**Модернизация Интернета - путь увеличения**

**числа пользователей IPv4 в 1000 раз**

Сергей Закурдаев,

независимый эксперт

В настоящее время Интернет признана основным информационным ресурсом при переходе к Информационному обществу, все пользователи которого (потенциально это почти все жители Земли) должны будет иметь, независимо от места жительства, возможность связи с любым другим пользователем, и также осуществить доступ ко всем общественным информационным ресурсам.

Число пользователей Интернет ограничено, прежде всего, длиной IP-адреса (32 бит), а также наличием различных сетей: 126 сетей Класса А по 16 777 124 IP-адреса, 16 382 сетей Класса В по 65534 IP-адреса и 2097150 сетей Класса С по 512 IP-адресов,

При этом 76% IP-адресов используются в США (данные 2006г.) и часто не вполне эффективно, т.к. многие крупные компании США являются владельцами сетей Класса А и, естественно, не могут использовать IP-адреса в полном объеме. (По оценке экспертов число доступных IP-адресов может быть исчерпано уже в 2011г.).

В настоящее время число жителей Земли превышает 6 млрд., вследствие этого функционирование Информационного общества в будущем на базе Интернет будет затруднено, поэтому уже много лет стоит вопрос о его модернизации.

При этом основным условием модернизации Интернета, с целью сохранения вложенных многомиллиардных инвестиций, должно быть требование сохранения его инфраструктуры, - опорной сети (backbone), состоящей из множества маршрутизаторов, связанных между собой каналами связи и функционирующих по протоколам маршрутизации на базе стека протоколов TCP/IP.

Это возможно сделать с учетом того, что в абонентских сетях Ethernet используется двухступенчатая система адресации: это выделенный данному пользователю сетевой IP-адрес (32 бит), связанный с местом нахождения его компьютера в сети, который временно связывается с физическим МАС-адресом (48 бит) сетевой карты (NIC) абонентской компьютера сети Ethernet, что отражается в ARP-таблицах, создающихся на базе протокола ARP (Address Resolution Protocol) и находящихся в каждом узловом компьютере Интернет.

Отсюда видно, что существует потенциальная возможностью увеличения числа пользователей Интернет путем использования адресации компьютеров в сети Ethernet только на физическом уровне а для маршрутизации в Интернет использовать один (групповой) IP-адрес, который будет предоставлен каждой Локальной Сети Нового Поколения (ЛСНП).

При этом сети всех Классов (А,В и С) Интернета также могут стать **опорными сетями**, в которых будут реализованы все существующие протоколы маршрутизации для объединения всех ЛСНП (рис.1).

Современные локальные сети уже осуществили переход к полностью коммутируемым сетям на базе коммутаторов (что полностью исключило коллизии) и были организованы для работе по схеме «клиент-сервер», однако, сама структура сети все еще не была оптимизирована для данной работы и требовало применения процедур управления потоком (стандарт 802.3х).

В процессе создания Локальных Сетей Нового Поколения (ЛСНП) будет осуществлен переход к оптимальному варианту организации сети по схеме «клиент – сервер», когда каждому пользователю может быть предоставлен выделенный дуплексный канал Ethernet с выбором скорости передачи 1/10/100Мбит/с для связи с сервером (кластером серверов-лезвий) в зависимости от типа реализуемых Информационных технологий (IT) в данной сети.

При этом могут быть организованы два режима работы:

- режим «клиент-сервер» для реализации информационных технологий (ИТ), соответствующих назначению данной локальной сети, в т.ч. реализации режима «видео по требованию», а также широкополосный доступ в Интернет,

- режим «клиент-сервер-клиент» для организации различных типов связей между клиентами данной сети, в т.ч. видеосвязь между двумя пользователями, видеоконференцсвязь между выделенным кругом пользователей и видеовещание для всех пользователей.

Эти новые возможности могут быть достигнуты путем использования нового класса устройств - семейства **коммутирующих мультиплексоров (**патент РФ №2159511, 1999г.), каждый из которых позволяет, с одной стороны, мультиплексировать кадры Ethernet, поступающих к серверу по 10 дуплексным каналам со скоростью СМбит/с, в один дуплексный канал со скоростью передачи 10СМбит/с (где С = 1, 10, 100), а с другой стороны – коммутировать (ретранслировать) в 10 выходных каналов кадры Ethernet, поступающие по одному каналу от сервера, по их иерархическим МАС – адресам.

Все абоненты ЛСНП с помощью Сервера смогут реализовать все виды информационных технологий, а также обеспечить информационное взаимодействие друг с другом и защищенный доступ в Интернет для реализации технологий VoIP и IPTV.

Масштабирование ЛСНП на 10/100/1000 абонентов достигается ее 3-х уровневой иерархической структурой: 10 абонентских компьютеров соединяются с одним коммутирующим мультиплексором 1-го уровня (КМ1), далее 10 КМ1 соединяются с одним коммутирующим мультиплексором 2-го уровня (КМ2), а 10 КМ2 - с одним коммутирующим мультиплексором 3-го уровня (КМ3), который, в свою очередь, соединяется с Сервером.

При этом используется МАС-адрес иерархической структуры: локальная часть (12 бит), состоящая из 3-х ступеней – тетрад (по 4 бит каждая), привязана к местоположению абонентов в сети, а единая для всех адресов глобальная часть (46 бит) не обрабатывается в локальной сети.

В существующих коммутаторах, по каждому порту организуются динамические таблицы МАС-адресов присоединяемых абонентских компьютеров, а ретрансляция кадров в один из выходных портов осуществляется с помощью микропроцессоров, специального ПО и заказных микросхем (ASIC) по анализу МАС-адреса назначения принятого кадра и таблиц МАС-адресов.

В **коммутирующих мультиплексорах** (Рис.2)вышеперечисленные компоненты и таблицы МАС-адресов отсутствуют, а ретрансляция кадров из входного порта производится в один из 10 выходных портов, номер которого определяется путем декодирования 4-х разрядного кода соответствующей тетрады локальной части МАС-адреса назначения принятого кадра (для КМ1 – значением первой тетрады, для КМ2 – второй тетрады, для КМ3 – третий тетрады), при этом мультиплексирование кадров восходящего (к Серверу) потока реализуются по дисциплине «Первым пришел - первым вышел» (FIFO), - и все эти процессы организуется помощью одной Интегральной Схемы с Программируемой Логикой - ПЛИС (FPGA).

Все это позволяет реализовать работу **коммутирующих мультиплексоров** по схеме «Plug and Play» (Включил – и Заработало), что резко удешевляет и упрощает их работу, а само их производство может быть организовано в России в течение года.. (Подробности в статье: «Построение Локальных Сетей Нового Поколения в школах – первый шаг на пути к Информационному обществу», опубликована 19.03.2008г. на сайте www.school-sector.relarn.ru).

Организация работы в ЛСНП только по схеме «клиент – сервер» позволит использовать в сети абонентское оборудование в виде «тонких клиентов», которые кроме снижения самой стоимости ПК (за счет отсутствия жестких дисков) дополнительно обеспечит:

- высокий уровень информационной безопасности с использованием дополнительных средств аутентификации (эл. жетонов, смарт-карт), что позволит быстро начать работу на любом рабочем месте,

- уменьшение расходов на администрирование системы (все настройки осуществляются на одном рабочем месте),

- расходование значительно меньше эл. энергии, отсутствие шума, не всасывает пыль (отсутствие вентиляторов), при этом уже разработан одноплатный ПК, совмещенный с обычной клавиатурой.

Переход к ЛСНП может быть осуществлен также и путем модернизации существующих локальных сетей: при этом существующие коммутаторы должны быть заменены системой **коммутирующих мультиплексоров**, а сетевые интерфейсные карты (NIC) каждого ПК должны быть переведены в дуплексный режим работы и на каждой из них должен быть установлен ее новый иерархический МАС-адрес с помощью специальной системы команд (что уже делается при построение некоторых существующих сетей).

Для работы в модернизированной Интернет новый (рис. 3) иерархический гибридный МАС-адрес (48 бит) абонентских компьютеров будет состоять из трех частей: локальной части (12 бит), глобальной части– IP-адрес Сервера (32 бит) и служебной части (4бита).

Жесткая привязка выделенного IP-адреса Сервера к конкретному МАС-адресу компьютеров ЛСНП позволит исключить применение протокола ARP при подключению к Интернету, что, естественно, повысит эффективность доступа.

Подключение пользователей ЛСНП к Интернету будет обеспечиваться через Сервер, который будет связан с одним или двумя (для надежности) маршрутизаторами Интернета.

Существующие маршрутизаторы обеспечивают выполнение **двух** параллельных процессов: один - для подготовки маршрутных таблиц, который осуществляется с помощью протоколов маршрутизации, а второй – для переадресации IP-дейтаграмм с входного порта на выходной на основе информации этих таблиц,- с формированием нового кадра, на базе используемого в Интернет протокола PPP (Point-to-Point Protocol).

В модернизированной Интернет каждый маршрутизатор должен будет дополнительно реализовать **третий** параллельный процесс, - **ретрансляцию кадров Ethernet** c входного порта на выходной на основе маршрутных таблиц и IP-адреса, который находится в глобальной части гибридного МАС-адреса назначения в кадре Ethernet.

Таким образом, будет осуществлена передача кадра Ethernet (без изменений) через всю сеть Интернет от Сервера-отправителя одной ЛСНП до Сервера-получателя другой ЛСНП и, в конечном счете, до компьютера пользователя-адресата.

Фактически, предлагается весь существующий Интернет постепенно превратить (без его остановки) в опорную сеть, которая позволит увеличить число пользователей IPv4 в 1000 раз.

BACKBONE

A

B

C

ЛСНП

ЛСНП

ЛСНП

Рис.1.

ПЛИС

БЗУ

БЗУ

Кр

ГКр

Упр.

Упр.

Ethernet 10СМбит/с

Ethernet CМбит/с

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Рис.2. Кр – контроллер, ГКр – групповой контроллер, БЗУ – буферное ЗУ, (С = 1,10,100).

1 4 8 12 IP-адрес Сервера 44 48

Рис. 3.