

# ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МИГРАЦИИ СИСТЕМ АДРЕСАЦИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ IP-СЕТЕЙ НА IP V.6

Воруев А. В.

Кафедра автоматизированных систем обработки информации, Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»  
Гомель, Республика Беларусь  
E-mail: ang@gsu.by

*Компании-производители сетевых устройств и программного обеспечения столкнулись с необходимостью решить ряд технических вопросов для организации согласованной работы в сетях IP v.6 и на время переходного периода. Решением этих вопросов они занимались параллельно и независимо друг от друга, поэтому особо остро ситуация сказалась (или скажется в ближайшем будущем) в гетерогенных сетях. Технические проблемы миграции между адресными системами рассматриваются в данной статье.*

## ВВЕДЕНИЕ

Первый стандарт адресации, IMP, начал использоваться в 1969 году и обеспечивал управление всего 32 узлами в сети. В 1974 году документ RFC 675 ввел адресное пространство, состоящее из 16 сетевых адресов и 256 узлов (хост-адресов). В 1981 году был принят стандарт IP v.4, который используется до сих пор. Теоретически IP v.4 обеспечивает работу около 4 миллиардов сетевых интерфейсов, но ряд технологических приемов существенно увеличил эту цифру.

Система адресации IP v.6 была окончательно сформулирована и предложена в 1996 году [1]. Объем предлагаемого адресного пространства составил около  $3,4 * 10^{38}$ .

При этом официальный «Всемирный запуск IP v.6» состоялся только в июне 2012 года.

### I. ВНЕДРЕНИЕ IP V.6 АДРЕСАЦИИ

Следует отметить, что синтаксис записи адресов IP v.6 существенно отличается от IP v.4. Адреса IP v.6 отображаются как восемь групп по четыре шестнадцатеричные цифры, разделённые двоеточием. При использовании IP v.6-адреса в URL необходимо заключать адрес в квадратные скобки. Если необходимо указать порт, то он пишется после скобок. Пример записи обращения к IP v.6 серверу: [http://\[2001:0db8:acad:09d7:1fa4:892e:07a0:715d\]:8080/](http://[2001:0db8:acad:09d7:1fa4:892e:07a0:715d]:8080/)

Плотность применения IP v.6 сетей в мире можно увидеть на рисунке 1.

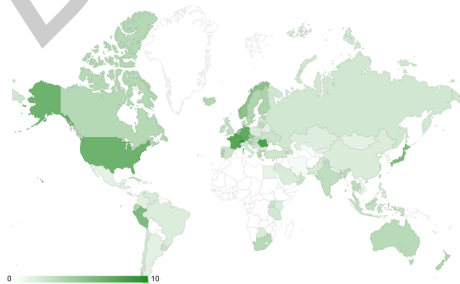


Рис. 1 – Снимок интерактивной карты IP v.6 покрытия с сайта <http://6lab.cisco.com/>

Передача данных в этих условиях реализуется, например, с помощью механизмов инкапсуляции или специального формата адресов 6to4.

Остановимся подробнее на 6to4 [2]. Для каждого глобального адреса IP v.4 выделена 48-битная 6to4 IP v.6-приставка. Она может быть создана на основе IPv4-адреса. При этом адрес IP v.4 ставится позади приставки 2002::/16, но в шестнадцатеричном виде. Так IP v.6-приставка для IP v.4-адреса 192.0.2.4 будет равна 2002:C000:0204::/48.

Любой адрес IP v.6 с приставкой 2002::/16, известен как 6to4-адрес.

Отсутствие совместимости на программном уровне между IP v.4 и IP v.6 привело к тому, что ряд глобальных и региональных сетевых сервисов остаются привязанными к адресному пространству IP v.4. И обслуживают только запросы от IP v.4 клиентов. Поэтому большая часть пользовательских операционных систем на 2013 год поддерживает адресацию IP v.6 только в качестве вспомогательной.

### II. АППАРАТНАЯ ПОДДЕРЖКА IP V.6

В последние годы распространение IP v.6 значительно ускорилось, чему в немалой степени способствовало решение производителей сетевого оборудования поддержать IPv6 в своих продуктах. Например, компания Cisco протестировала свои продукты для получения сертификации USGv6. Cisco стала первой компанией, получившей сертификацию USGv6 для своего коммутатора, маршрутизатора и сетевого экрана [3]. А «пионером» стала компания Telebit Communication, выпустившая первый маршрутизатор с поддержкой IP v.6 в 1996 году.

Техническая сложность аппаратной поддержки заключается в том, что размер адреса IP v.6 составляет 128 бит против 32+32 в IP v.4. Для работы с этими адресами нужно намного больше памяти.

Сетевое оборудование для поддержки IP v.6 может работать в одном из двух режимов: Dual-

Stack (это параллельное использование IP v.6 и IP v.4), либо исключительно в адресации IP v.6.

Режим Dual-Stack выделяет клиентскому и сетевому оборудованию независимые адреса IP v.6 и IP v.4, что еще больше увеличивает нагрузку на память и центральный процессор устройства. Полный переход на IP v.6 невыгоден компаниям-провайдерам из-за привязки сетевого оборудования на стороне пользователя к адресации IP v.4. Даже современные коммерческие модели рынка пользовательских сетевых устройств плохо работают при отключенном IP v.4. Выходом для провайдера является применение NAT в обоих направлениях, что, как и в случае с Dual-Stack, ресурсоемко.

Программные модули обслуживания IP v.6 трафика для операционных систем, управляющих промышленными коммутаторами, маршрутизаторами большинства известных вендоров, достаточно хорошо зарекомендовали себя. Созданы и отлажены обновленные версии протоколов маршрутизации, туннелирования и взаимодействия с внешними ресурсами (например, DNS).

### III. ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ПОДДЕРЖКИ КЛИЕНТОВ

Бесспорным фактом можно считать, что ряд сетевых сервисов и служб будут вытеснены из IP-сетей после завершения перехода на систему адресации IP v.6. К их числу, например, относятся NAT и проверка CRC на уровне IP.

В гетерогенных сетях, использовавших данные технологии для согласования режимов сетевого обмена или просто как особенность работы это может вызвать ряд последствий.

Отказ от технологии NAT может привести к «утечкам» внутрисетевого трафика во внешнюю сеть, и, наоборот, обеспечит больший уровень доступа к внутренним ресурсам и узлам сети внешних пользователей.

Отсутствие NAT ставит, в числе прочего, вопрос по изменению организации работы программистов. Процесс создания всевозможного контента и кода программ для локальных сервисов вряд ли изменится значительно, но открытые IP v.6 зоны будут практически незащищены от сбоев, возникающих в процессе создания исполняемого кода программ, реализующих сетевой обмен.

Формальное закрепление у IP v.6 клиента назначаемого адреса снизит нагрузку на трафик, который фактически информировал этого клиента о текущих изменениях параметров сетевой среды. DHCP в сетях IP v.4 (RFC 2132) поддерживал у клиентов актуальность значений более 30 параметров (если переводить на число специализированных опций, то 255).

Такой механизм «подхватывал» операционную систему клиента и обеспечивал бесперебойную работу клиентов в случае плановых или вынужденных работ по обслуживанию сетевой среды. Аналогичный механизм DHCP в сетях IP v.6 (RFC 3315) не планируется к широкому применению и его устойчивость еще не подтверждена практикой. Отмена «избыточной» проверки ошибок сетевых пакетов на целостность приводит к увеличению размера проверяемого блока данных, что может привести к стабильному росту загруженности каналов передачи данных даже при незначительном числе помех и логических сбоев на линии.

Добавим факт, что по состоянию на середину 2013 года, большое число серверов DNS не готово к обслуживанию запросов от IP v.6 клиентов [4]. Процент DNS-серверов, использующих IP v.6 крайне мал, и ни в одной доменной зоне он не превышает одного процента (см. рис. 2).

Top Level Domain	# of NameServers	# with IPv6 (glue)	% with IPv6
.COM	2,011,467	5,426	0.27%
.NET	413,561	4,501	1.09%
.ORG	331,727	2,577	0.78%
.INFO	294,963	936	0.32%
.BIZ	30,119	148	0.49%
.ASIA	17,616	67	0.38%
.MOBI	17,149	44	0.26%
.PRO	5,578	18	0.32%
.NAME	5,137	53	1.03%
.XXX	829	7	0.84%

Рис. 2 – Уровень поддержки IP v.6 в различных доменных зонах сети интернет на июнь 2013 года

### IV. ВЫВОДЫ

Не смотря на то, что производители анонсируют максимальный уровень поддержки переходного периода между системами адресации в IP-сетях, к планированию этой миграции на производстве следует подходить крайне внимательно и осторожно.

1. Request for Comments: 1883 Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification [Electronic resource] / S. Deering, R. Hinden. - Xerox PARC, Ipsilon Networks, 1995. - Mode of access: <http://tools.ietf.org/html/rfc1883>. - Date of access: 09.09.2013.
2. 6to4 [Electronic resource] / Википедия. Свободная энциклопедия., 2012. - Mode of access: <http://ru.wikipedia.org/wiki/6to4>. - Date of access: 09.09.2013.
3. Cisco лидирует в области сертификации IPv6 [Electronic resource] / Джин Клилинг. - Cisco Inc., 2012. - Mode of access: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2012/061112d.html>. - Date of access: 09.09.2013.
4. World IPv6 Launch Day – One Year Later [Electronic resource] / Domain Tools Blog , 2013. - Mode of access: <http://blog.domaintools.com/2013/06/world-ipv6-launch-day-one-year-later/>. - Date of access: 09.09.2013.