



«Переход с IPv4 на IPv6: регуляторные и технические аспекты»

Семинар МСЭ

г. Кишинев, Республика Молдова, 24-25 мая 2012 г.

# Взаимодействие сетей IPv4 и IPv6 без использования NAT

Харитонов В. Х.

к.т.н., проф. СПбГУТ

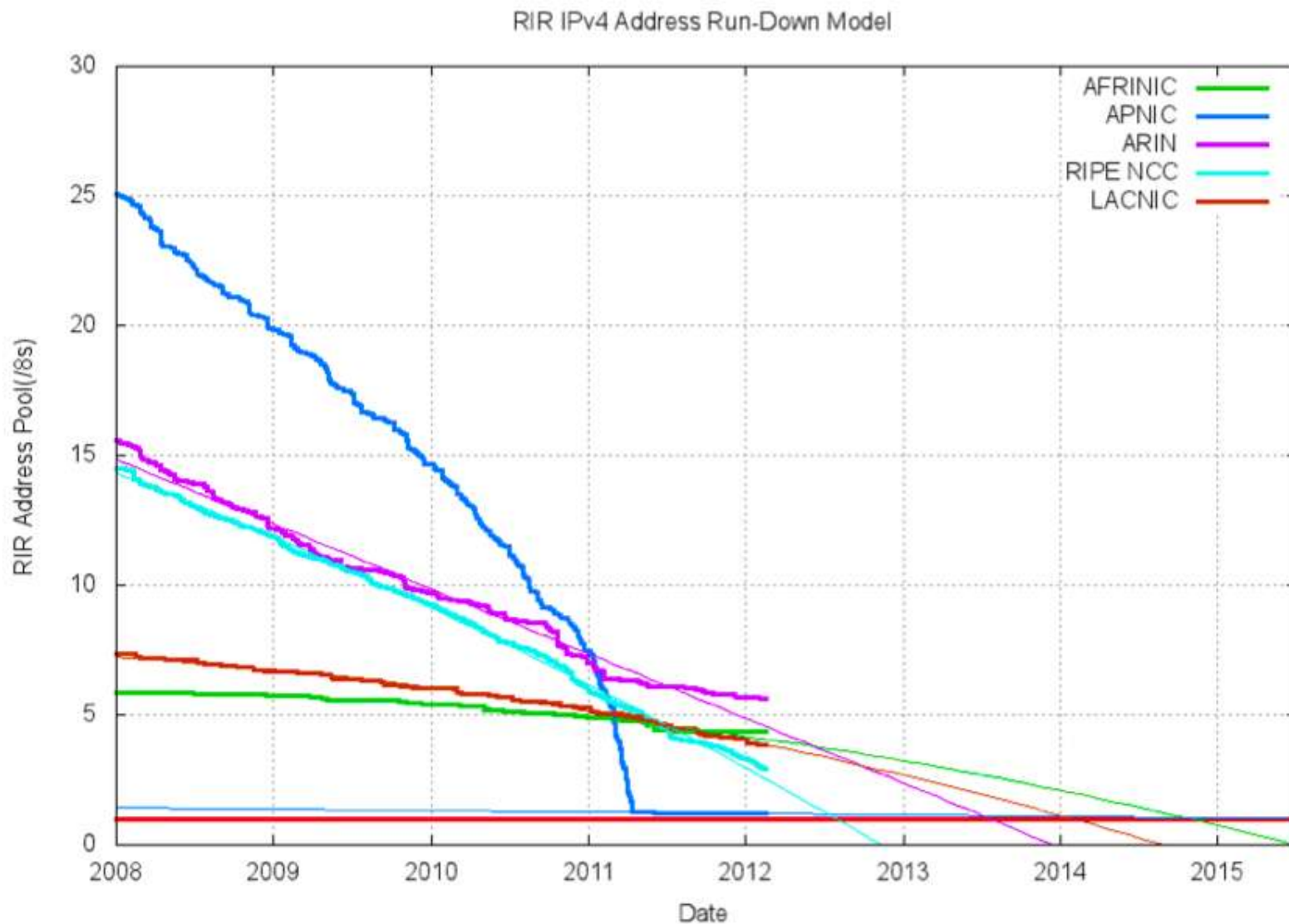
[kharitonov@satm-tech.com](mailto:kharitonov@satm-tech.com)

Мараев В. Б.

асп. СПбГУТ

[maraevvb@gmail.com](mailto:maraevvb@gmail.com)

# Исчерпание адресов IPv4



# Обзор существующих решений по реализации перехода на IPv6



## Двойной стек протоколов

Протоколы IPv4 и IPv6 работают совместно на всех устройствах сети, используя общие каналы связи.

## Туннелирование

Инкапсуляция пакетов IPv6 в пакеты IPv4 для обеспечения взаимодействия пользователей новой версии протокола через сеть IPv4. Возможно и обратное применение.

## Преобразование адресов

Организует взаимодействие сетей, использующих разные версии протокола IP. Основано на использовании трансляторов адресов – NAT. Данный механизм призван обеспечить связь между конечными пользователями, использующими разные версии IP.

## Двойной стек протоколов

- ▶ Существующая сеть должна быть полностью готова к переходу на IPv6
- ▶ Протокол IPv6 должен работать на каждом из узлов сети
- ▶ Расширение использующей двойной стек сети требует новых адресов IPv4
- ▶ Невозможно взаимодействие между узлами, использующими разные версии протоколов

## Туннелирование

- ▶ Невозможно взаимодействие между узлами, использующими разные версии протоколов

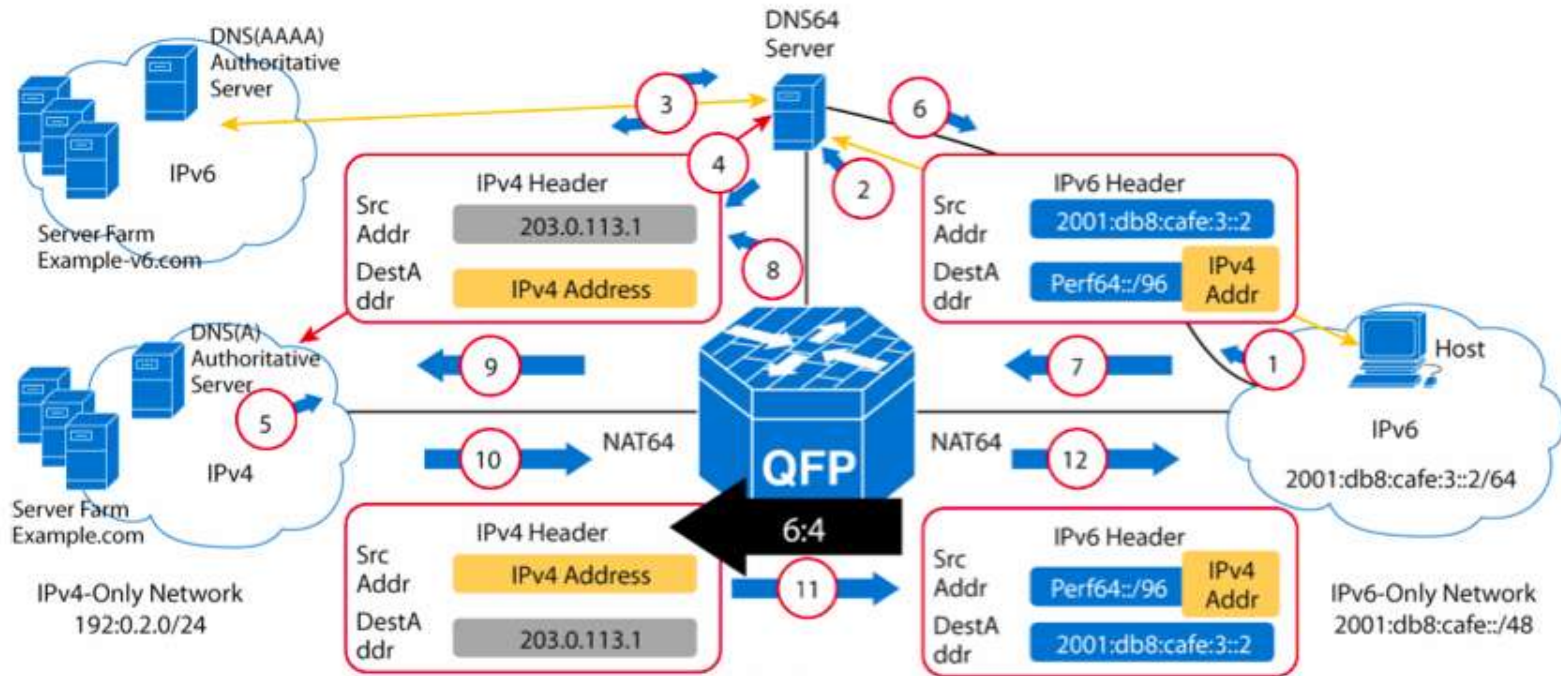


Рассмотрим на примере **NAT64** (RFC 6144), реализованном Cisco в маршрутизаторах серии ASR 1000.

Используется транслятор адресов с сохранением состояний (Stateful NAT64). Преобразование адреса может быть инициировано со стороны IPv4- или IPv6-хоста.

Также используется **DNS64**, синтезирующий AAAA-записи из A-записей, тем самым, предоставляя хостам IPv6 адреса IPv4 выраженные в формате IPv6.

# Преобразование адресов с использованием маршрутизатора Cisco ASR 1000



NAT64 Configuration on ASR 1000:

```

NAT64 Translations:
tcp
192.0.2.1:80
203.0.113.1:1024
    
```

```

[2001:db8:cafe::c000:0201]:80
[2001:db8:cafe:3::2]:9187
    
```

```

Nat64 prefix stateful 2001:db8:cafe::/96
nat64 v4 pool mypool 203.0.113.1 203.0.113.100
nat64 v6v4 list mylist pool mypool overload
ipv6 access-list mylist
permit ipv6 2001:db8:cafe::/48 any
    
```

- DNS "AAAA" Query/Response
- DNS "A" Resource Query/Response
- Traffic Flow Initiated by IPv6 Netflow

Предложение по переводу на IPv6 сетей,  
фрагменты которых уже используют адресацию  
IPv6



# Взаимодействие сетей IPv4 и IPv6 без использования NAT

Основная проблема заключается в том, что адрес IPv6 невозможно представить в формате IPv4 из-за того, что это не предусмотрено структурой пакета IPv4.

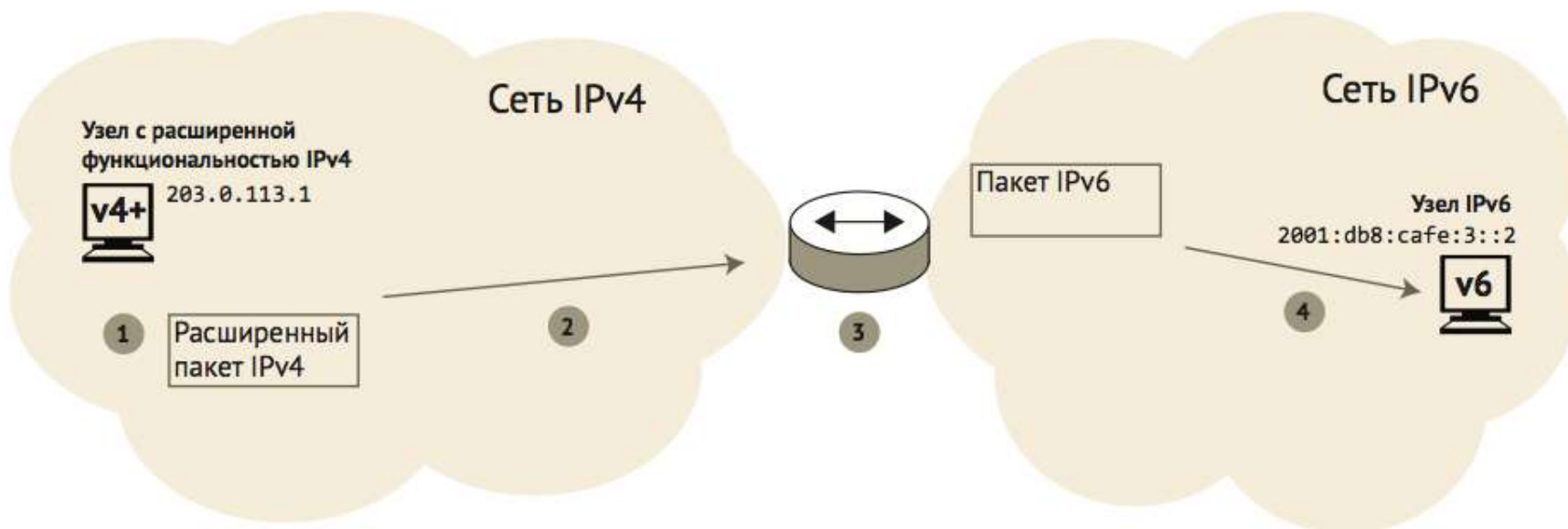
Представляется возможным расширить основной заголовок IPv4 для того, чтобы поместить туда адрес IPv6.

- ▶ Первые 32 бита адреса IPv6 записываются в поле адреса отправителя или получателя с модификацией первых четырех битов в F (1111). Тем самым, формируется адрес класса E.
- ▶ Остальные биты адреса IPv6 записываются после адреса получателя без изменений.
- ▶ Размер заголовка увеличивается на 3 строки, вносится изменение в соответствующее поле.

# Механизм взаимодействия



- 1 Формирование расширенного заголовка IPv4
- 2 Передача пакета по сети с использованием маршрутизации v4
- 3 Преобразование расширенного пакета IPv4 в стандартный пакет IPv6 на граничном устройстве
- 4 Доставка пакета IPv6 получателю



## Пояснения по модификации первых четырех битов адреса IPv6

Global Unicast IPv6 Address имеет префикс 2000:/3, при этом IANA зарезервировала префиксы 3000:/4 для дальнейшего использования. То есть, все адреса, используемые RIR-ами начинаются с цифры 2.

Для передачи пакета по сети IPv4 цифра 2 (0010) заменяется на F (1111), формируя IP-адрес класса E.

- ▶ Такие адреса не используются в сетях IP, не будет пересечения с другими адресами и, следовательно, проблем с маршрутизацией.
- ▶ По местоположению такого адреса (в поле адреса отправителя или получателя) можно определить, кто имеет адрес IPv6 и кому принадлежат три строки после адреса получателя.

# Преимущества описанного алгоритма преобразования адресов

Основным преимуществом является значительное упрощение процесса преобразования адреса.

- ▶ Преобразование на маршрутизаторе – алгоритмическое, является простейшей процедурой.
- ▶ Нет необходимости использовать громоздкие таблицы соответствия адресов, сохранять состояния.

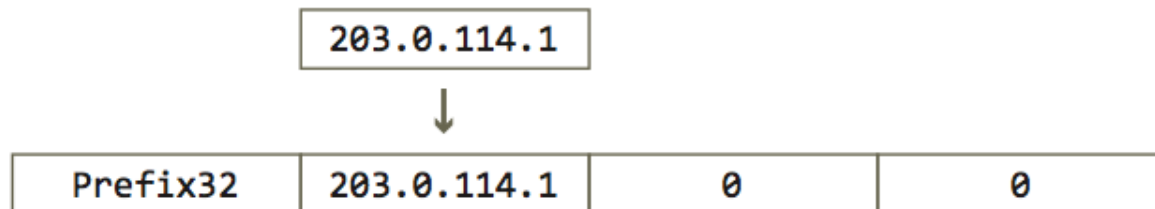
Предложение по переводу на IPv6 сетей,  
полностью использующих адресацию IPv4

## Сценарий перехода на IPv6 (1-й этап)

При отсутствии сегментов сети, использующих IPv6, предлагается сценарий, позволяющий перевести сеть на IPv6 в два этапа.

1. Перевод всей сети на протокол IPv6 с сохранением формата адресации IPv4.

На устройствах сети разворачивается стек IPv6, адреса устройств берутся не из пула Global Unicast Address, а формируются на основе адресов IPv4 следующим образом:

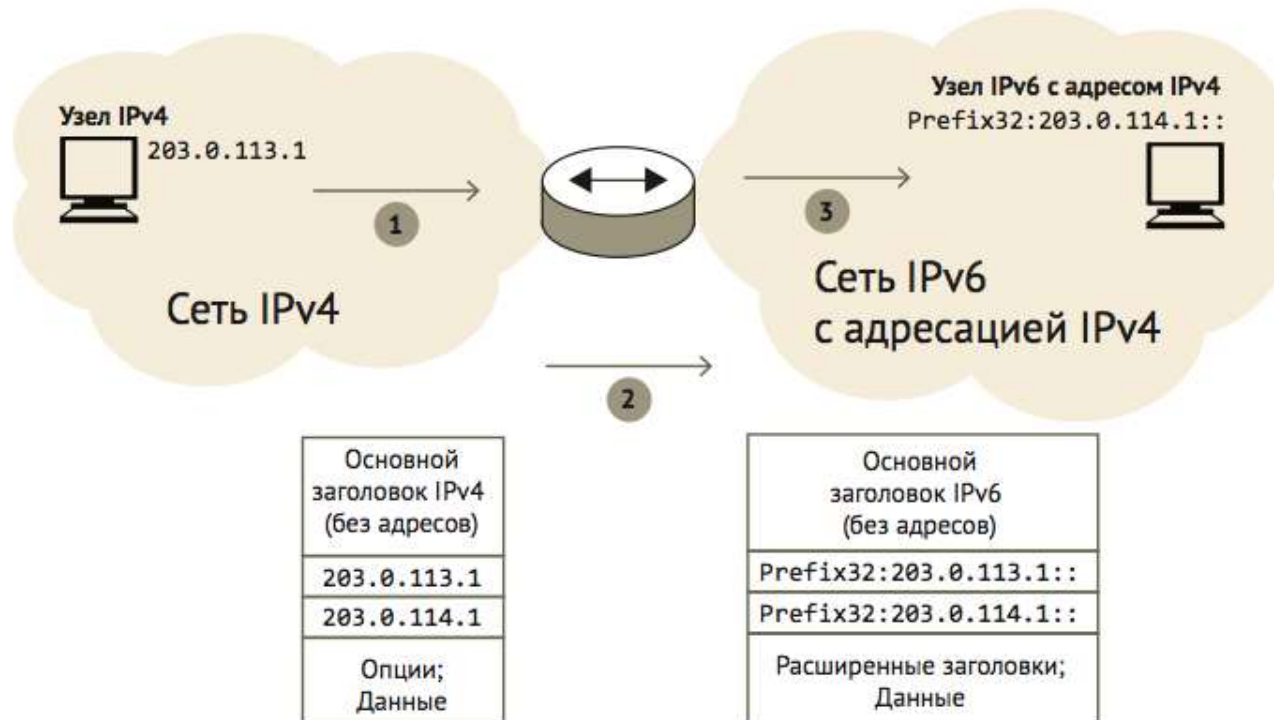


- ▶ При передаче пакета из сети IPv4 в сеть IPv6 пакет и формат адреса преобразуются согласно алгоритму без использования таблиц соответствия адресов.

# Сценарий перехода на IPv6 (1-й этап)

## Взаимодействие сетей

- 1 Отправка пакета IPv4
- 2 Граничное устройство осуществляет алгоритмическое преобразование IPv4 -> IPv6
- 3 Доставка пакета по сети IPv6





2. После того, как вся сеть будет переведена на протокол IPv6, возможно использование других форматов адресов.
  - ▶ Переход на иерархические адреса IPv6 может быть осуществлен плавно.
  - ▶ В формате IPv6 адрес IPv4 позволяет создавать сети на своей основе, добавляя идентификатор интерфейса (EUI-64) в правые 64 бита, тем самым, адресное пространство значительно расширяется.
  - ▶ Нет необходимости в новых адресах IPv4.

Prefix32	203.0.114.1	EUI-64
----------	-------------	--------