

Протокол IPv6

Сети и системы телекоммуникаций

Созыкин А.В.

План

Место протокола IPv6 в модели OSI и TCP/IP

Цели создания IPv6

Формат заголовка IPv6

Адреса IPv6

Внедрений IPv6

Место в моделях OSI и TCP/IP

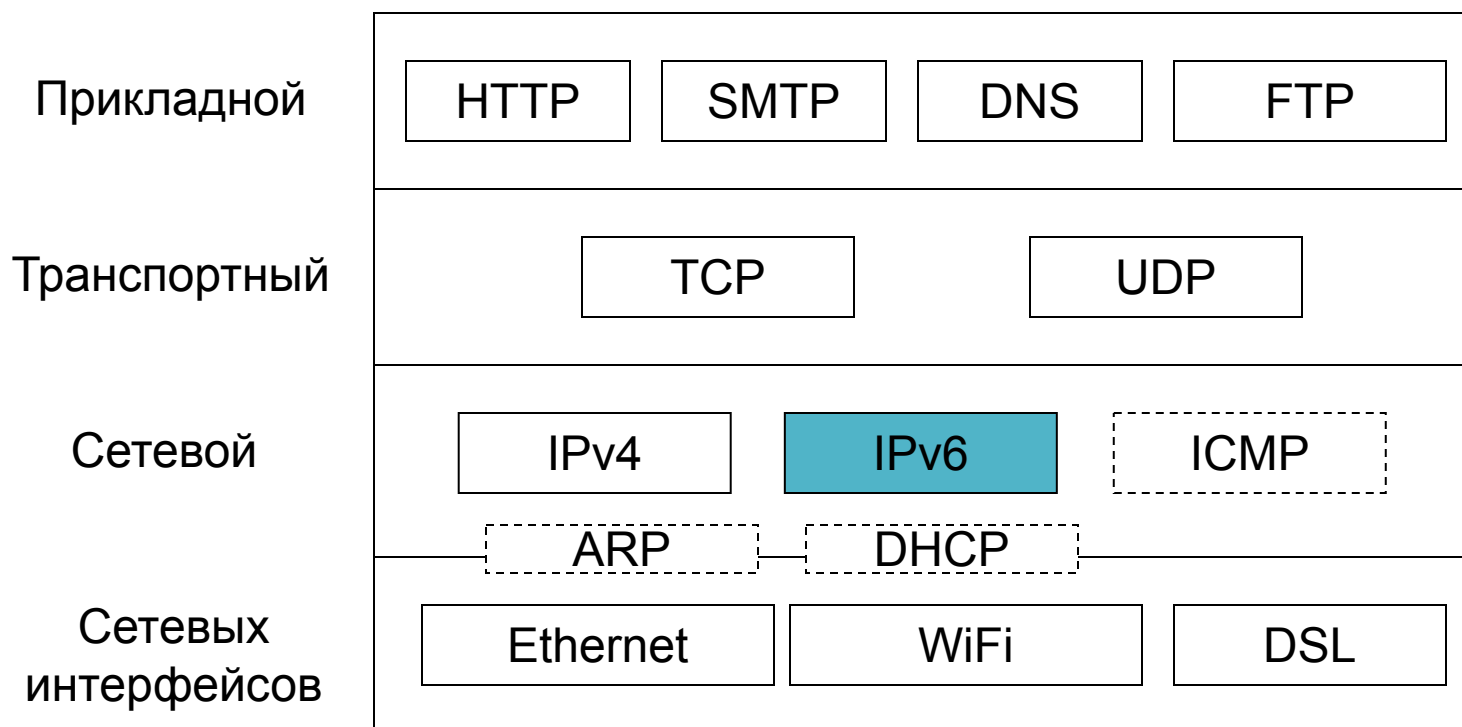
Модель OSI

Прикладной
Представления
Сеансовый
Транспортный
Сетевой
Канальный
Физический

Модель TCP/IP

Прикладной
Транспортный
Сетевой
Сетевых интерфейсов

Место в стеке протоколов TCP/IP



Место в стеке TCP/IP

IPv6 (Internet Protocol version 6) – протокол сетевого уровня стека TCP/IP

IPv6 используется для передачи данных на сетевом уровне

IPv6 – замена IPv4

IPv6 не совместим с IPv4

IPv6 совместим с другими протоколами стека TCP/IP: TCP, UDP, ICMP, DHCP, DNS и др.

Цели создания IPv6

Адресация миллиардов устройств в сети (борьба с нехваткой адресов в IPv6)

Упрощение протокола для ускорения работы маршрутизаторов

Обеспечение безопасности

Качество обслуживания

Когда был создан IPv6?

Когда был создан IPv6

1990 – проблемная группа проектирования Интернета IETF начала работу над новой версией протокола IP

1998 – IPv6 принят в качестве стандарта RFC 2460

IPv5:

Экспериментальный протокол потоковой передачи данных (Streaming Protocol), предложен в 1979 г.

Не использовался широко

Концепции IPv5 перешли в ATM и MPLS

Формат заголовка IPv6

4 бита Номер версии	8 бит Дифференцированное обслуживание	16 бит Метка потока	
16 бит Длина полезной нагрузки		8 бит Следующий заголовок	8 бит Максимальное число транзитных участков
16 байт IPv6-адрес отправителя			
16 байт IPv6-адрес получателя			
Дополнительные заголовки (не обязательно)			

Формат заголовка IPv6

Версия – номер версии протокола IP: 6

Дифференцированное обслуживание – параметры качества обслуживания (перешло в IPv4)

Метка потока – сообщение об особенных требованиях к обработке

Маршрутизаторы смотрят на метку потока и обрабатывают пакеты по разному

Аналог виртуальных каналов в MPLS

Метки должны быть настроены на всех маршрутизаторах заранее

Формат заголовка IPv6

Длина полезной нагрузки – размер данных в IPv6 пакете (в IPv4 был размер всего пакета)

Следующий заголовок – использование дополнительных заголовков

Тип следующего необязательного заголовка

Последний тип заголовка – протокол транспортного уровня (TCP или UDP)

Максимальное число транзитных участков – максимальное число маршрутизаторов, после которого пакет отбрасывается (аналог TTL в IPv4)

Что исчезло по сравнению с IPv4?

Контрольная сумма

В IPv6 отказались от контрольной суммы в заголовке

Аргументация:

Контрольную сумму необходимо пересчитывать на каждом маршрутизаторе – высокие накладные расходы

Каналы связи надежные – ошибок мало

Контрольные суммы рассчитываются на канальном и транспортном уровне: достаточно для обнаружения ошибок

Фрагментация

Маршрутизаторы IPv6 не выполняют фрагментацию

Высокие накладные расходы на маршрутизаторе

Фрагментацию выполняют хосты, которые отправляют данные

Как хост может узнать MTU в сети?

Path MTU Discovery

Технология, позволяющая хосту определить MTU

RFC 1191 – Path MTU Discovery (1990)

RFC 1981 – Path MTU Discovery for IPv6 (1996)

Маршрутизатор не фрагментирует IP пакет, а отбрасывает его и оповещает хосту ICMP сообщение:

ICMP – Тип 3 (Destination Unreachable), код 4 (fragmentation needed and DF set) + размер MTU

ICMPv6 – Тип 2 код 0 (Packet Too Big) + MTU

Хост отправляет новый пакет с меньшим размером MTU

Дополнительные заголовки IPv6

Параметры маршрутизации

Параметры получателя

Маршрутизация

Фрагментация

Аутентификация

Шифрование

Влияние IPv6 на IPv4

Некоторые возможности IPv6 были внесены в IPv4

Качество обслуживания:

Поле «Тип сервиса» в заголовке IPv4 было заменено на «Дифференцированное обслуживание», как в IPv6

Безопасность:

Аутентификация и шифрование были перенесены в IPv4 в виде технологии IPSec (IP Security)

Адресация в IPv6

Адресация – основное отличие IPv6 от IPv4

IPv4 – размер адреса 4 байта

IPv6 – размер адреса 16 байт

Рассматриваемые варианты размера адреса

8 байт – первоначальное предложение разработчиков IPv6

20 байт – размер адреса в протоколе CLNP (протокол сетевого уровня в стеке OSI)

Адреса переменной длины

RFC 4291 (IP Version 6 Addressing Architecture)

Форма представления IPv6 адреса

Размер адреса IPv6 увеличился, старый формат записи
неудобен

Новый формат:

8 групп по четыре шестнадцатеричных цифры
8000:0000:0000:0000:0127:AB68:CD45:EF15

Сокращения IPv6 адреса

Адреса IPv6 часто содержат много нулей, поэтому разработано несколько форм сокращения

Ведущие нули в группе можно опустить

8000:0000:0000:0000:0127:AB68:CD45:EF15

8000:0000:0000:0000:**127**:AB68:CD45:EF15

Несколько подряд идущих групп нулей можно пропустить:

8000::**127**:AB68:CD45:EF15

Как сократить адрес:

8000:0000:0000:0127:0000:AB68:CD45:EF15

Специальные IPv6 адреса

Localhost

::1 (0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001)

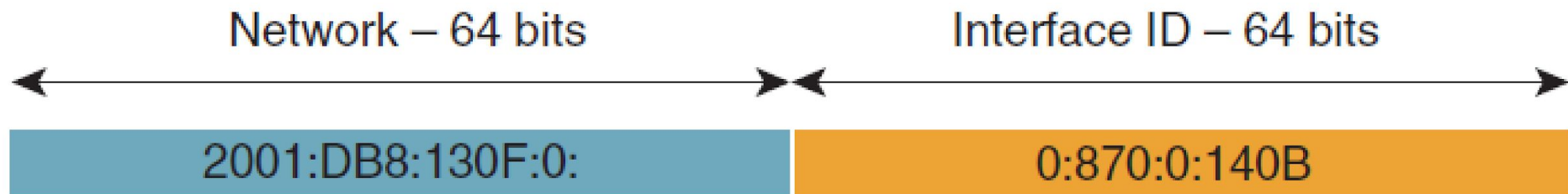
Адрес IPv4 в формате IPv6

Используется на время переходного периода, когда применяются обе версии протокола

Два двоеточия и затем адрес в десятичном виде

::192.168.1.1

Структура IPv6 адреса



Типы IPv6 адресов

Unicast

Адреса хостов в сети (данные получает только один хост)

Multicast

Групповые адреса (данные получают все хосты в группе)

Anycast

Групповые адреса (данные получает только один хост в группе)

Нет широковещательных адресов

Можно использовать групповой адрес FF02::1

Область действия IPv6 адресов

Link local – адреса для передачи данных в рамках одного сегмента сети (без маршрутизации)

Site local – адреса для передачи данных внутри организации (аналог Private адресов в IPv4).

Маршрутизируются в сети организации, но недоступны их Интернет

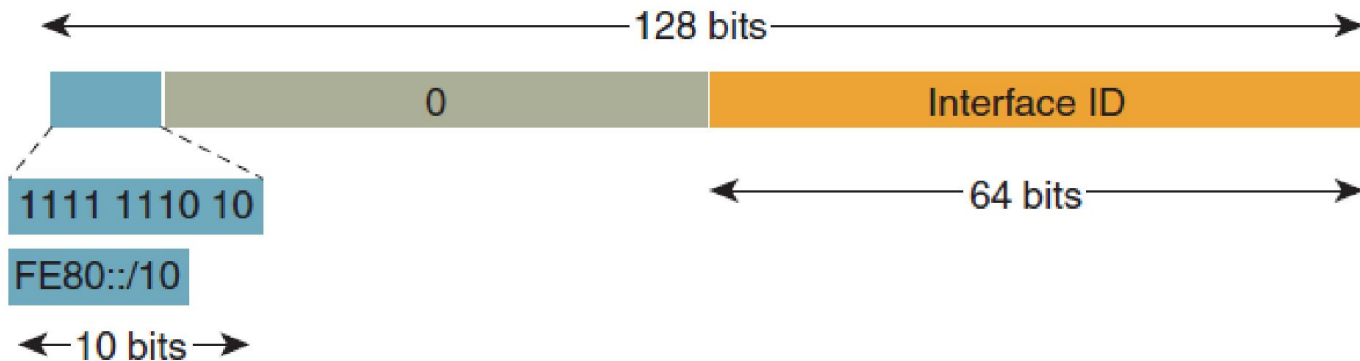
Global – глобальные адреса для работы в Интернет

В IPv6 интерфейс может иметь несколько адресов разных типов

Link local адреса

Используются внутри одного сегмента сети

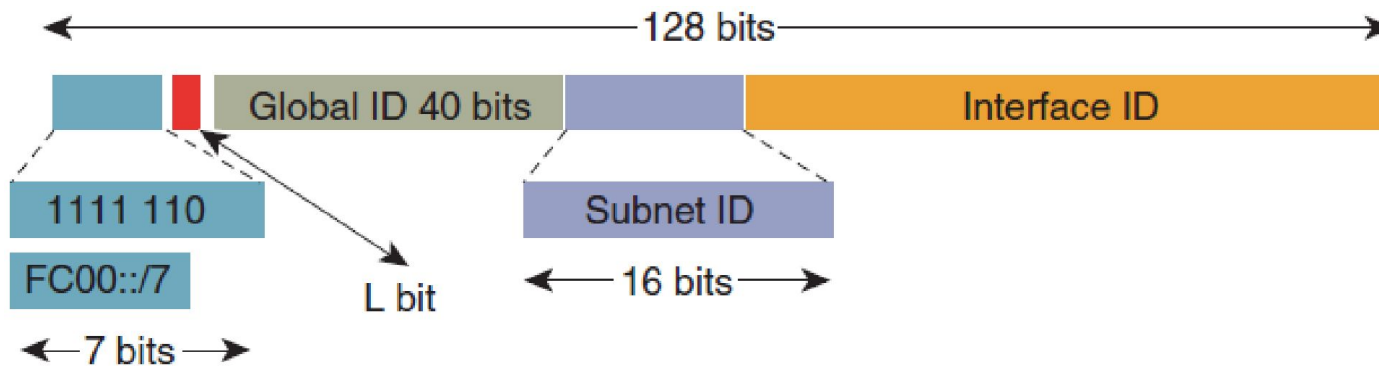
Начинаются с FE80::/10



Site local адреса

Используются внутри одной организации

Начинаются с FC00::/7 (сейчас с FD00::/8)



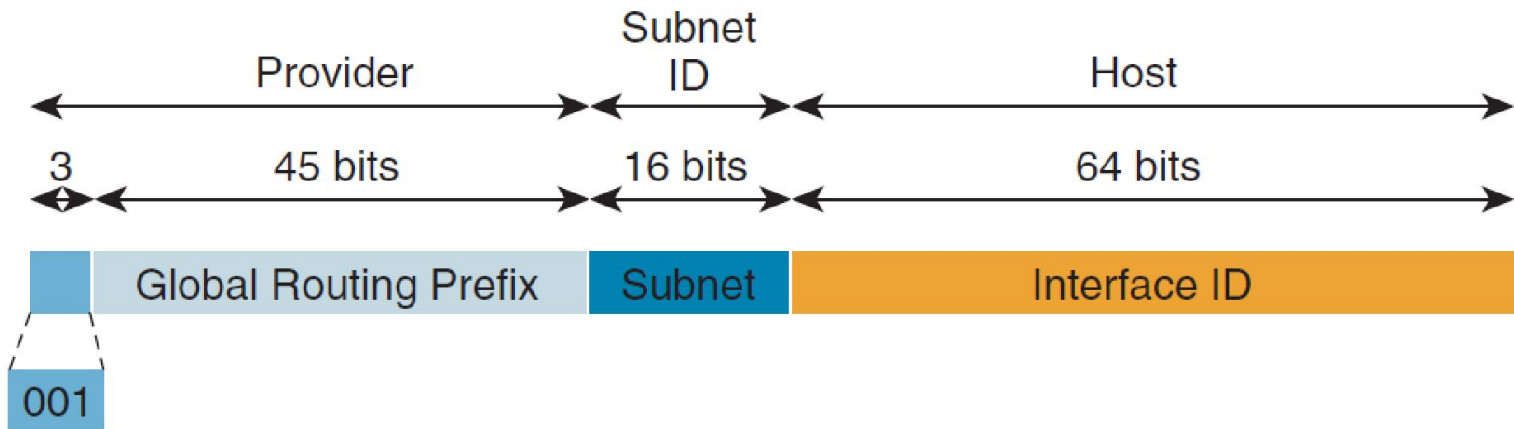
Global ID выбирается для каждой организации по алгоритму из RFC 4193 (с высокой долей вероятности уникальный)

Global адреса

Используются в Интернет

Выделяются регистратором ICANN (не должны дублироваться)

Сейчас выделяются из диапазона 2000::/3



Варианты назначения IPv6 адресов

Вручную

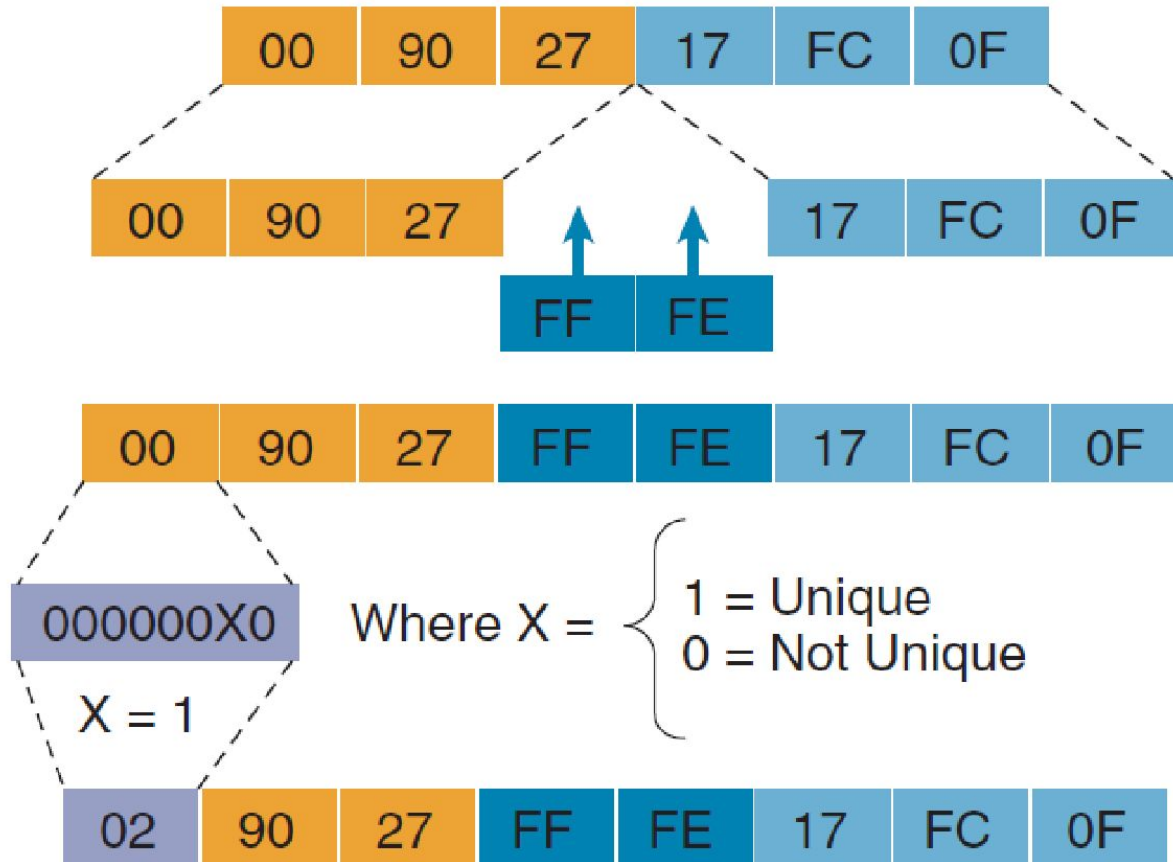
DHCPv6

Автоматическая конфигурация

Формирование Interface ID на основе MAC-адреса - процесс EUI-64 (Extended Unique Identifier, 64 бита)

Получение от маршрутизатора Subnet ID и других параметров

Процесс EUI-64



Автоматическая конфигурация

В IPv6 хост может получить от маршрутизатора следующие параметры:

Subnet ID, адрес шлюза, адрес DNS-сервера и т.д.

Механизм реализации:

Хост отправляет ICMPv6 запрос тип 133 код 0 (Router Solicitation) на групповой адрес FF02::2 (all routers)

Маршрутизатор, который получил запрос, отвечает ICMPv6 сообщением тип 134 код 0 (Router Advertisement) с параметрами сети

Маршрутизаторы периодически рассылают Unsolicited Router Advertisements на групповой адрес FF02::1 (all nodes)

Переход на IPv6

IPv4 и IPv6 не совместимы, необходим явный переход на IPv6, заметный для пользователей Интернет

Не предполагается, что переход на IPv6 будет быстрым
Долгое время будут сосуществовать два протокола

Механизмы перехода

Dual Stack

Туннелирование

6to4

Teredo

Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)

Запуск IPv6 в мире

IPv6 World Launch

6 июня 2012 г.

Компании договорились об использовании IPv6 и внедрении его в свои продукты

Cisco, D-Link, Google, Facebook, Yahoo!, Microsoft и др.

<http://www.worldipv6launch.org/>



Внедрение IPv6

Статистика Google: обращение пользователей по IPv6



Внедрение IPv6

Статистика Google по странам:

Швейцария – 9,53%

Румыния – 7,36%

Германия – 5,7%

США – 5,32%

Франция – 4,84%

Украина – 1,17%

Россия – 0,28%

Великобритания – 0,19%

Проблемы внедрения IPv6

IPv6 был стандартизован в 1998

IPv6 решает насущную проблему – нехватка адресов IPv4

IPv6 поддерживается всем современным оборудованием, операционными системами и ПО

Протокол IPv6 проще, чем IPv4

Почему IPv6 до сих пор не вытеснил IPv4?

Проблемы внедрения IPv6

IPv6 не совместим с IPv4

Требуется полная замена, заметная для пользователей

Для многих проблем IPv4 удалось найти решение (хотя бы временное)

Нехватка IPv4-адресов – NAT

Низкая безопасность – IPSec

Качество обслуживания – Дифференцированное обслуживание

Люди и организации не понимают, зачем переходить на IPv6

Итоги

Место протокола IPv6 в модели OSI и TCP/IP

Цели создания IPv6

Формат заголовка IPv6

Адреса IPv6

Внедрений IPv6

Вопросы