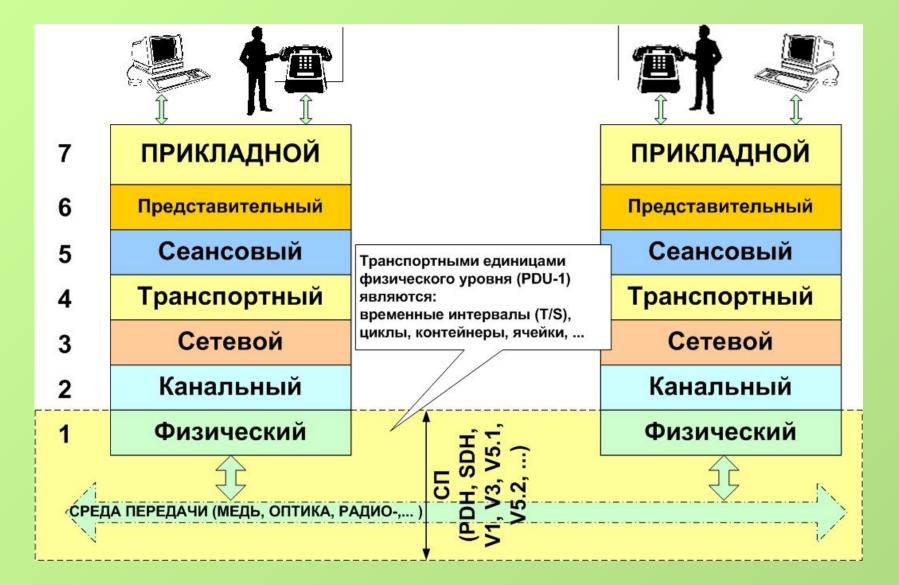
OSI-ISO SMBOC

Костюкович А.Е.



Физический уровень

- Физический уровень является уровнем адаптации модели ЭМВОС к среде передачи и обеспечивает:
- <u>Механические</u> (тип, конструкция, материал разъемов, распайка контактов разъемов, количество контактов и т.п.),
- <u>Электрические</u> (усиление, поддержка уровней передачи и затухания, поддержка АЧХ-ФЧХ-ГВЗ, поддержка SNR, поддержка необходимых импедансов и т.п.),
- <u>Процедурные</u> (тактовая и цикловая синхронизация, линейное кодирование, модуляция, мультиплексирования физического уровня (статическое), концентрация, переключение физических каналов (коммутация), обеспечение дуплекса по двухпроводной линии, обнаружение и исправление ошибок CRC, скремблирование, перемежение, функции OAM физич. уровня)
- средства для активизации, поддержки и деактивизации соединений физического уровня, предназначенных для побитовой передачи между объектами канального уровня.
- Соединение физического уровня может проходить через промежуточные открытые системы, каждая из которых осуществляет ретрансляцию битового потока средствами физического уровня.

1. Качество услуг Физического уровня

Качество услуг PhC зависит от <u>физической среды</u>, и <u>от протокола физического уровня</u>, используемого для обеспечения услуг Физического уровня. Это может быть охарактеризовано посредством следующих показателей:

- 1.1 доступности услуг;
- 1.2 вероятности ошибки;
- 1.3 пропускной способности;
- 1.4 транзитной задержки;
- 1.5 защиты физического уровня (НСД).

1.1 Доступность услуг физического уровня.

- а) Организация доступа к среде передачи (способы разделения среды передачи)
- TDMA, FDMA, (D, C, H) WDM, CDMA, CSMA
- b) Что касается доступности абонента по физической линии к услугам оператора, то есть норматив на нагрузку от одного абонента, который закладывается в расчет ресурсов межстанционных интерфейсов и при соблюдении абонентом исходящей нагрузки — эксплуатационные показатели доступности (КЗО, КПЗО) совпадают с расчетными. Вся проблема в ТфОП — в том, что не существует четко регламентированных соглашений между оператором и абонентом (т.н. SLA), в которых бы прописывались эти показатели и нормы.

1.2 Вероятность (Интенсивность, частость) ошибки - ВЕК

• Вероятность Ошибки определена как отношение количества измененных, потерянных, и добавленных информационных бит к общему количеству информационных бит, переданных через PhS границы в течение периода измерения.

1.3 Пропускная способность (Производительность)

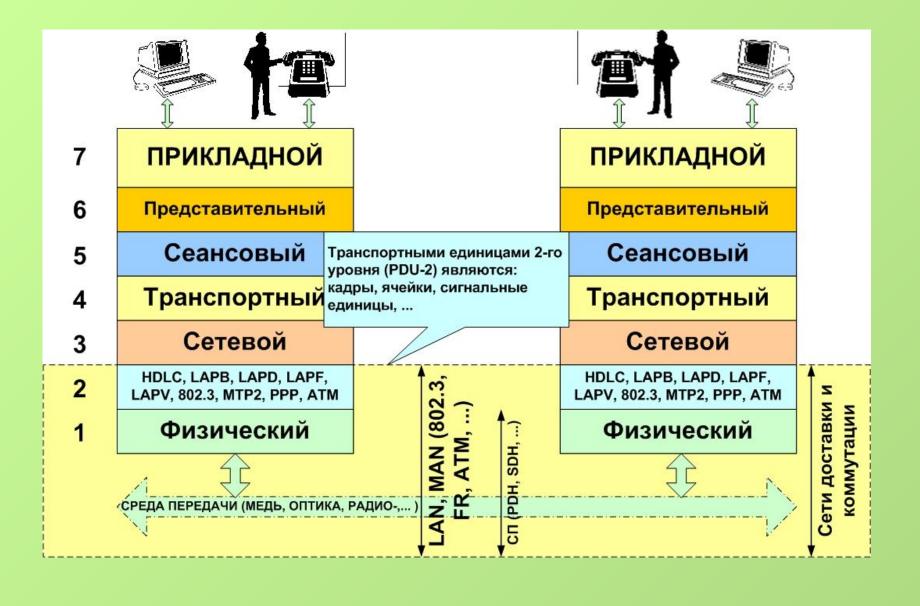
- Пропускная способность определена как отношение общего количества битов, успешно переданных в
 последовательности Ph_SDUs к времени, необходимому на передачу этой последовательности
 Ph_SDUs.
- <u>SDU</u> сервисный блок данных, например, цикл 125 мкс (32 в/и) в интерфейсе Е1.

1.4 Транзитная задержка

- Транзитная задержка определена как время, затраченное между представлением Ph_SDU от исходящей Ph_SAP и его приемом в Ph_SAP назначения.
- <u>SAP</u> точка доступа к услугам (в данном случае к услугам физич. уровня).

1.5 Защита. Требует для дальнейшего изучения.

 Пока не разработаны показатели даже для ТфОП, но жизнь заставляет оператора разрешать какимлибо способом вопросы защиты, например вопросы НСД к абонентской линии – в основном через суды.



Уровень звена данных (канальный)

- Уровень звена данных обеспечивает функциональные и процедурные средства для установления, поддержания и разъединения соединений уровня звена данных между логическими объектами сетевого уровня и для передачи служебных блоков данных этого уровня.
- Соединение уровня звена данных строится на основе одного или нескольких соединений физического уровня.
- Уровень звена данных обнаруживает и по возможности исправляет ошибки, которые могут возникнут физическом уровне.
- Кроме того, уровень звена данных обеспечивает для сетевого уровня возможность управлять подключением каналов данных на физическом уровне.

На уровне звена данных выполняются следующие функции:

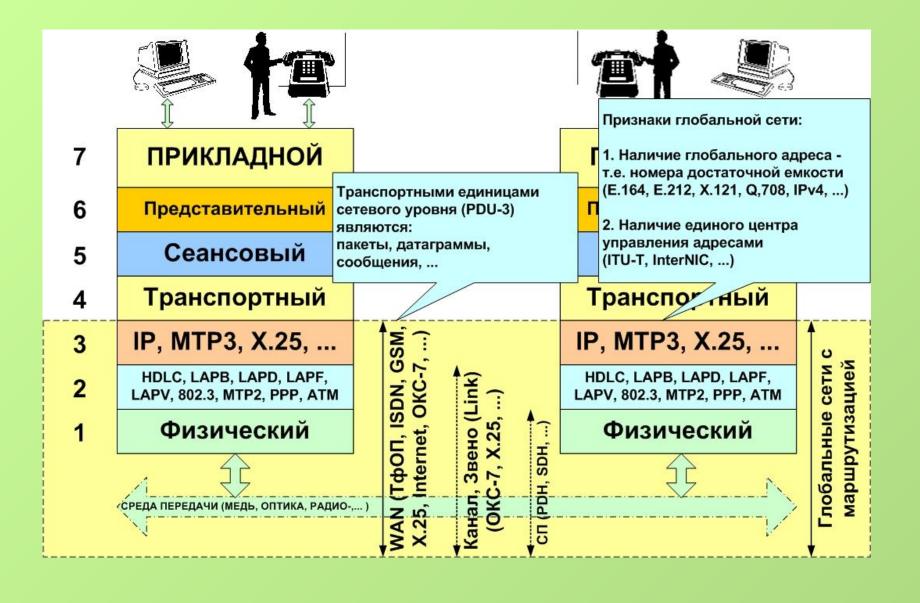
- 1. обнаружение ошибок;
- 2. восстановление при ошибках;
- 3. разграничение и синхронизация;
- 4. упорядочение блоков данных канального уровня;
- 5. установление и разрушение соединения канального уровня;
- 6. обработка служебных блоков данных канального уровня;
- 7. управление потоком данных;
- 8. управление переключением каналов данных (коммутация);
- 9. административное управление канальным уровнем (ОАМ).

Качество услуг Канального уровня (с установлением соединения)

1. Показатели качества 2-го уровня, связанные с пропуском трафика

Показатели качества пропуска трафика	
Скорость	Точность/Надежность
Пропускная способность - гарантируется при заключении SLA. В ТфОП – 64 кбит/с В СПС 2G (GSM) – 13 кбит/с В N-ISDN – до 128 кбит/с (BRI) В АТМ – любая скорость (например, от 8 кбит/с до 155 Мбит/с)	Остаточная вероятность ошибки (после процедур исправления на 2-м уровне) реализуется протоколами второго уровня, в основном – помехоустойчивая передача информации за счет использования соответствующих кодов.
<u>Транзитная задержка</u> - В СПД (например ATM) гарантируется при заключении SLA. В ТфОП – самая минимальная, незаметная для любых приложений (поэтому отсутствует не только этот показатель, но и нормативы)	Восстановление соединения реализовано не во всех сетях. В ТфОП – за счет повторного набора номера самим абонентом. В АТМ – автоматически.

- 2. Показатели качества не связанные с пропуском трафика
 - 1. <u>ЗАЩИТА</u> вопросы безопасности информации разработаны в основном для локальных корпоративных сетей. На втором уровне наиболее развиты за счет применения протоколов VPN-ВЧС (виртуальных частных сетей). Наиболее надежную защиту предоставляют протоколы сети ATM за счет организации виртуальных каналов. Для сетей общего пользования пока нет нормативов на показатели качества защиты информации или канала.
 - 1. В ТфОП протоколы второго уровня работают только во время установления и разрушения соединения (сигнальные протоколы), но нормативов на показатели качества нет. Передача информации в ТфОП обеспечивается только протоколами физического уровня.
 - 2. <u>ПРИОРИТЕТ</u> реализуется во многих СПД за счет протоколов 2-го уровня. При этом наивысший приоритет всегда отдается служебным приложениям (например, протоколам сигнализации и управления). Среди пользовательских приложений приоритет активно стал использоваться только с развитием мультисервисных сетей. Например, в сети АТМ наивысшим приоритетом второго уровня пользуются (после служебных ячеек) ячейки, перевозящие информацию реального времени (от речевых и видео-приложений).



Сетевой уровень

Сетевой уровень выполняет следующие функции:

- 1. маршрутизация и ретрансляция;
- 2. установление и разрушение соединений сетевого уровня;
- 3. мультиплексирование соединения сетевого уровня;
- 4. обнаружение ошибок;
- 5. восстановление при ошибках;
- упорядочение блоков данных;
- 7. управление потоком данных;
- 8. передача срочных служебных данных;
- 9. административное управление сетевым уровнем.

Мультиплексирование

Каждый нижележащий уровень OSI может предоставлять услуги нескольким протоколам вышележащего уровня (мультиплексирование).

При этом присутствие конкретного протокола вышележащего уровня в информационном поле нижележащего уровня отмечается в специальном поле нижележащего уровня – SAPI – идентификаторе точки доступа к услугам нижележащего уровня.

В зависимости от стека протоколов и уровня этот идентификатор может называться по-разному, но функция его – указывать на то, какой из протоколов верхнего уровня загрузил свою информацию в информационное поле нижележащего уровня.

В стеке IP – поля SAPI носят название – Protocol, Port.

В стеке CCS-7 – SI, в стеке DSS1 – SAPI, Protocol Discriminator В стеке ATM – PTI и т.п.

Алгоритмы выбора маршрутов

Алгоритмы могут классифицироваться различным образом:

- 1. Например, они могут классифицироваться по тому, устанавливаются ли пути централизованно или децентрализовано, причем каждый узел выполняет предписанный ему алгоритм выбора маршрута.
- 2. Они могут классифицироваться по свойствам адаптации:
 - 1. например, является ли алгоритм <u>статическим</u>, и выбор пути изменяется только в ответ на структурные изменения в сети (добавление или выход из строя узла/линии)?
 - 2. Может ли он адаптироваться, хотя бы медленно, к изменениям нагрузки в сети квазистатические алгоритмы?
 - 3. Или же он предусматривает динамическую реакцию на нагрузку, измеряемую в сети?
- 3. Большинство алгоритмов основано на учете меры «стоимости», приписываемой каждой линии (или каждому узлу) в сети.
 - 1. «Стоимость» может быть величиной фиксированной и определяться такими параметрами, как:
 - 1. длина линии,
 - 2. скорость передачи
 - 3. ширина полосы (пропускная способность),
 - 4. безопасность.
 - 5. оцениваемая задержка при передаче сигнала,
 - 6. или к некоторое сочетание таких параметров.
 - 2. Стоимость может отражать:
 - 1. среднюю нагрузку, ожидаемую в заданный час заданного дня,
 - 2. она может включать измеренные оценки нагрузки линии,
 - 3. занятость накопителей,
 - 4. характеристики ошибок в линии, и т. д.

Алгоритмы выбора маршрутов

- 4. Классификация может строиться в зависимости от количества информации, используемой при применении алгоритма, и того, как часто эта информация меняется.
- 5. Алгоритмы можно классифицировать на основе объективных характеристик. Наиболее часто обсуждаются два класса алгоритмов:
 - Первый класс, обычно называемый классом алгоритмов кратчайшего пути, обеспечивает для заданной пары источник-получатель выбор пути наименьшей стоимости, причем стоимость пути определяется как линейная сумма стоимостей каждого участка данного пути. В этот класс входят динамические алгоритмы, при которых отношение «стоимость/участок» может фактически представлять оценку времени задержки на участке, а также квази-адаптивные алгоритмы, при которых стоимость изменяется при изменении в линии условий появления ошибок или средней нагрузки. В большинстве действующих сетей, а также в сетевых архитектурах, подробно описывающих сетевой уровень, и той или иной форме применяются алгоритмы кратчайшего пути.
 - Второй класс алгоритмов обеспечивает выбор маршрутов, минимизирующих среднюю задержку в целом по сети на основании оценки средней нагрузки, поступающей в сеть между разными парами «источник-получатель». Применение такой характеристики обычно приводит к многообразию маршрутов для пакетов, передаваемых между заданной парой источник-получатель. Поэтому метод выбора маршрутов, основанный на рассматриваемой характеристике, может быть назван альтернативной процедурой выбора маршрутов. Такая процедура не нашла применения в сетях или сетевых архитектурах, хотя время от времени появляются предложения о ее возможных применениях.

Качество услуг Сетевого уровня

Отражают работу сети в целом, а не только отдельных звеньев и каналов

1. Показатели качества 3-го уровня, связанные с пропуском трафика (Performance criterion)

Показатели качества пропуска трафика		
Скорость	Точность/Надежность	
Задержка Устан. соединения	Вероятность отказа в устан. соединения	
Пропускная способность	Остаточная вероятность ошибки	
<u>Транзитная задержка</u> - В СПД (например ATM) гарантируется при заключении SLA.	Восстановление соединения	
В ТфОП – самая минимальная, незаметная для любых приложений (поэтому отсутствует не только этот показатель, но и нормативы)	Вероятность отказа в передаче	
Задержка в разрушении соединения	Вероятность отказа в разрушении соединения	

- 2. Показатели качества не связанные с пропуском трафика
 - ЗАЩИТА Соединения сетевого уровня (NC)
 - Приоритет Соединения сетевого уровня
 - Максимально приемлемая стоимость (Стоимость может быть определена в абсолютных или относительных единицах). Стоимость NC включает сетевые ресурсы и ресурсы оконечной системы.



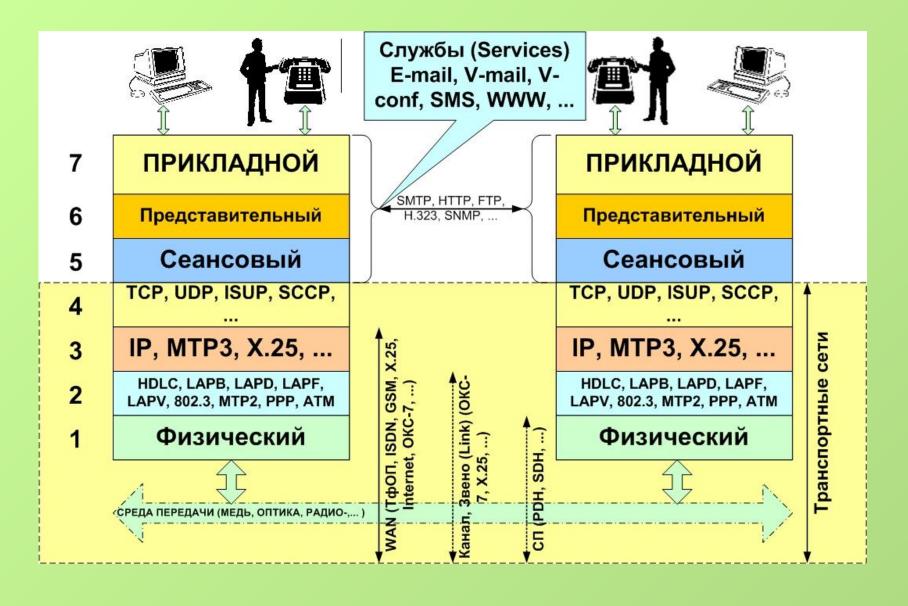
Транспортный уровень

Качество услуг при предоставлении соединения транспортного уровня зависит от класса обслуживания, запрашиваемого логическим объектом сеансового уровня при установлении соединения транспортного уровня.

Выбранное качество услуг поддерживается в течение всей длительности существования соединения транспортного уровня. В случае возникновения какой либо неисправности, вызывающей потерю выбранного качества услуг данного соединения, логическому объекту сеансового уровня выдается сообщение.

Перечень функций транспортного уровня может включать:

- 1. преобразование адреса транспортного уровня в адрес сетевого уровня;
- 2. сегментирование, объединение и сцепление;
- 3. обнаружение ошибок и необходимый контроль за качеством услуг;
- 4. упорядочение блоков данных по отдельным соединениям;
- 5. мультиплексирование соединений транспортного уровня в соединения сетевого уровня;
- 6. установление и разъединение соединений транспортного уровня;
- 7. управление потоком данных по отдельным соединениям;
- 8. восстановление после ошибок;
- 9. супервизорные функции;
- 0. передача срочных служебных блоков данных транспортного уровня.



Уровни сервиса

Сеансовым уровнем предоставляются следующие услуги:

- 1. установление и разрушение соединения сеансового уровням
- 2. обмен нормальными данными;
- 3. карантинная услуга;
- 4. обмен срочными данными;
- 5. синхронизация соединения сеансового уровня;

На <u>уровне представления</u> выполняются следующие услуги:

- 1. запрос на установление сеанса;
- 2. передача данных;
- 3. соглашение по выбору и повторному выбору синтаксиса;
- 4. преобразование синтаксиса, включая преобразование данных, форматирование и специальные функции преобразования (например, сжатие);
- 5. запрос на завершение сеанса.

Прикладной уровень

Прикладной уровень является верхним уровнем в ЭМВОС и обеспечивает прикладным процессам средства доступа к функциональной среде ВОС. Он является единственным средством доступа прикладных процессов к функциональной среде ВОС.

Все задаваемые параметры прикладного процесса для конкретных сеансов обмена данными в среде ВОС становятся известны всей среде ВОС (и, тем самым, механизмам, реализующим эту среду) с помощью прикладного уровня.

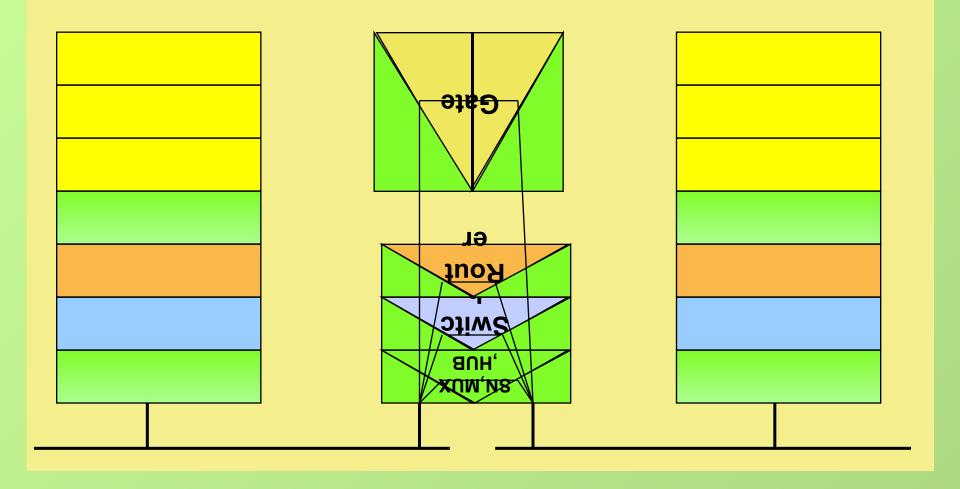
Услуги, оказываемые прикладным уровнем

Кроме передачи информации может предоставляться следующий набор услуг, который не является исчерпывающим:

- 1. идентификация заданных партнеров по обмену (например, по имени, адресу, определенному описанию, обобщенному описанию);
- 2. определение доступности в данный момент заданных партнеров по обмену;
- 3. установление прав на участие в обмене;
- 4. соглашение о выборе механизмов защиты информации;
- 5. аутентификация заданных партнеров по обмену;
- 6. определение методики распределения затрат;
- 7. определение достаточного объема необходимых ресурсов;
- 8. определение приемлемого качества услуг (например, время ответа, допустимая частота ошибок, стоимость относительно упомянутых факторов);
- 9. синхронизация взаимодействующих прикладных процессов;
- 0. выбор режима диалога, включая процедуры инициации и завершения;
- 1. соглашение об ответственности за восстановление при ошибках;
- 2. соглашение о процедурах управления целостностью данных;
- 3. перечень ограничений, налагаемых на синтаксис данных (наборы знаков, структура данных).

IWF – Функции взаимодействия

MUX, Switch, Router, Gateway



IWF – Функции взаимодействия

Построение сложных сетей только на основе Hub и коммутаторов имеет существенные недостатки.

- Во-первых, в топологии сети должны отсутствовать петли. Коммутатор может решать задачу доставки пакета
 адресату только тогда, когда между отправителем и получателем существует единственный путь. В то же время
 наличие избыточных связей, которые и образуют петли, часто необходимо для лучшей балансировки нагрузки, а
 также для повышения надежности сети за счет образования резервных путей.
- Во-вторых, логические сегменты сети, расположенные между коммутаторами, слабо изолированы друг от друга, и не защищены от так широковещательных атак. Если какая-либо станция посылает широковещательное сообщение, то это сообщение передается всем станциям всех логических сегментов сети. Защита от широковещательных атак в сетях, построенных на основе коммутаторов, имеет количественный, а не качественный характер: администратор просто ограничивает количество широковещательных пакетов, которое разрешается генерировать некоторому узлу в единицу времени. Использование механизма VPN, реализованного во многих коммутаторах, хотя и позволяет достаточно гибко создавать изолированные по трафику группы станций, но при этом изолирует их полностью, так что узлы одной виртуальной сети не могут взаимодействовать с узлами другой виртуальной сети.
- В-третьих, в сетях, построенных на основе коммутаторов, достаточно сложно решается задача управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете. В таких сетях это возможно только с помощью пользовательских фильтров, для задания которых администратору приходится иметь дело с двоичным представлением содержимого пакетов.
- В-четвертых, реализация транспортной сети только средствами физического и канального уровней, к которым относятся Hub и коммутаторы, приводит к недостаточно гибкой, одноуровневой системе адресации: в качестве адреса назначения используется МАС адрес, жестко связанный с сетевым адаптером.
- Наконец, возможностью трансляции протоколов канального уровня обладают далеко не все типы коммутаторов, к тому же эти возможности ограничены. В частности, в объединяемых сетях должны совпадать максимально допустимые размеры полей данных в кадрах, так как коммутаторами не поддерживается функция фрагментации кадров. Наличие серьезных ограничений у протоколов канального уровня показывает, что построение на основе средств этого уровня больших неоднородных сетей является весьма проблематичным.

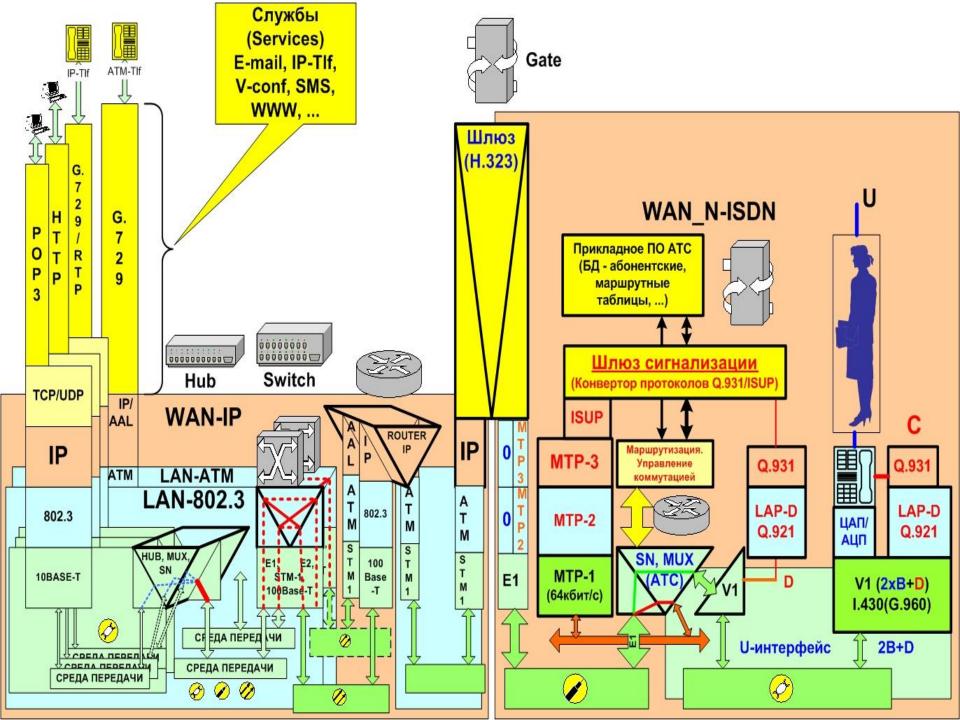
Естественное решение в этих случаях - это привлечение средств более высокого, сетевого уровня.

Сетевое оборудование

- Протоколы сетевого уровня позволяют соединить несколько сегментов через повторители, мосты, коммутаторы и маршрутизаторы.
- **Повторитель (HUB)** усиливает сигналы для передачи по среде на расстояние более 100 м. Он работает на физическом уровне стека протоколов, не требует программного обеспечения и представляет собой обычно автономное устройство, не дающее непроизводительных издержек при передаче данных. Компьютеры, связанные повторителем считаются принадлежащими одному сегменту. Количество компьютеров в сегменте (коллизионном домене) для технологии Ethernet не должно превышать 50.
- **Mocm** (**Bridge**) это устройство уровня связи данных, объединяющее две или более сети с одной или разной топологией. Обычно это компьютер с несколькими сетевыми платами, к каждой из которых подсоединен свой сегмент ЛВС. Основной задачей моста служит обеспечение прозрачной связи между абонентами различных сетей, то есть трансляция и фильтрация МАС-кадров. Происходит это с помощью преобразования протоколов уровня МАС с адресами целевой рабочей станции. Трафик между локальными сетями не фильтруется, поэтому при сильном трафике возможны некоторые потери в производительности. Подключение к мостам происходит через порты.
- При передаче информационных кадров мост считается неадресуемым, но при изменении активной конфигурации мосты обмениваются управляющими кадрами и в качестве адреса получателя в каждом мосту выделяется адрес одного-единственного порта, который считается управляющим.
- В настоящее время многие функции мостов реализуются маршрутизаторами, которые предлагают дополнительные средства функции маршрутизации.
- В последние несколько лет цены на маршрутизаторы неуклонно снижаются, и это делает их лучшим вариантом объединения ЛВС. Основной функцией любого моста является ограничение потока данных между сегментами сети, поэтому так важно правильно размещать их. Для этого используется правило 80/20, в соответствии с которым не менее 80 % трафика данных должны быть локальными, не более 20 % внешними. Если указанное соотношение не выполняется, то использование мостов становится неэффективным.
- Если в существующей конфигурации сети невозможно удовлетворить требованию 80/20, то следует перенести часть системы из одного сегмента в другой.

Сетевое оборудование

- Коммутаторы (коммутирующие концентраторы, switches) сочетают в себе функции многопортового повторителя и высокоскоростного моста. Их упрощенной «неинтеллектуальной» версией исполнения являются концентраторы (хабы), которые просто на физическом уровне соединяют сегменты сети «звездой» и рассылают все пакеты на все порты. Коммутатор (свич), работая как на канальном, так и на сетевом уровне, же создает таблицу МАС-адресов всех устройств, подключенных к его портам, и использует ее для передачи пакетов только в требуемый порт. Наибольшее распространение получили свичи с пропускной способностью 100 Мбит/с. Иногда встречаются коммутаторы, имеющие порты обоих типов. Производятся коммутаторы, работающие с разными МАС-протоколами, например Ethernet и FDDI.
- Маршрутизатор требует более высокого уровня протоколов архитектуры связи, чем мост или коммутатор. Он связывает сегменты сети через сетевой уровень. Например, инструкции по маршрутизации пакетов содержатся в сетевом уровне IP. Маршрутизатор отличается от моста тем, что он может считывать адрес рабочей станции и адрес ЛВС в пакете. Благодаря этому маршрутизатор может фильтровать пакеты и перенаправляет их по наилучшему возможному маршруту, который определяет по таблице маршрутизации.
- Протоколы маршрутизации определяют метод, с помощью которого маршрутизаторы могут взаимодействовать друг с другом, совместно использовать информацию о сети. Эти протоколы могут выполняться в маршрутизаторах для построения таблиц маршрутизации или обмена информацией о маршрутизации с другим маршрутизатором. Со временем таблицы маршрутизации маршрутизирующих устройств будут содержать примерно одну и ту же информацию. Два основных протокола маршрутизации в TCP/IP – это RIP и OSPF.
- *Шлюзы* обычно работают на самом высоком уровне стека протоколов и обеспечивают взаимодействие систем и сетей, которые используют несовместимые протоколы. Примерами межсистемных продуктов являются пакет электронной почты. Они позволяют обмениваться почтовыми файлами пользователей на самых различных системах.
- Это примерно тот набор элементов, которым приходится оперировать, чтобы создать самую простейшую сеть.



FIN

СПАСИБО за ВНИМАНИЕ

