

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА



УДК 681.324.01

ПЕРЕХОД К INTERNET-СЕТЯМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА БАЗЕ ПРОТОКОЛОВ IPv6

HEMЧЕНКО В.П., MD. ENAMUL KABIR,
MD. HUMAYUN KABIR

Обосновывается необходимость стандартизации сетевых технологий, в частности, при переходе на протоколы нового поколения IPv6. Приводится структура новой экспериментальной сети 6bone, работающей на базе протоколов IPv6. Рассматриваются принципы новой адресации в сети.

Быстрое развитие глобальной сети Интернет привело к острой необходимости координировать ее деятельность. Это наглядно видно на примере развития и совершенствования сетевых протоколов, в частности, на примере создания и перехода на сетевые протоколы нового поколения — IPv6. Напомним, что в настоящее время повсеместно используется стек протоколов IPv4. Однако вот уже несколько лет идет большая подготовительная работа по повсеместному переходу на использование протоколов нового поколения. Анализ некоторых аспектов, связанных с таким переходом, и посвящена настоящая статья.

1. Стандартизация Интернета

Вопросы стандартизации являются ключевыми в процессе разработки и совершенствования сетевых протоколов, поскольку последние должны работать с любой сетью, входящей во всемирную сеть. Для того чтобы лучше понять процесс стандартизации Интернета, обратимся к организациям, которые координируют эту работу. Среди них главными являются: IETF, IESG, ISOC, IAB, ICANN (рис. 1). Ниже дается краткая характеристика каждой из них [1].

Internet Engineering Task Force (IETF) представляет собой некоторое добровольное объединение специалистов, заинтересованных в разработке стандартов Интернет. Эта организация состоит из рабочих групп (Working Groups), объединенных для работы в определенной области над одной и той же темой. Во главе каждой области исследований стоит свой руководитель — Area Director. Все директора объединены в организацию, которая носит название Internet Engineering Steering Group (IESG).

Каждая рабочая группа при своем создании определяет свои цели, о которых она сообщает в IESG. Руководство группой осуществляет один или несколько руководителей. Подробнее структура и функционирование рабочих групп описаны в [RFC 2418].

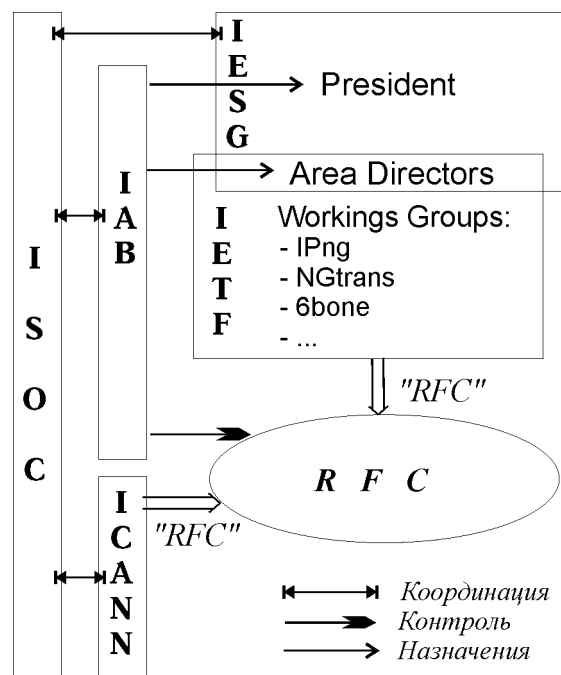


Рис. 1. Организации по развитию Internet

В настоящее время над совершенствованием и внедрением протоколов IPv6 работает несколько групп, среди которых можно выделить следующие:

- IPng: главная рабочая группа, работающая над созданием протоколов, связанных с IPv6.
- NGtrans: изучает условия перехода от протоколов IPv4 к протоколам IPv6.
- 6bone: разворачивает экспериментальную сеть IPv6, соединяющую тестовые сайты во всем мире. В настоящее время эта единая сеть широко использует существующую инфраструктуру IPv4 в качестве туннелей для передачи сообщений в формате протоколов IPv6.

Подробнее о работе IETF можно прочесть на странице <http://www.ietf.org>.

Internet Engineering Steering Group (IESG) осуществляет руководство технической деятельностью IETF. В ее состав входят так называемые директора областей (Area Director) из IETF. В настоящее время их семь. Возглавляет работу IESG президент IETF.

IESG принимает решение об изменении технических спецификаций, создаваемых рабочими группами, которые в дальнейшем могут стать Стандартами в Интернете.

Internet Society (ISOC) является международной организацией, занимающейся ростом и развитием Интернета в мировом масштабе. Руководит ISOC Бюро правления, которое отвечает за апробацию

процедур и правил процессов стандартизации Интернета.

Подробнее с задачами и деятельностью организации можно ознакомиться на странице: <http://www.isoc.org>.

Internet Architecture Board (IAB). По поручению членов правления ISOC организация IAB осуществляет контроль за архитектурой Интернета и его протоколов. IAB назначает президента IETF и одобряет других кандидатов для IESG, представленных специальным комитетом. IAB также отвечает за рассмотрение и апробацию уставов новых рабочих групп.

IAB контролирует процесс создания стандартов Интернета и служит апелляционным судом для рекламаций.

Члены IAB назначаются комитетом Nomcom и одобряются административным советом ISOC. Эти и другие аспекты организации и функционирования IAB описаны в RFC 1601.

Internet Corporation for Assigned Names и Numbers (ICANN) является международным органом, недавно созданным для замены IANA (Internet Assigned Numbers Authority), контролировавшегося только американским правительством.

Большинство протокольных спецификаций используют числа, ключевые слова и параметры, которые должны быть обозначены единственным способом, например номера версий, протокольные номера, номера портов и MIB (Management Information Base). ICANN как раз и выделяет эти параметры для Интернета, которые затем публикуются в RFC под именем Assigned Numbers (<http://www.iana.org>). ICANN служит также “вершиной пирамиды” для управления доменными именами (DNS) и назначения адресов.

Request For Comments (RFC).

Следует отметить, что результатом деятельности любой организации по стандартизации Интернета является документ, называемый RFC (Request for Comments). RFC — это официальные документы Интернета; они доступны в сети бесплатно на веб-странице <http://www.rfc.net>. Совокупность процессов стандартизации Интернета полностью описана стандартом RFC 2026.

Каждый RFC имеет свой номер, который ему присваивается во время его публикации. Этот номер является порядковым и не несет самостоятельной смысловой нагрузки. Первые RFC вышли в 1969г. В среднем публикуется около 200 RFC в год.

Существует несколько типов RFC, относящихся к двум основным категориям: RFC, связанные с процессом стандартизации (Standard Track), и остальные RFC.

Документы первой категории проходят строго определенный процесс утверждения прежде, чем станут стандартом. Они сначала публикуются рабочей группой как “Internet Drafts” на официальных

серверах RFC. Через некоторое время ответственный группы передает документ в IESG, где также собираются отзывы и комментарии на уровне всего IETF. Если не имеется серьезных возражений, документ публикуется как RFC со статусом “Proposed Standard”. Через некоторое время рабочая группа — автор пересматривает документ с учетом полученных по нему замечаний. Если требуемые изменения несущественны, публикуется новый RFC, но уже со статусом “Draft Standard”. Если же изменения существенны, новый RFC сохраняет статус “Proposed Standard”.

После этого следует новый период анализа и комментариев к предложенному стандарту. Затем ответственный рабочей группы выдвигает документ в качестве RFC со статусом “Стандарт” (Standard). Надо отметить, что на каждом этапе предлагаемому стандарту RFC присваивается новый номер. Отдельный RFC может получить статус “исторический”, если его использование стало нежелательным. Если же он заменен другим RFC, то становится “устаревшим”.

Есть другой, более легкий путь публикации RFC. IESG может непосредственно опубликовать RFC с типовым статусом “Информация”, “Эксперимент” или “Обмен опытом”.

RFC “Информация” документирует протокол или частный подход к проблеме. Он не является стандартом. RFC “Эксперимент” описывает протокол, требующий предварительных испытаний, прежде чем начнется процесс стандартизации. RFC “Обмен опытом” документирует некоторый инженерный опыт.

2. Экспериментальная сеть *bone*

Рассмотрим один из проектов группы IETF, а именно, проект *bone*, созданный рабочей группой IPng, которая заложила основы протокола IPv6, предназначенного в свое время заменить протокол IPv4. Это кооперативный проект, объединяющий сегодня Европу, Японию и Северную Америку.

Важный аспект перехода от IPv4 к IPv6 заключается в развертывании мировой инфраструктуры, транспортирующей пакеты IPv6. Было решено в первое время воспользоваться инфраструктурой виртуальной сети туннелей IPv6, основанной на существующей топологии IPv4.

Основной задачей проекта *bone* является испытание протоколов IPv6 в условиях развертывания сети в большом масштабе. Опыт, приобретенный в процессе этого эксперимента, будет иметь большое значение для утверждения протоколов нового поколения внутри группы IPng.

В настоящее время *bone* является рабочей подгруппой IETF, функционирующей внутри группы Ngtrans, которой поручено изучение перехода от протоколов IPv4 к протоколам IPv6. В качестве одного из основных результатов этого масштабного эксперимента будет разработка RFC документов, позволяющая ознакомить широкий круг заинтере-

На рис. 2 приведена структура сети проекта *bbone*.
Версия от 6 сентября 1997 г.

В декабре 1996г. в сети начали использовать первые версии протокола маршрутизации RIPng. Это позволило расширить сеть *bone* до сотни узлов. Однако RIPng является протоколом внутренней маршрутизации и имеет те же проблемы сходимости, что и RIP для IPv4. С апреля 1997г. стала совершенно очевидной необходимость иметь вне-

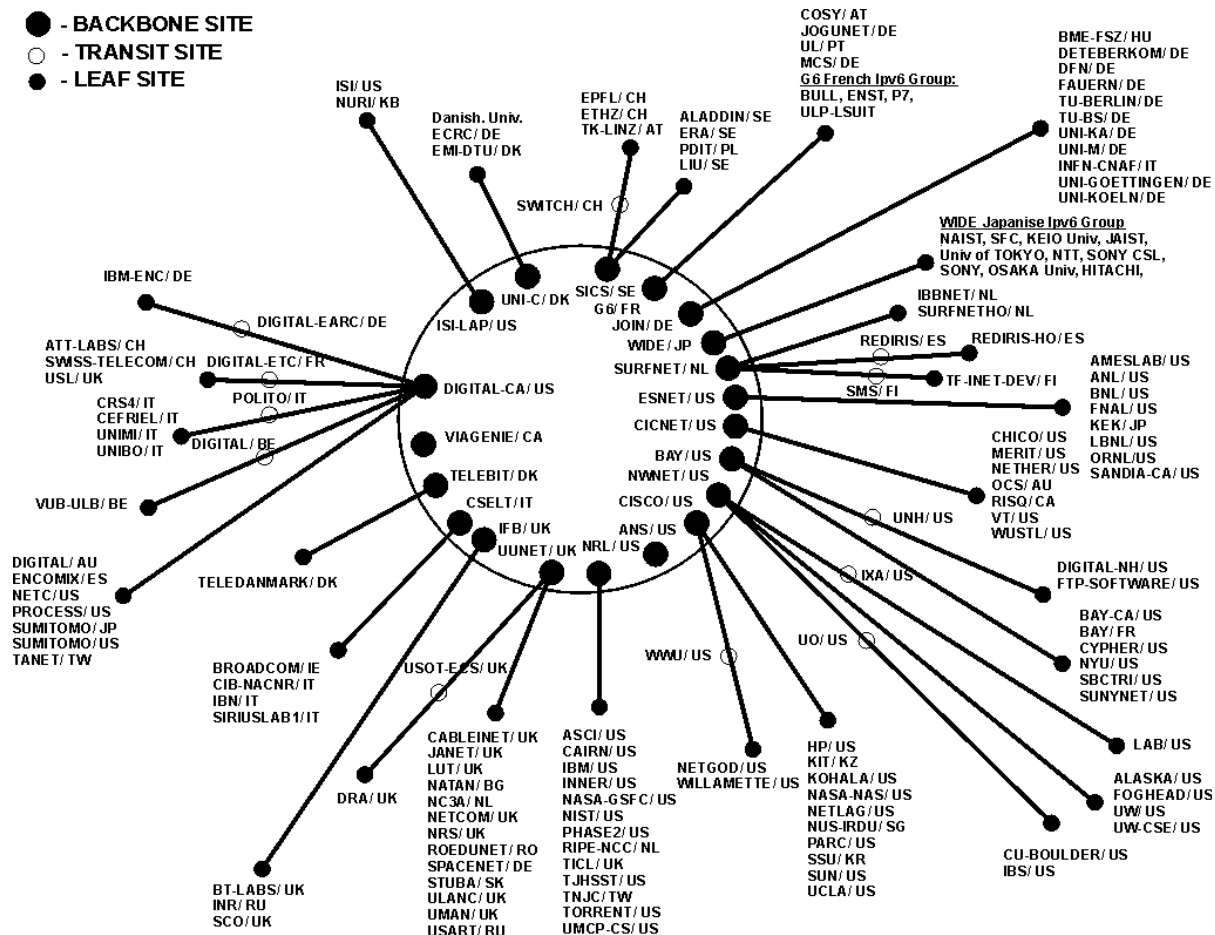


Рис. 2. Структура сети проекта *bone*

Уже сейчас можно вынести первые уроки из работы сети *bbone*. Вначале различные узлы соединялись между собой анархическим способом. Очень быстро, однако, стало ясно, что необходимо постоянно поддерживать доступ и маршрутизацию между узлами. Так, пока сеть *bbone* насчитывала несколько десятков узлов, достаточно было использовать статическую маршрутизацию. Вскоре ситуация стала выходить из-под контроля и появилась необходимость в динамической маршрутизации.

Прежде всего отметим, что увеличилась длина IPv6-адреса с 32 до 128 бит. При этом решается проблема увеличения адресного пространства. Вместе с тем, такое резкое увеличение количества используемых адресов чревато разрастанием таблиц маршрутизации. Для того чтобы этого не произошло, было предложено применять иерархическую организацию адресов, позволяющую объединять маршруты.

В качестве примера иерархической организации можно назвать систему телефонных номеров, когда по серии коротких префиксов (страна/город/АТС) можно определить маршрут к любому абоненту. Нечто подобное наблюдается и в нашем случае.

На рис. 3 показан принцип иерархической организации адресов в сетях на основе IPv6.

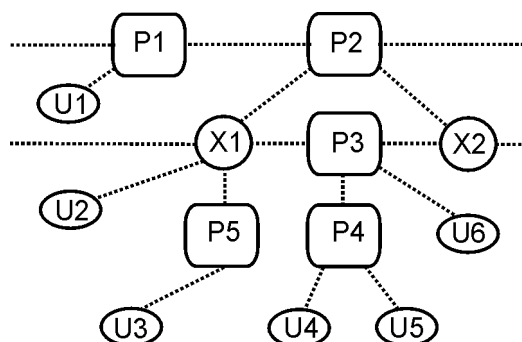


Рис. 3. Иерархическая организация адресов:
X — точки обмена; P — поставщики Интернет-услуг;
U — пользователи

Точки обмена пакетами информации X представляют собой узлы, имеющие префиксы высшего уровня в иерархической организации адресов, например, крупнейшие провайдеры. Затем ступенью ниже в данной системе адресов стоят поставщики Интернет-услуг P (провайдеры). Обмен информацией между провайдерами осуществляется как через точки обмена, так и напрямую. И, наконец, нижней ступенью в иерархии адресов являются конечные пользователи U.

Характерно, что если пользователь подключен к точке обмена X, то его адрес не зависит от того, с каким провайдером у него заключен договор. У других пользователей адреса будут начинаться со значений, выделенных соответствующим провайдером.

Заметим, что уже первые результаты реальной эксплуатации сети нового поколения *bone* пока-

зали ее жизнеспособность, поставив вместе с тем и ряд новых вопросов и проблем перед разработчиками. В частности, стала очевидной необходимость в тестировании протоколов нового поколения на их соответствие спецификациям, а также на их способность взаимодействовать друг с другом и с другими программными продуктами. Сейчас над этой проблемой работают многие научные центры как в США, так и в Европе и Японии [2].

В заключение заметим, что в настоящее время состав экспериментальной сети *bone* сильно расширился. В частности, в нее среди прочих вошла и украинская сеть, принадлежащая Донецкому государственному университету. Полный список всей сети *bone* можно найти на странице <http://www.cs-ipv6.lanacs.ac.uk/ipv6/6Bone/Whois/bycountry.html>

Подводя итог сказанному выше, следует отметить, что авторы данной публикации ставили своей задачей показать лишь тот фундамент, на котором было начато и идет сейчас полным ходом развитие нового поколения Интернет-технологий, основанное на использовании протоколов IPv6.

Литература: 1. Cizolt G. IPv6. Editions O'Reilly. Paris. 1998. 2. Nemchenko V. Génération des séquences de test pour les protocoles IPv6. Sécurité dans IPv6. Rapport de Recherche. INRIA Lorraine. Nancy. Décembre 2000.

Поступила в редколлегию 16.04.2001

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Загарий Г.И.

Немченко Владимир Петрович, канд. техн. наук, профессор ХТУРЭ. Научные интересы: техническая диагностика, сетевые технологии. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-17.

Md. Enamul Kabir, Lecturer, School of Communication, Independent University, Bangladesh Baridhara, Dhaka. Выпускник ХТУРЭ 1996 г. Научные интересы: сетевые технологии.

Md. Humayun Kabir, Lecturer, Institute of Business Studies, Darul Ihsan University, Dhanmondi, Dhaka. Научные интересы: использование сетевых технологий в бизнесе.

УДК 519.21

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ АВТОМАТОВ

БАТРАЕВА И.А.

Изучаются свойства автоматных отображений при их геометрической интерпретации в рамках дискретной словарной геометрии Γ_0 . Описываются полученные результаты, характеризующие преобразования образов автоматов в пространствах геометрии Γ_0 .

1. Введение

В технической диагностике широко используются теория экспериментов с автоматами, теория построения тестов. Первоначально задачи решались для моделей, представимых конечными детерминиро-

ванными автоматами с небольшим числом состояний, что позволяло использовать методы прямого перебора, явное построение таблиц переходов автоматов, графов автоматов и т.д. При диагностировании автоматов с большим числом состояний теряется обзорность и возможность явного построения представлений автоматов, а переборные методы становятся нереализуемыми на практике вследствие экспоненциального роста числа вычислений. В связи с этим все большее значение приобретают непереборные методы исследования автоматов.

Одним из таких методов является геометрический подход к диагностированию поведения автоматов, предложенный В.А. Твердохлебовым [1,2]: построение дискретной словарной геометрии Γ_0 , ее изоморфное вложение в двумерную евклидову геометрию Γ_1 , построение образов автоматов в словарной и евклидовой геометриях, распространение геомет-