

Совместная работа стека протоколов Еб с другими сетевыми технологиями

Воробиенко П.П., Гуляев К.Д., Зайцев Д.А.

1. Введение

Основной мотивацией для разработки нового стека протоколов еб [1,2] явилось:

- доминирование технологии Ethernet на канальном и физическом уровнях;
- доминирование приложений TCP/IP (HTTP, SMTP, VoIP и других).

Технология еб решает следующие проблемы современных телекоммуникаций:

- ограниченный размер сетей Ethernet (из-за плоских адресов и роста адресных таблиц);
- нехватка IP адресов (из-за недостаточной длины IP адреса);
- двойная адресация (IP, MAC) и необходимость отображения адресов;
- дублирование функций на транспортном и канальном уровнях (TCP и Ethernet LLC2);
- большой размер заголовков пакетов (особенно для небольших пакетов VoIP).

Основными положениями технологии еб являются:

- единый иерархический еб адрес для всех уровней эталонной модели OSI-ISO;
- уровень еб-Согласование вместо транспортного (UDP, TCP) и сетевого (IP) уровней;
- использование Ethernet LLC1 для передачи дейтаграмм (интерфейс UDP);
- использование Ethernet LLC2 для передачи сегментов (интерфейс TCP).

В [3] выполнено моделирование еб сетей в среде моделирующей системы CPN Tools [4]. Построены модели рабочих станций, серверов, поддерживающих стек еб, модели терминальных (абонентских) еб сетей для генерации потокового трафика, а, самое главное, – модель коммутирующего маршрутизатора еб (КМЕб). Перечисленные компоненты являются основой для построения моделей и исследования еб сетей заданных их структурными схемами. Исследования серии сетей подтвердили не только работоспособность, но также эффективность технологии еб.

Однако все исследования начального этапа разработки еб технологии [1-3] абстрагировались от окружения существующих сетевых технологий, в котором возможна практическая реализация технологии еб. Целью настоящей работы является исследование вопросов работы стека протоколов еб в реальной сетевой среде в окружении других сетевых технологий, а также формирование принципов построения шлюзов еб и TCP/IP сетей.

2. Организация внедрения технологии еб в реальные сетевые среды

При предварительном обсуждении преимуществ технологии еб [1] подразумевалась стратегия *полного замещения* технологии TCP/IP. Однако применение такой стратегии даже при полном сохранении прикладного программного обеспечения не представляется реалистичным. Требуется единовременное изменение сетевой среды в достаточно крупных масштабах, что не представляется практически осуществимым, за исключением достаточно небольших корпораций. Кроме того, большинство современных операционных систем, например Unix (Linux), в значительной степени интегрированы со стеком протоколов TCP/IP, что затрудняет полное замещение и требует перекомпиляции всех используемых операционных систем.

В настоящее время на основе реалистичной оценки современного состояния и перспектив развития телекоммуникационных сетей и их операционных сред предложена стратегия *постепенного вытеснения* технологии TCP/IP при внедрении технологии еб. Для обеспечения

вытеснения необходима параллельная (по отношению к стеку TCP/IP) реализация стека е6. При этом драйверы сетевых карт Ethernet, образующие канальный уровень стека, могут быть использованы в практически неизменном виде. Стандартно Ethernet драйвер выполняет мультиплексирование / демультимплексирование кадров на основе поля типа кадра Ethernet. Например, пакету IP соответствует значение 0x0800, пакету Appletalk – 0x809B. Предложено стандартизовать дополнительно тип е6 кадра, например, со значением поля типа, равным 0xE600. Рис. 1 иллюстрирует принципы независимой совместной работы стеков протоколов е6 и TCP/IP.

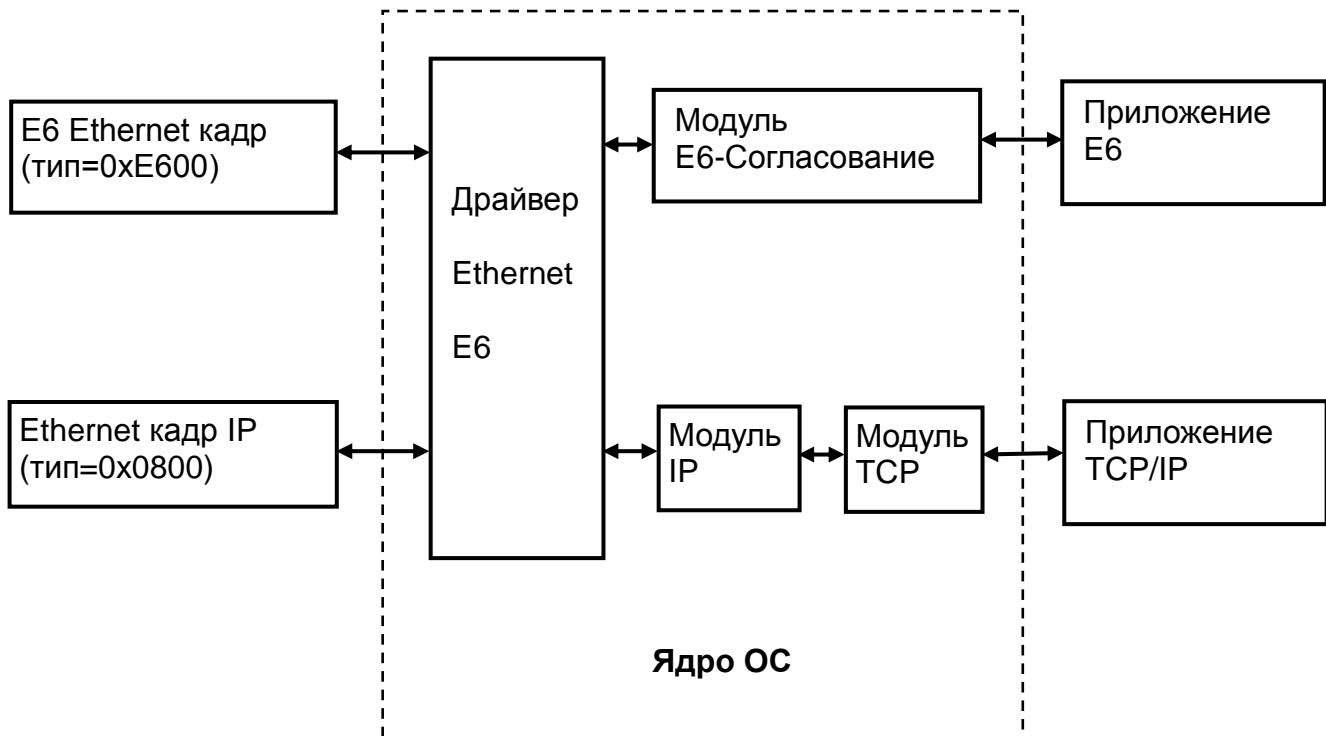


Рис. 1. Совместная работа стеков е6 и TCP/IP

При вызове драйвера Ethernet стандартно передается номер протокола, который затем размещается в поле типа кадра. Модуль е6-Согласование вызывает драйвер, указывая номер протокола 0xE600, а модуль IP – указывая номер протокола 0x0800. Коммутаторы Ethernet в стандартной конфигурации не интерпретируют тип кадра (за исключением нескольких специальных типов). Рассматривая адрес назначения кадра как ключ поиска в адресной таблице коммутатор определяет порт для перенаправления кадра; при отсутствии адреса в таблице выполняется широковещание (ретрансляция принятого кадра по всем портам кроме входного). Для заполнения адресных таблиц коммутатор использует пассивное прослушивание адресов отправителя кадров.

Заметим, что коммутатор не интерпретирует MAC адреса кадра (за исключением первых двух битов). Стандартная структура MAC адреса, состоящего из кода компании-производителя и индивидуального номера устройства, не интерпретируется коммутатором. Таким образом, указание е6 адреса вместо MAC адреса не отразится на нормальной работе коммутатора. Все е6 кадры будут доставлены по назначению в пределах коммутируемой Ethernet.

Побочным эффектом передачи еб кадров в коммутируемой Ethernet является их доставка в результате широковещания хостам, не поддерживающим стек еб. Такая доставка не влияет на нормальное функционирование устройств в соответствии со стандартами. Все доставленные пакеты с неизвестным типом кадра (номером протокола) будут уничтожены (потеряны) принимающим устройством.

Поэтому в качестве *первого этапа* внедрения технологии еб предлагается реализация стека протоколов еб на рабочих станциях и серверах для обеспечения эксплуатации в пределах коммутируемой сети Ethernet. Заметим, что даже при увеличении размеров коммутируемой Ethernet, преимущества технологии еб не будут раскрыты в полной мере. В стандартной коммутируемой Ethernet еб адрес используется точно также как Ethernet MAC адрес. А именно: каждый индивидуальный адрес перечисляется в адресной таблице. Размер таблиц должен быть сопоставим с общим количеством абонентских устройств в сети, что практически неосуществимо в глобальных сетях.

Второй этап внедрения предполагает создание специфических для технологии еб средств доставки еб пакетов (кадров). В соответствии с [1,2] основным сетевым устройством является коммутирующий маршрутизатор еб (КМЕб). В отличие от коммутатора Ethernet он обеспечивает агрегирование индивидуальных еб адресов под общей маской и таким образом существенно сокращает число записей адресных таблиц, позволяя строить всемирные сети.

Несмотря на сходство с IP сетями, также использующими иерархические адреса, еб сети имеют ряд существенных преимуществ: еб адрес на два байта длиннее IP адреса, что обеспечивает расширение пространства адресов почти в 65 тыс. раз.; отсутствует отображение адресов, что снижает время обработки пакета; еб адрес используется на всех уровнях эталонной модели, включая физический, что ликвидирует повторную инкапсуляцию / деинкапсуляцию пакета на каждом промежуточном маршрутизаторе. Указанные преимущества иллюстрирует сравнение схем доставки еб и IP пакетов, представленных на Рис. 2, 3.

При реализации КМЕб можно использовать либо программный, либо программно-аппаратный подходы. Программный подход предполагает использование общецелевого компьютера, имеющего несколько Ethernet интерфейсов (карт), в качестве КМЕб. Программное обеспечение еб маршрутизации следует включить в комплекс программ стека еб. Недостатком такого подхода является сравнительно низкая скорость переключения пакетов.

Полярным подходом является аппаратная реализация КМЕб, что обеспечит максимально возможную производительность сети за счет оптимизации не только программного обеспечения, но также архитектуры аппаратных средств. Однако подобный подход требует промышленных инвестиций.

Достаточно приемлемым вариантом является разработка модулей программного обеспечения маршрутизации еб для существующих маршрутизаторов, например для операционной системы IOS компании CISCO. Однако такой подход требует специальных лицензионных соглашений с известными фирмами-производителями.

Заметим, что даже при использовании одних и тех же устройств в качестве IP маршрутизатора и КМЕб, доставка еб и IP пакетов остается независимой в соответствии с маршрутными таблицами каждого из стеков. Таким образом, создаются условия для параллельного развития сетей технологии еб.

Однако существующие в настоящее время значительные информационные ресурсы Интернет (ТСР/IP сетей) будут способствовать во многих случаях выбору ТСР/IP даже несмотря не более высокую эффективность еб. Таким образом, создание шлюза между еб и ТСР/IP сетями является ключевым решением, позволяющим создать равные условия для свободной конкуренции двух технологий, что и представляет собой содержание *третьего этапа* внедрения еб сетей.

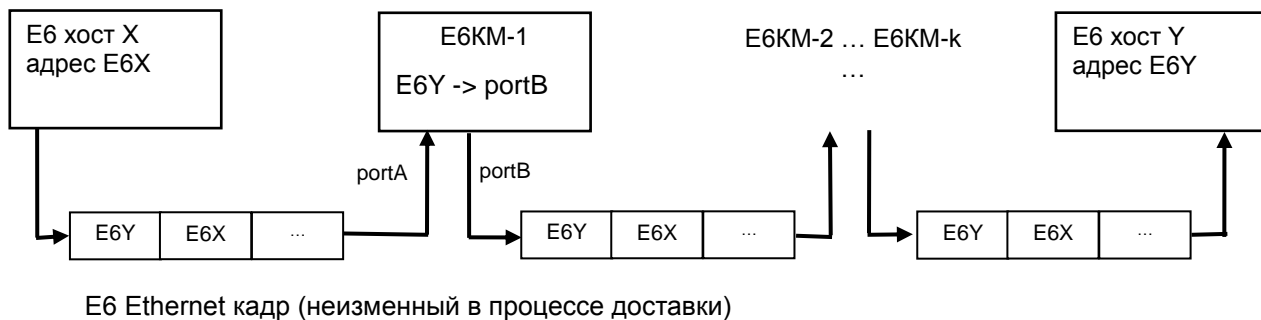


Рис. 2. Схема доставки е6 пакета

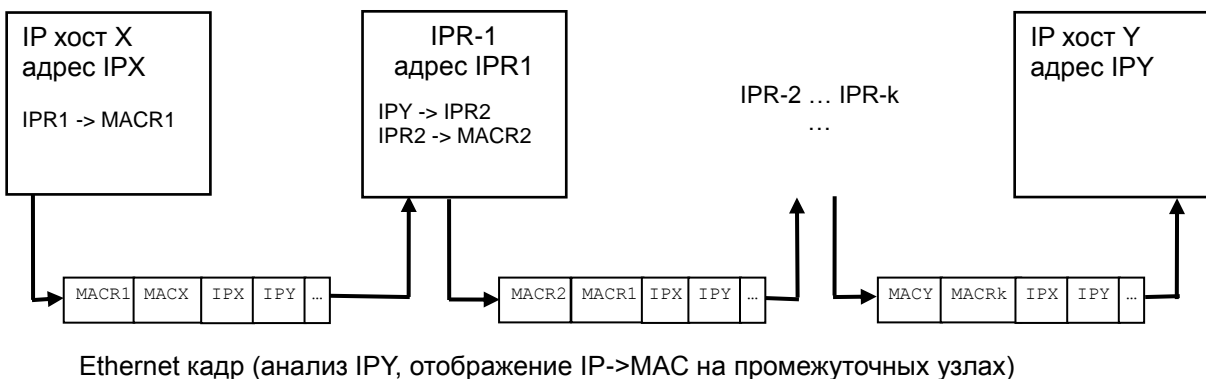


Рис. 3. Схема доставки IP пакета

3. Организация шлюза е6 и IP сетей

Основным требованием к организации шлюза сетей должно быть обеспечение максимально возможного удобства для конечного пользователя. С точки зрения конечного пользователя адресация является внутренним механизмом сети, поскольку для идентификации ресурсов сети используются единые локаторы ресурсов (URL), в которых хост указывается с помощью доменного имени. Реализация E6-DNS представляет собой по существу перекомпиляцию системы имен IP сетей DNS с расширением поля адреса с 4 до 6 байтов.

Таким образом, исходным состоянием для создания шлюза является параллельно реализованная е6 сеть с собственной системой доменных имен E6-DNS. Вполне обоснованно представлять собственную систему доменных имен без специальных суффиксов, а использовать дополнительный суффикс для идентификации хоста (ресурса) чужой сети: суффикс .е6 для указания имени е6 сети внутри IP сети; суффикс .ip для указания имени IP сети внутри е6 сети. Например, IP хост onat.edu.ua при указании из е6 сети будет поименован как onat.edu.ua.ip и наоборот, е6 хост geocities.com при указании из IP сети будет поименован как geocities.com.e6.

Предлагается организовать шлюз как специальное прикладное программное обеспечение, функционирующее на основе принципов трансляции адресов на компьютерах, поддерживающих как стек протоколов е6, так и стек протоколов IP. Заметим, что наличие двух соответствующих отдельных физических интерфейсов не является обязательным. Шлюзов может быть значительное число для обеспечения эффективности при выборе маршрута. Для определения адреса ближайшего шлюза может быть использован авторизованный (е6-)DNS текущей зоны. Адрес шлюза должен быть известен прикладному программному обеспечению

(браузеру); имеется ввиду адрес шлюза того же самого типа, что и текущая сеть: е6 адрес для е6 сети, IP адрес для IP сети. Схема организации шлюза приведена на Рис. 4.

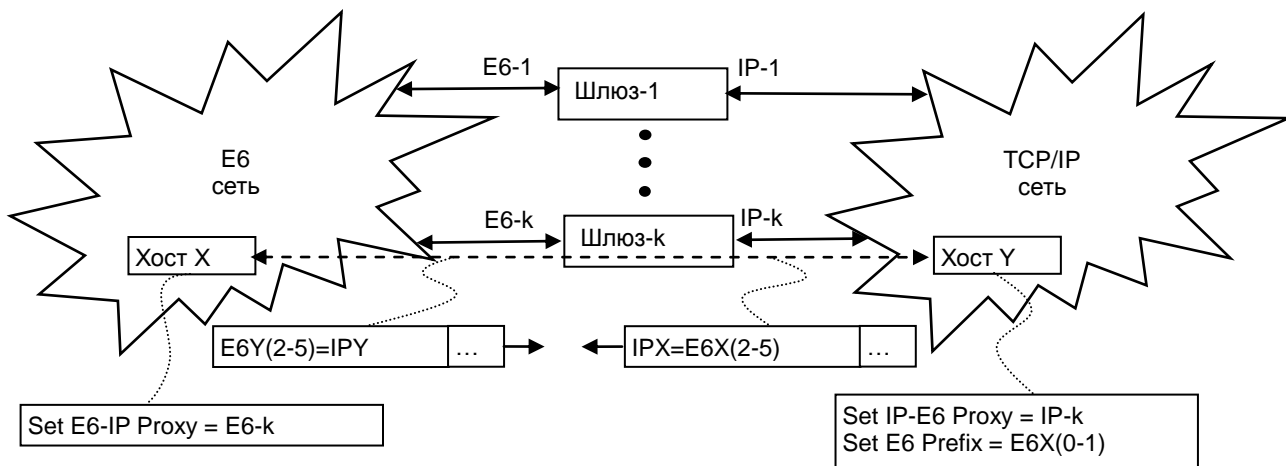


Рис. 4. Шлюз е6-IP

В отличие от посредников трансляции адресов в IP сетях (проxy NAT IP), шлюз е6-IP должен решить проблемы, связанные с различной длиной е6 и IP адреса. Причем наиболее сложным является вопрос организации доступа к ресурсам е6 сетей из IP сетей, поскольку не предполагается модификация программного обеспечения IP сети. Для общей организации работы шлюза резервируется определённый IP и е6 порт, например 230.

Рассмотрим использование шлюза из е6 сети. В программном обеспечении необходимо установить е6 адрес шлюза E6-k. Для передачи IP адреса использовать е6 адрес с префиксом 1.0. - признаком IP сети. При указании е6 адреса назначения с префиксом 1.0. переадресовывать пакеты на шлюз E6-k.

Рассмотрим использование шлюза из IP сети. Адрес шлюза IP-k может быть указан, например в браузере, как адрес стандартного проxy-сервера. Таким образом, протокол работы шлюза со стороны IP сети должен полностью соответствовать протоколу проxy-IP. Для передачи младших 4 байтов е6 адреса предложено использовать IP адрес. Для указания старших двух байтов ввести дополнительную команду проxy-сервера Set_e6_Prefix – установить префикс е6 адреса (первые два байта). Дополнительная команда может генерироваться первым пакетом, направленным к шлюзу, предваряющим стандартные пакеты; для реализации указанной технологии необходима модификация браузера (патч).

Наиболее изящным представляется совместная реализация шлюза и E6-DNS сервера IP сети, который для имен с префиксом .е6, запрошенных из IP сети возвращает младшие 4 байта е6 адреса как IP адрес и запоминает текущий префикс для IPY, с которого был запрошен е6 адрес, для последующего формирования е6 адреса. В этом случае не требуется модификация браузера IP сети.

4. Выводы

Новая технология е6 повышает эффективность работы телекоммуникационных сетей, однако для ее практической реализации в реальных сетевых средах необходима стратегия параллельной работы и постепенного вытеснения других сетевых технологий.

Сформированы основные этапы внедрения технологии е6 в реальные сетевые среды: реализация в пределах коммутируемой Ethernet; реализация собственных средств доставки пакетов – КМЕ6; создание шлюзов е6 и TCP/IP сетей.

Разработана общая схема организации шлюзов е6 и TCP/IP сетей, а также принципы их реализации на основе протоколов проху-сервера.

Список литературы

1. Воробийенко П.П., Зайцев Д.А., Нечипорук О.Л. Всесвітня мережа Ethernet?– Зв'язок, № 5, 2007. - с. 14-19.
2. Воробійєнко П.П., Зайцев Д.А., Гуляєв К.Д. Спосіб передачі даних у мережі із заміщенням мережного та транспортного рівнів універсальною технологією канального рівня. – Патент на корисну модель № 35773, Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 10.10.2008.
3. Guliaiev K.D., Zaitsev D.A., Litvin D.A., Radchenko E.V. Simulating E6 Protocol Networks using CPN Tools, Proc. of International Conference on IT Promotion in Asia, August 22-26, 2008, Tashkent (Uzbekistan), 203-208.
4. Зайцев Д.А., Шмелева Т.Р. Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools. – Одесса: ОНАС, 2009.– 72 с.