно «внутрисетевым соединителем» вновь образованной ассоциативной сети или автономной сети более высокого ранга. Обычно такие внутри сетевые соединители называют обобщенно **коммуникационными устройствами**.

Если объединяемые автономные сети строятся на основе технологий, предполагающих наличие внутрисетевых коммуникационных устройств, то данные устройства и могут выступать в роли пограничных межсетевых соединителей. Для глобальных сетей WAN наличие подобных коммуникационных устройств в виде тех или иных узлов коммутации является вполне естественным. А вот для простых локальных сетей LAN, включающих только абонентские системы и общую разделяемую физическую среду передачи, любое дополнительное сетевое устройство – это уже усложнение сети, на которое технологии построения LAN шли очень сдержанно, решаясь на использование дополнительных сетевых элементов с минимально необходимыми функциями для расширения сети или объединения ее с другими сетями.

Согласно ЭМВОС минимальным «функциональным интеллектом» обладает

физический уровень, а максимальным – прикладной уровень. Соответственно, существуют различные внутрисетевые и межсетевые коммуникационные устройства «понимающие» соединяемые ими другие элементы сетей на языке протоколов различных уровней: от физического до прикладного. В табл. 1.3 приведен перечень наиболее распространенных названий таких коммуникационных устройств с краткой характеристикой их назначения и с указанием принадлежности к определенным уровням ЭМВОС (рис. 1.12).

Таблица 1.3

Основные типы коммуникационных устройств

Название	Уровень ЭМВОС	Назначение
Шлюз (Gateway)	4–7	Устройство (программа) объединения разнородных сетей на пятом, шестом или седьмом (иногда и на четвертом) уровнях ЭМВОС, обеспечивающее обмен данными между сетями, работающими на различных сетевых протоколах.
Маршрутизатор (Router)	3	Устройство (программа) для соединения на сетевом уровне, как правило, разнородных сетей с различной системой адресов и параметрами пакетов. Основная функция маршрутизатора состоит в выборе маршрутов для передачи пакетов.
Коммутатор (Switch)	2 (1)	Устройство (или программа), осуществляющее выбор одного из возможных вариантов направления передачи данных. Описывается протоколами взаимодействия уровня звена данных. Фактически является мостом с количеством входов/выходов больше двух. Иногда (при внешнем управлении) относится к физическому уровню.
Мост (Bridge)	2	Служит для соединения локальных сетей или их частей (сегментов) на уровне звена данных в логически единую сеть с общими сетевыми адресами. Позволяет разгрузить общие разделяемые физические среды передачи отдельных сетей (частей сети), отделив циркулирующие в них информационные потоки от потоков, циркулирующих в других сетях (частях сети). Фактически является коммутатором с двумя входами/выходами.
Репитер (Repeater)	1	Является устройством, соединяющим две части локальной сети на физическом уровне и осуществляющим компенсацию затухания передаваемого сигнала при условии, что среда передачи до повторителя и после одна и та же.
Конвертор (Converter)	1	Представляет собой устройство для преобразования сигналов на физическом уровне при переходе из одной среды в другую (например, из коаксиального в волоконно-оптический кабель).
Концентратор (Link Builder, Hub)	1	Устройство, позволяющее объединять элементы сети в группы перед общим подключением к моноканалу (общей шине или кольцу). Часто совмещается с репитером для усиления сигналов.

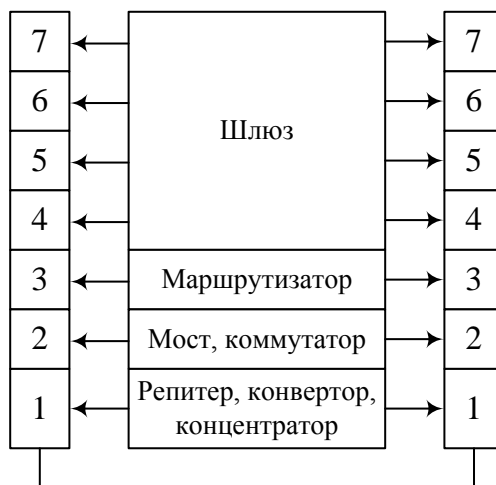


Рис. 1.12. Соответствие коммуникационных устройств уровням ЭМВОС

Если объединяемые сети построены на разных технологиях, то пограничное коммуникационное устройство должно «понимать», как минимум, протоколы верхнего уровня данных сетей и должно соответствовать этому уровню. Например, для соединения локальных сетей Ethernet и Token Ring, нужен, как минимум, мост (коммутатор), но никак не репитер. Для соединения любых локальных сетей с глобальными нужен, как минимум, маршрутизатор. Однако следует отметить, что существует встречная тенденция упрощения глобальных сетей, построенных на основе виртуальных каналов (например, Frame Relay, ATM), приближающая функции маршрутизаторов к функциям коммутаторов.