

УДК 621.3:004.7

И.В. Рубан, И.В. Карпова

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОТОКОЛОВ IPV4 И IPV6 В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

*Проведен анализ протокола IPv6, рассмотрены проблемы взаимодействия протоколов IPv4 и IPv6 и возможности их преодоления. Проведен обзор внедрения протокола IPv6 в сети Internet, а также фрагментация информационного пакета при использовании протокола IPv6.*

**Ключевые слова:** протокол IPv6, фрагментация, передача пакета, туннелирование, двойной стек, трансляция.

### Введение

В настоящее время вооруженные силы и организации широко используют интернет в своей повседневной деятельности. Если в декабре 2008 г. глобальное количество поисковых запросов составило около 89,7 млрд., то в декабре 2009 г. превысило 131,35 млрд. Это говорит о том, что интернет технологии интенсивно включаются как составляющие системы управления. Учитывая то, что интернет является открытой системой, любые изменения в протоколах обмена и управления данными могут привести к возникновению каналов воздействия на системы управления. Под давлением роста Internet возникла необходимость создания новой версии IP. Изначально IPv6 создавался по причине недостаточного количества адресов (точнее, IP-адресов) в массиве IPv4. Поскольку осуществить переход с IPv4 на IPv6 в короткий срок – задача неосуществимая, было разработано несколько технологий взаимодействия в смешанных средах.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В настоящее время в связи с тем, что Internet проникает в новые страны и новые отрасли промышленности, IP-адреса в массиве IPv4 закончились, и вопросу перехода с IPv4 на IPv6 уделяют много внимания. Коммерческий бум вокруг Internet и использование ее технологий при создании intranet привели к появлению в сетях TCP/IP, ранее использовавшихся в основном в научных целях, большого количества приложений нового типа, работающих с мультимедийной информацией. Эти приложения чувствительны к задержкам передачи пакетов, так как такие задержки приводят к искажению передаваемых в реальном времени речевых сообщений и видеоизображений. Некоторые технологии вычислительных сетей, например, frame relay и ATM, уже имеют в своем арсенале механизмы для резервирования полосы пропускания для определенных приложений. Однако эти технологии еще не скоро вытеснят традиционные технологии локальных сетей,

не поддерживающие мультимедийные приложения (например, Ethernet). Следовательно, необходимо компенсировать такой недостаток средствами сетевого уровня, то есть средствами протокола IP [1].

**Целью статьи** является проведение анализа протокола IPv6, проблемы перехода с IPv4 на IPv6, а также фрагментация информационного пакета.

### Изложение основного материала

В 1993 году был опубликован протокол SIPP – Simple Internet Protocol Plus, который был принят как IPv6. Первое и главное отличие IPv6 – более длинный адрес – 16 байт. Это решает одну из главных задач – неограниченное расширение Internet [2]. Заголовок стал проще (всего 7 полей), что ускорило обработку и маршрутизацию. Этот протокол лучше поддерживает варианты в заголовке, что делает работу с ним более гибкой, позволяя опускать не нужные поля и вводить необходимые. Существенно улучшена безопасность протокола и работа с типом сервиса, особенно учитывая возрастающий multimedia трафик.

IPv6-адрес состоит из трех частей (рис. 1):

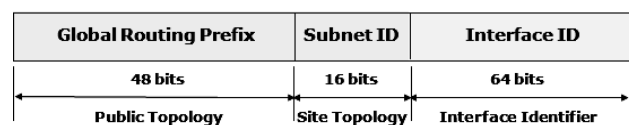


Рис. 1. Схема IPv6-адреса

В IPv6 существует три различных типа адресов:

- Unicast – определяет конкретный уникальный хост в сети;
- Multicast – идентифицирует группу хостов или интерфейсов, при отправке пакета на этот адрес он доставляется на каждый хост группы;
- Anycast (Cluster) – тоже объединяет несколько хостов, но имеет существенное отличие от Multicast – пакет, посланный на Anycast-адрес, доставляется только ближайшему к отправителю участнику группы.

Новый протокол обеспечивает возможность широкого вещания – в этом случае одни и те же данные одновременно отправляются нескольким адресатам. Обнаружение недоступности соседей – это функция, позволяющая узлу следить за тем, доступен ли соседний узел, что повышает эффективность обнаружения ошибок и восстановления, если узлы внезапно становятся недоступными [3].

При внедрении протокола IPv6 в существующую структуру Internet, базовым протоколом которого является в настоящее время протокол IPv4, появляются две основные проблемы.

Первая из них связана с обеспечением взаимодействия по IPv6 между двумя или большим числом изолированных локальных сетей IPv6, изолированных в сети IPv4.

Вторая проблема заключается в несовместимости IPv6 с IPv4.

Для их решения используется туннелирование, двойной стек и трансляция протоколов [4].

Суть туннелирования состоит в том, что пакет данных IPv6 инкапсулируется в данные пакета IPv4. Такой пакет IPv4 содержит в себе два заголовка IPv6 и IPv4, что в свою очередь позволяет передавать его через обычные IPv4-сети. Он доставляется к узлу декапсуляции, где производится отбрасывание заголовка IPv4 и передача данных к IPv6-устройству. В зависимости от того, где происходит инкапсуляция и декапсуляция, выделяют три вида туннелирования: "Маршрутизатор – Маршрутизатор", "Хост – Маршрутизатор", "Маршрутизатор – Хост".

**Технология 6to4** была стандартизована еще в 2001 году [5] и с тех пор является наиболее распространенным методом для соединения изолированных локальных сетей, использующих протоколы IPv6 с другими такими же сетями, а также глобальной сетью IPv6 через IPv4. Для этого используются автоматически создаваемые туннели.

Шлюз, или маршрутизатор 6to4, обеспечивает создание динамических туннелей путем инкапсуляции пакетов IPv6 в IPv4 для передачи через Интернет IPv4 к другой изолированной сети и декапсуляции входящего трафика. Для определения принимающего конца туннеля, шлюз извлекает адрес IPv4, который является адресом принимающего шлюза 6to4, из IPv6-адреса получателя.

Особенность этого метода заключается в том, что все изолированные сети 6to4 совместно используют адресное пространство, определяемое префиксом 2002::/16. При этом адресное пространство каждой изолированной сети определяется путем "присоединения" к 16 битам префикса 2002 32 бит IPv4-адреса шлюза 6to4. Например, если IPv4-адрес шлюза 193.0.7.5, то адресное пространство сети 6to4 определено префиксом 2002:c100:705::/48.

Одно из преимуществ туннелирования состоит

в простоте организации взаимодействия между хостами и узлами IPv6 по унаследованной сети. Другое достоинство туннелирования заключается в том, что оно обеспечивает эффективную инфраструктуру для тестирования [4].

Реализация двойного стека подразумевает поддержку устройством одновременно протоколов IPv6 и IPv4. Таким образом, связь с узлами IPv4 осуществляется с помощью стека IPv4, а связь с узлами IPv6 осуществляется с помощью стека IPv6. Ограничением этого подхода является необходимость назначения IPv4 адреса каждому новому устройству, способному работать по IPv6. В модели ограниченного двойного стека только "серверные" узлы имеют двойной стек. Новые "клиентские узлы" работают только по протоколу IPv6. Первая поддержка двойного стека появилась в Windows XP и Windows Server 2003, где администраторы могли дополнительно установить компонент протокола IPv6.

Трансляция протокола – не что иное, как согласование двух протоколов путем преобразования сообщений, поступающих от одной сети в формат другой сети. Один из вариантов заключается в использовании протокол-шлюзов, размещенных на границах между IPv6-сетями и IPv4-сетями [6].

Сетевой протокол IPv4 может осуществлять динамическую фрагментацию пакетов при передаче их между сетями с различной MTU (maximum transmission unit – максимальный передаваемый блок). В протоколе IPv6 удалены все поля, относящиеся к фрагментации, так как все хосты, поддерживающие протокол IPv6, должны поддерживать пакеты размером в 576 байт. В IPv6 узел-отправитель должен самостоятельно определить величину MTU, руководствуясь алгоритмом, описанным в RFC 1191, и разбить IPv6 пакет на заданное количество фрагментов, оформив каждый из них как самостоятельный IPv6-пакет.

Нагрузка с маршрутизаторов теперь перенесена на узлы-отправители, требования к мощности которых существенно возросли (особенно на быстрых каналах)[7]. Вместо динамической фрагментации используется предварительная процедура выяснения минимального значения MTU вдоль маршрута следования пакетов к серверу назначения.

Технологии трансляции наиболее подходят для мобильных операторов, так как технологии перехода на основе двойного стека (различные разновидности) во многих случаях являются экономически нецелесообразными, так как приходится поддерживать 2 соединения вместо одного. Основная проблема заключается в том, что трансляция IPv6-IPv4 работает не всегда, отчасти из-за того, что отсутствует однозначное отображение параметров одного протокола в другой и обратно.

Крупные контент-провайдеры начинают постепенно внедрять IPv6. Comcast, крупнейший американский провайдер кабельного телевидения и широкополосного Интернета, одним из первых начал внедрение IPv6. Задачей широкомасштабных пилотных проектов явилось не только тестирование технологий, доступности контента, но и получение надежных данных для будущего планирования, например, для обновления конечного кабельного оборудования пользователя. Первым публичным шагом стало появление отдельного сайта, поддерживающего IPv6 – [ipv6.google.com](http://ipv6.google.com). Американское подразделение T-mobile в этом году объявило пользовательское тестирование мобильной сети с использованием протокола IPv6.

По результатам исследования Google по степени распространения IPv6 в пользовательской среде лидирует Франция, где более 1.2% пользователей имеют доступ к IPv6-ресурсам. Высокий процент обусловлен лидирующим положением в области внедрения IPv6 крупнейшего национального сервис-провайдера Free. Хотя Россия и Украина занимают почетные 2-е и 3-е места, по уровню внедрения реального IPv6 вслед за Францией стоит Китай. Использование туннельной технологии 6to4 в России и Украине хотя и говорит об интересе пользователей к IPv6, но не означает, что инфраструктура сервис-провайдеров поддерживает новый протокол. На данный момент единственным регистратором доменов в Украине, предоставляющим поддержку протокола IPv6 является NIC.UA.

Сотрудники Ericsson Jari Arkko и Ari Keränen [6] провели эксперимент по доступности различных сервисов и информационных ресурсов Интернета для сети, поддерживающей только протокол IPv6. Для этого они использовали собственное решение NAT64+DNS64 и мобильные телефоны, поддерживающие IPv6. Общее заключение – решение в целом работает, но многие приложения недоступны.

В частности, большая часть веб-ресурсов доступна без проблем. Если обычно (с использованием протокола IPv4) процент ошибок доступа составляет около 1%, то при трансляции эта цифра в два раза

больше. Причинами являются ошибки DNS, блокирование экранами безопасности, использование так называемых "литералов" IPv4 (адреса IPv4 явно заданные, либо как часть контента HTML или протокола, например http или xmpp) и тому подобное.

Некоторые приложения, например, Skype, Gtalk, MSN и ICQ заставить работать не удалось. Не работают и большинство игр, за исключением использующих веб-интерфейс.

## Выводы

Проблема внедрения протокола IPv6 связана с:

- недостаточно развитой топологией связности IPv6 в сравнении с IPv4;

- время доступа с помощью IPv6 во многих случаях, проигрывает IPv4 из-за задержек на коммутационных узлах, которые вызваны несоответствием адресных форматов, что может нарушить работу систем, работающих в режиме реального времени.

IPv6 присваивает каждой рабочей станции уникальный IP-адрес.

## Список литературы

1. Развитие стека TCP/IP: протокол IPv6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://al.km.ru/>.
2. Олифер В.Г. Компьютерные сети / В.Г. Олифер. – СПб.: Питер, 2007.
3. Томас Ли. Microsoft Windows 2000. TCP/IP. Протоколы и службы / Томас Ли, Джозеф Дэвис.
4. Рудь И. Обзор протокола IPv6 [Электронный ресурс] / И. Рудь. – Режим доступа к ресурсу: [http://www.opennet.ru/base/net/ipv6\\_intro.txt.html](http://www.opennet.ru/base/net/ipv6_intro.txt.html).
5. RFC3056 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://datatracker.ietf.org/doc/rfc3056/>.
6. Робачевский А. IPv6: вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс] / А. Робачевский. – Режим доступа к ресурсу: [http://www.ripn.net/articles/IPv6\\_today/](http://www.ripn.net/articles/IPv6_today/).
7. К. Касперски IPv6 – демократия или диктатура [Электронный ресурс] / К. Касперски. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.insidepro.com/kk/206/206r.shtml>.

Поступила в редколлегию 11.10.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент А.В. Потий, Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков.

## ВЗАЄМОДІЯ ПРОТОКОЛІВ IPV4 І IPV6 В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

I.V. Ruban, I.V. Karpova

*Проведений аналіз протоколу IPv6, розглянуті проблеми взаємодії протоколів IPv4 і IPv6 і можливості їх вирішення. Проведений огляд впровадження протоколу IPv6 в мережі Internet, а також фрагментація інформаційного пакету при використанні протоколу IPv6.*

**Ключові слова:** протокол IPv6, фрагментація, передача пакету, тунелювання, подвійний стек, трансляція.

## CO-OPERATION OF PROTOCOLS OF IPV4 AND IPV6 IS IN TCNS

I.V. Ruban, I.V. Karpova

*The analysis of protocol of IPv6 is conducted, the problems of co-operation of protocols of IPv4 and IPv6 and possibilities of their overcoming are considered. The review of introduction of protocol of IPv6 is conducted in the network of Internet, and also fragmentation of informative package at the use of protocol of IPv6.*

**Keywords:** protocol of IPv6, fragmentation, transmission of package, double stack, translation.