

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

Y.2058

(11/2011)

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО
ПРОТОКОЛА, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ,
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

Сети последующих поколений – Структура и
функциональные модели архитектуры

План перехода к IPv6 с позиции операторов сетей последующих поколений

Рекомендация МСЭ-Т Y.2058

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-T СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899

АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ

Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
IP TV по NGN	Y.1900–Y.1999

СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
--	----------------------

Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Пакетные сети	Y.2600–Y.2699
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900–Y.2999

БУДУЩИЕ СЕТИ

БУДУЩИЕ СЕТИ	Y.3000–Y.3499
--------------	---------------

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	Y.3500–Y.3999
---------------------	---------------

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА И СООБЩЕСТВА

Общие положения	Y.4000–Y.4049
Определения и терминология	Y.4050–Y.4099
Требования и сценарии использования	Y.4100–Y.4249
Инфраструктура, возможность установления соединений и сети	Y.4250–Y.4399
Структуры, архитектуры и протоколы	Y.4400–Y.4549
Услуги, приложения, вычисления и обработка данных	Y.4550–Y.4699
Управление, контроль и рабочие характеристики	Y.4700–Y.4799
Идентификация и безопасность	Y.4800–Y.4899
Анализ и оценка	Y.4900–Y.4999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-T.

**План перехода к IPv6 с позиции операторов
сетей последующих поколений**

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т Y.2058 определены для операторов сетей последующих поколений (СПП) этапы перехода от СПП на базе протокола Интернет версии 4 (IPv4) к СПП на базе протокола Интернет версии 6 (IPv6). Этот переход включает пять этапов – от СПП на базе только IPv4 до СПП на базе только IPv6. Приведены общие функциональные требования, которые необходимо выполнять в процессе перехода, а также конкретные функциональные требования по каждому этапу.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т Y.2058	29.11.2011 г.	13-я	11.1002/1000/11441

Ключевые слова

IPv6, СПП на базе IPv6, переход к IPv6, СПП, оператор СПП

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL: <http://handle.itu.int/>, после которого следует уникальный идентификатор Рекомендации. Например, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т. п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2017

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Определения	1
3.1 Термины, определенные в других документах	1
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации	2
4 Сокращения и акронимы	2
5 Условные обозначения	2
6 Особенности перехода СПП к IPv6	2
6.1 Сценарии связи при переходе к IPv6 для операторов СПП.....	2
6.2 Доступные механизмы перехода для развертывания операторами СПП.....	3
6.3 Функциональная архитектура СПП в период перехода к IPv6	5
7 Этапы перехода СПП к IPv6	6
7.1 Этап 0: СПП с IPv4	6
7.2 Этап 1: соединение СПП на базе IPv6 через СПП на базе IPv4	7
7.3 Этап 2: соединение СПП на базе IPv6 и СПП на базе IPv4 через СПП с двойным стеком	8
7.4 Этап 3: соединение СПП на базе IPv4 через СПП на базе IPv6	9
7.5 Этап 4: полный переход к СПП на базе IPv6	9
8 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП при переходе к IPv6.....	10
8.1 Общие функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП для поддержки перехода к IPv6	10
8.2 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП на каждом этапе перехода к IPv6	11
9 Соображения безопасности.....	13
Библиография	14

План перехода к IPv6 с позиции операторов сетей последующих поколений

1 Сфера применения

Задача настоящей Рекомендации заключается в описании для операторов СПП этапов перехода от СПП на базе IPv4 к СПП на базе IPv6.

Сфера применения настоящей Рекомендации включает:

- определение этапов перехода к IPv6 для операторов СПП;
- сценарии каждого этапа перехода к IPv6 для операторов СПП;
- функциональные требования каждого этапа перехода для операторов СПП.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

[ITU-T Y.2001]	Рекомендация МСЭ-Т Y.2001 (2004 г.), <i>Общий обзор СПП.</i>
[ITU-T Y.2011]	Рекомендация МСЭ-Т Y.2011 (2004 г.), <i>Общие принципы и общая эталонная модель сетей последующих поколений.</i>
[ITU-T Y.2012]	Рекомендация МСЭ-Т Y.2012 (2010 г.), <i>Функциональные требования и архитектура сетей последующих поколений.</i>
[ITU-T Y.2053]	Рекомендация МСЭ-Т Y.2053 (2008 г.), <i>Общий обзор сети последующих поколений на базе IPv6.</i>
[ITU-T Y.2091]	Рекомендация МСЭ-Т Y.2091 (2008 г.), <i>Термины и определения для сетей последующих поколений.</i>
[ITU-T Y.2701]	Рекомендация МСЭ-Т Y.2701 (2007 г.), <i>Требования к безопасности для сетей последующих поколений версии 1.</i>

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах:

3.1.1 хост [b-ITU-T Y.1540]: Компьютер, осуществляющий соединения с использованием протоколов Интернет. Хост реализует функции маршрутизации (т. е. он функционирует на уровне IP), а также может реализовать дополнительные функции, включая протоколы верхнего уровня (например, TCP на хосте-источнике или хосте-получателе) и протоколы нижнего уровня (например, ATM).

3.1.2 маршрутизатор [b-ITU-T Y.1540]: Хост, который обеспечивает возможность связи между другими хостами путем пересылки IP-пакетов на основе содержимого их полей IP-адреса получателя.

3.1.3 СПП на базе IPv6 [b-ITU-T Y.2051]: Данный термин обозначает СПП, которые поддерживают адресацию, протоколы маршрутизации и услуги, связанные с IPv6. В СПП на базе IPv6 должны быть реализованы распознавание и обработка заголовков и опций IPv6 в условиях работы с различными базовыми транспортными технологиями в страте транспортирования.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящей Рекомендации определены следующие термины:

3.2.1 NAT операторского класса (carrier grade NAT) (CGN): Устройство трансляции сетевых адресов (NAT), которое развернуто в сети оператора связи. Устройство осуществляет трансляцию адресов пакетов между разными пространствами IP-адресов. NAT может объединяться также с функциями туннеля.

3.2.2 СПП с двойным стеком (dual-stack NGN): Данный термин обозначает СПП, которые поддерживают адресацию, протоколы маршрутизации и услуги, связанные и с IPv4 и с IPv6. В СПП с двойным стеком должны быть реализованы распознавание и обработка заголовков и опций IPv4 и IPv6 в условиях работы с различными базовыми транспортными технологиями в страте транспортирования. В СПП с двойным стеком для обеспечения возможности взаимодействия IPv4 и IPv6 могут быть реализованы услуги трансляции.

3.2.3 оператор СПП (NGN operator): Структура, обеспечивающая подключение к СПП. Оператор СПП предоставляет и эксплуатирует инфраструктуру СПП. Возможно предоставление СПП на базе IPv4, СПП на базе IPv6 или СПП обоих видов.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

6PE	IPv6 Provider Edge Router	Маршрутизатор на стороне поставщика IPv6
CGA	Cryptographically Generated Addresses	Криптографически произведенный адрес
CGN	Carrier Grade NAT	NAT операторского класса
DNS	Domain Name System	Система доменных имен
IPSec	Internet Protocol Security	Набор протоколов для защиты данных, передаваемых по протоколу IP
IPv4	Internet Protocol version 4	Протокол Интернет версии 4
IPv6	Internet Protocol version 6	Протокол Интернет версии 6
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Многопротокольная коммутация с использованием меток
NAT	Network Address Translation	Трансляция сетевых адресов
NGN	Next Generation Network	СПП Сети последующих поколений

5 Условные обозначения

Отсутствуют.

6 Особенности перехода СПП к IPv6

Основная цель любого варианта перехода к IPv6 заключается в том, чтобы операторы СПП могли предоставлять IPv6-сети и услуги на базе IPv6, обеспечивая при этом продолжение работы IPv4-сетей и услуг на базе IPv4. Операторы также обеспечивают возможность взаимодействия IPv4-сетей и IPv6-сетей.

6.1 Сценарии связи при переходе к IPv6 для операторов СПП

На протяжении перехода к IPv6 операторы СПП должны поддерживать следующие сценарии связи наряду с некоторыми базовыми сценариями IPv6-связи. На разных этапах перехода, которые описаны в разделе 6, некоторые из этих сценариев могут быть необязательными.

- Сценарий А: Традиционный IPv4-хост взаимодействует с традиционным IPv4-хостом или с IPv4-приложением на хосте с двойным стеком. Этот сценарий должен поддерживаться до этапа 4, когда полностью завершён переход сети на СПП на базе IPv6. Базовая функция требует маршрутизацию и пересылку по IPv4.

- Сценарий В: Хост, работающий только по IPv6, взаимодействует с хостом, работающим только по IPv6, или с IPv6-приложением на хосте с двойным стеком. Этот сценарий должен поддерживаться на протяжении всего перехода к IPv6 с самого начала – с этапа 1. Базовая функция требует маршрутизацию и пересылку по IPv6.
- Сценарий С: Традиционный IPv4-хост взаимодействует с традиционным IPv4-хостом или с IPv4-приложением на хосте с двойным стеком по IPv6-сети. Этот сценарий должен поддерживаться на этапе 3 и может поддерживаться на этапе 2. Базовая функция требует туннелирование IPv4 через IPv6.
- Сценарий D: Хост, работающий только по IPv6, взаимодействует с хостом, работающим только по IPv6, или с IPv6-приложением на хосте с двойным стеком через IPv4-сеть. Этот сценарий должен поддерживаться на этапе 1 и может поддерживаться на этапе 2. Базовая функция требует туннелирование IPv6 через IPv4.
- Сценарий Е: Хост, работающий только по IPv6, взаимодействует с хостом, работающим только по IPv4. Этот сценарий должен поддерживаться на этапах 1, 2, 3 и 4. Базовая функция требует трансляцию адресов и протоколов.
- Сценарий F: Традиционный IPv4-хост взаимодействует с хостом, работающим только по IPv6. Этот сценарий должен поддерживаться на этапах 1, 2, 3 и 4. Базовая функция требует трансляцию адресов и протоколов.

6.2 Доступные механизмы перехода для развертывания операторами СПП

6.2.1 Доступные механизмы перехода

В [ITU-T Y.2053] представлено описание трех основных подходов к обеспечению взаимодействия и осуществлению перехода: двойной IP-уровень (двойной стек), настраиваемое туннелирование, трансляция сетевых адресов и протоколов. Дополнительно, в зависимости от конкретного приложения, могут быть использованы шлюзы прикладного уровня или прокси-серверы. Эти основные механизмы перехода отвечают различным требованиям и сценариям на этапах перехода. Операторы СПП могут использовать в своих сетях различные комбинации таких имеющихся механизмов перехода в соответствии со своими потребностями на каждом этапе.

Кроме того, неотвратимо скорое исчерпание глобальных общедоступных IPv4-адресов. Многие сетевые операторы уже испытывают нехватку глобальных общедоступных IPv4-адресов. В целях более широкого использования частных IPv4-адресов развернуто большое число устройств NAT. Использование частных IPv4-адресов не решает проблему исчерпания адресов. Оно может замедлить исчерпание, породив при этом многочисленные побочные эффекты и проблемы. Однако в процессе перехода к IPv6 частные IPv4-адреса могут использоваться для предоставления услуг доступа по IPv4. В целях совместного использования общедоступных IPv4-адресов в СПП могут быть развернуты CGN.

6.2.2 Комбинированные механизмы перехода для развертывания операторами СПП

Для упрощения функционирования услуг конечных пользователей на этапах перехода от IPv4 к IPv6 в СПП могут быть развернуты комбинации существующих механизмов перехода. Эти механизмы могут быть объединены с CGN и развернуты на стороне сети, управление этими механизмами и их эксплуатацию осуществляют операторы СПП.

На этапах 1 и 2, как показано на рисунке 1, туннелирование IPv6 через IPv4 может быть объединено с CGN и функцией трансляции из IPv6 в IPv4. Интегрированные устройства могут быть развернуты на границе между СПП на базе IPv4 и СПП на базе IPv6. CGN с двойным стеком, принимая пакет данных от хоста с двойным стеком, сначала проверяет, является ли этот пакет обычным IPv4-пакетом или пакетом туннелирования IPv6 через IPv4. В случае обычного IPv4-пакета CGN транслирует адрес источника пакета из частного IPv4-адреса области CGN в общедоступный IPv4-адрес, а затем отправляет его в СПП на базе IPv4. CGN должно регистрировать информацию отображения IPv4-IPv4 адресов для входящих пакетов как обычный NAT. В случае пакета туннелирования IPv6 через IPv4 CGN должно деинкапсулировать этот пакет в исходный IPv6-пакет, а затем отправить его в СПП на базе IPv6. Если адрес назначения исходного IPv6-пакета является встроенным IPv4-адресом, этот IPv6-пакет пересылается функции трансляции из IPv6 в IPv4, и после трансляции новые IPv4-пакеты отправляются в СПП на базе IPv4.

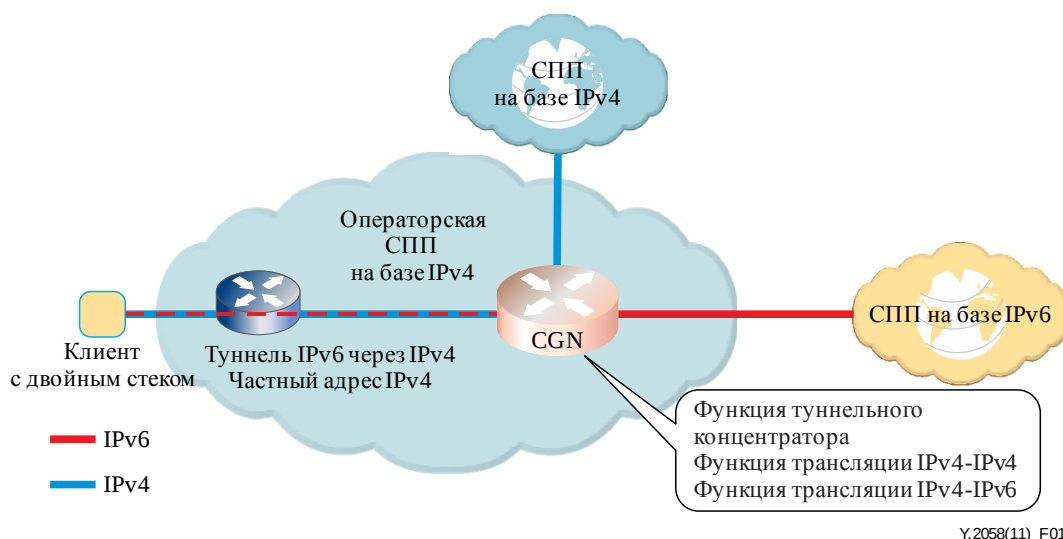


Рисунок 1 – Комбинация туннеля IPv6 через IPv4, CGN IPv4-IPv4 и функции трансляции IPv6/IPv4

На этапах 2 и 3, как показано на рисунке 2, туннелирование IPv4 через IPv6 может быть объединено с CGN и функцией трансляции между IPv6 и IPv4. Интегрированные устройства могут быть развернуты на границе между СПП на базе IPv4 и СПП на базе IPv6. CGN с двойным стеком, принимая пакет данных от хоста с двойным стеком, сначала проверяет, является ли этот пакет обычным IPv6-пакетом или пакетом туннелирования IPv4 через IPv6. В случае исходного IPv6-пакета CGN просто пересылает его в СПП на базе IPv6. В случае пакета туннелирования IPv4 через IPv6 CGN сначала деинкапсулирует этот пакет для получения исходного IPv4-пакета, а затем транслирует адрес источника пакета из частного IPv4-адреса области CGN в общедоступный IPv4-адрес, после чего отправляет этот пакет в СПП на базе IPv4. CGN должно регистрировать информацию туннелирования IPv4 через IPv6 и информацию отображения IPv4-IPv4 адресов для входящих пакетов. Если адрес назначения исходного IPv4-пакета указывает на функцию трансляции между IPv6 и IPv4, то после трансляции новые IPv6-пакеты отправляются в СПП на базе IPv6.

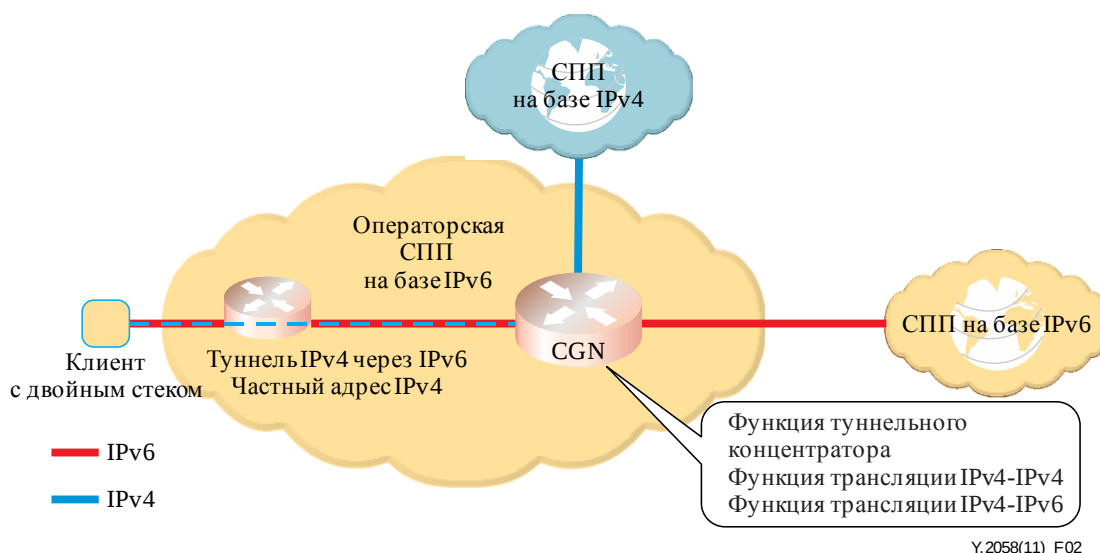


Рисунок 2 – Комбинация туннеля IPv4 через IPv6, CGN IPv4-IPv4 и функции трансляции IPv6/IPv4

6.3 Функциональная архитектура СПП в период перехода к IPv6

На рисунке 3 показана функциональная архитектура СПП в период перехода к IPv6.

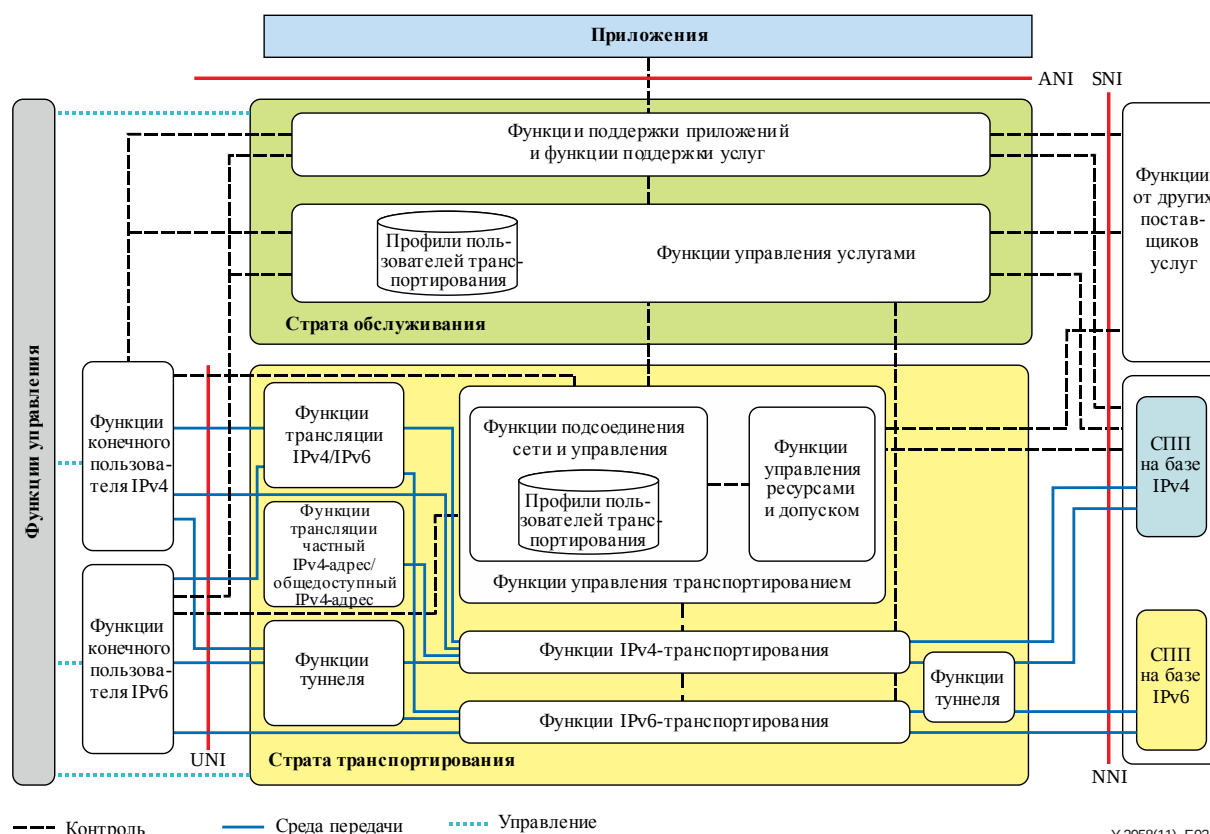


Рисунок 3 – Функциональная архитектура СПП в период перехода к IPv6

Как показано на рисунке 3, в период перехода к IPv6 задействованы несколько функций, а именно: функции конечного пользователя IPv4, функции конечного пользователя IPv6, функции трансляции IPv4/IPv6, функции трансляции из частного IPv4-адреса в общедоступный IPv4-адрес и функции туннеля.

Функции конечного пользователя IPv4 могут напрямую подключаться к функциям IPv4-транспортирования, а функции конечного пользователя IPv6 могут напрямую подключаться к функциям IPv6-транспортирования. Функции трансляции IPv4/IPv6 могут преобразовывать медиаданные IPv4 в медиаданные IPv6 и пересылать их функциям IPv6-транспортирования либо преобразовывать медиаданные IPv6 в медиаданные IPv4 и пересылать их функциям IPv4-транспортирования. Функции трансляции частных/общедоступных IPv4-адресов преобразуют медиаданные IPv4 с частными IPv4-адресами в медиаданные IPv4 с общедоступными адресами. Это может расширить адресное пространство IPv4. Функции туннеля могут инкапсулировать медиаданные IPv4 в IPv6-пакеты, которые будут пересланы функцией IPv4-транспортирования. Перед перенаправлением к приложениям/услугам или в другие СПП эти пакеты необходимо деинкапсулировать. Следует подчеркнуть, что функции трансляции IPv4/IPv6, функции трансляции из частного IPv4-адреса в общедоступный IPv4-адрес и функции туннеля на разных этапах перехода СПП к IPv6 являются необязательными.

На разных этапах перехода СПП к IPv6 в СПП могут существовать функции IPv4-транспортирования или IPv6-транспортирования либо оба типа функций.

7 Этапы перехода СПП к IPv6

В настоящее время СПП базируются на IPv4, как и текущие требования к доступу пользователей. В ближайшем будущем эти сети будут заменены на СПП на базе IPv6. Однако, учитывая гигантские масштабы интернета, ожидается, что переход от традиционных СПП на базе IPv4 на все СПП на базе IPv6 будет длительным. Следовательно, рациональный подход заключается в постепенном развертывании IPv6 при сохранении доступа по IPv4. В переходный период переход к IPv6 начнется с относительно небольших зон и будет распространяться к ядру интернета, в это же время сети на базе IPv4 будут постепенно уменьшаться в размерах, пока не исчезнут совсем.

На рисунке 4, который взят из [ITU-T Y.2051], показано взаимодействие СПП на базе IPv6 с другими сетями на базе IP.

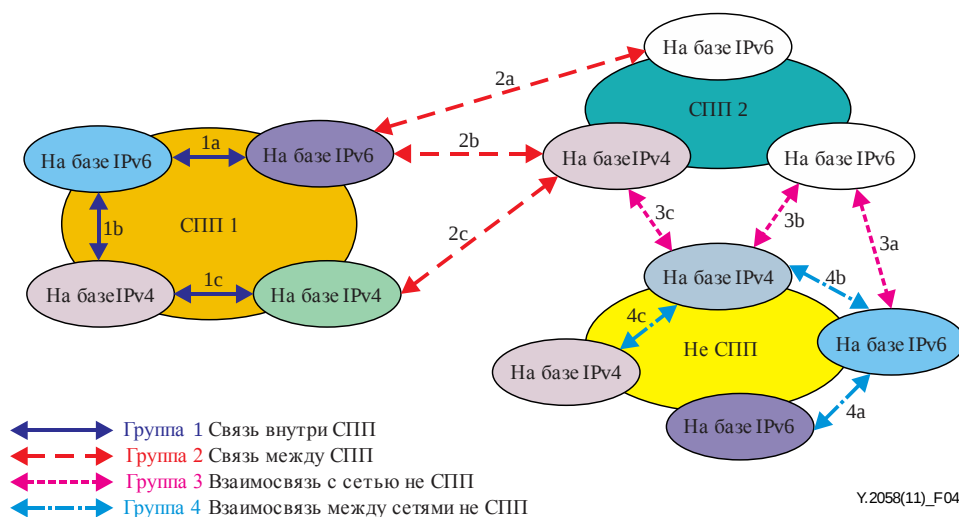


Рисунок 4 – Взаимодействие СПП на базе IPv6 с другими сетями на базе IP

Как отмечается в [ITU-T Y.2051], развертывание СПП на базе IPv6 будут происходить постепенно. Однако в ближайшем будущем СПП в основном будут по-прежнему базироваться на IPv4. Это означает, что аналогичное исследование связанных с IPv6 вопросов требуется также для СПП, которые находятся в процессе перехода от СПП на базе IPv4 к СПП на базе IPv6, а также для взаимодействия между ними и т. д.

В настоящей Рекомендации рассматриваются требования к взаимодействию между СПП на базе IPv4 и СПП на базе IPv6 в период перехода к IPv6. На разных этапах перехода, в частности, операторы СПП могут иметь разные СПП на базе IP, которые находятся в разных местах их полной сети. В настоящей Рекомендации не рассматривается взаимодействие СПП и не-СПП.

В данном разделе период перехода к IPv6 разделен на пять этапов. На каждом этапе операторы СПП будут по-разному определять структуру своих сетей в аспекте IPv4/IPv6.

7.1 Этап 0: СПП с IPv4

На этом этапе СПП базируются на IPv4. IPv4 играет ключевую роль. Сети на базе IPv6 еще не развернуты и, как показано на рисунке 5, не существует IPv6-услуг. Соответственно, в операторских сетях не реализовано каких-либо IPv6-функций.

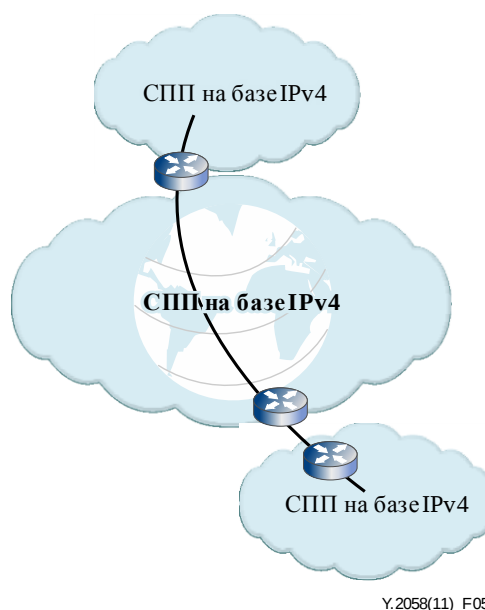


Рисунок 5 – Этап 0: полная СПП на базе IPv4

На этом этапе IPv6 может быть развернут локально в некоторых абонентских сетях. Острова сетей на базе IPv6 могут быть также связаны друг с другом с помощью технологий туннелирования IPv6 через IPv4 или трансляции протоколов. Однако операторские сети не обеспечивают услуг связи по IPv6, поэтому с позиции операторов СПП эти острова IPv6 полностью изолированы. СПП полностью базируются на IPv4.

7.2 Этап 1: соединение СПП на базе IPv6 через СПП на базе IPv4

На начальных этапах, когда IPv6 сосуществует с естественной средой IPv4, будет существовать лишь небольшое число изолированных СПП на базе IPv6, подобно островам в океане IPv4, как показано на рисунке 6. Основное внимание на этом этапе уделяется методам перехода и преобразования, а не вопросам объема трафика.

На этом этапе наиболее важным относящимся к IPv6 функциональным требованием для операторских сетей является поддержка в сети на базе IPv4 туннелей в IPv6. Может существовать ограниченное число хостов, работающих только по IPv6, но они должны обладать возможностью устанавливать соединение с традиционными хостами, работающими только по IPv4, а также между собой через СПП на базе IPv4, например поддержка маршрутизатора на стороне поставщика IPv6 (6PE) через магистраль IPv4-MPLS (многопротокольная коммутация с использованием меток).

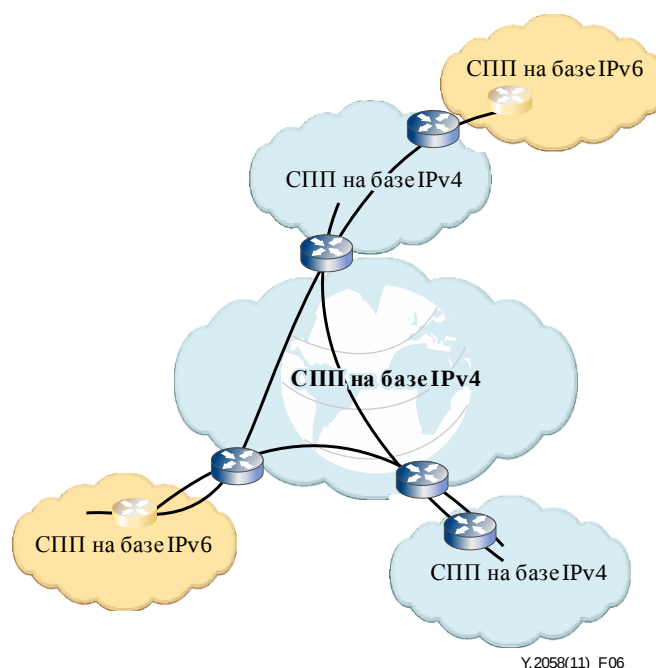


Рисунок 6 – Этап 1: соединение СПП на базе IPv6 через СПП на базе IPv4

7.3 Этап 2: соединение СПП на базе IPv6 и СПП на базе IPv4 через СПП с двойным стеком

По мере дальнейшего внедрения IPv6 магистральные маршрутизаторы будут модернизированы до маршрутизаторов с двойным стеком для формирования логической двойной плоскости IPv4 и IPv6, где IPv4 и IPv6 работают отдельно в плоскостях данных, контроля и управления, но выполняются в той же физической сети.

На этом этапе, как показано на рисунке 7, логические плоскости IPv4 и IPv6 изолированы друг от друга. Однако для обеих логических плоскостей IPv4 и IPv6 могут использоваться те же устройства СПП. Ресурсы могут динамически настраиваться на логические плоскости IPv4 и IPv6 в зависимости от состояния трафика.

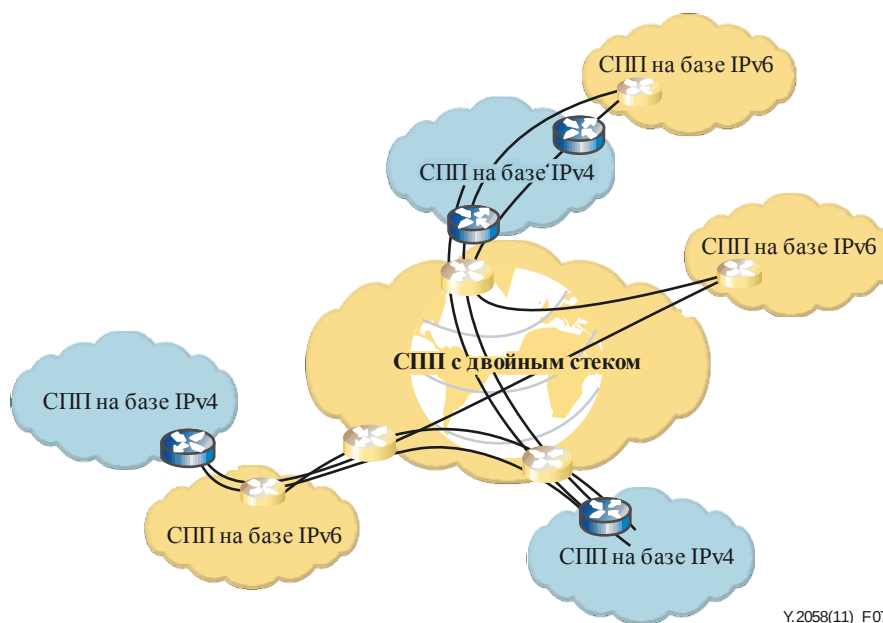


Рисунок 7 – Этап 2: соединение СПП на базе IPv6 и СПП на базе IPv4 через СПП с двойным стеком

7.4 Этап 3: соединение СПП на базе IPv4 через СПП на базе IPv6

Исчерпание IPv4 адресов в конечном итоге приведет к широкомасштабному внедрению IPv6, вследствие чего будут появляться СПП на базе только IPv6, как показано на рисунке 8. На этом этапе подавляющее большинство бизнес-приложений перейдут в IPv6-сети. Основная магистраль будет поддерживать только IPv6. Единичные малые СПП на базе IPv4 могут быть рассредоточены вокруг крупной сети СПП на базе IPv6. Для поддержки взаимодействия IPv4–IPv4 через СПП на базе IPv6 требуются туннели IPv4 через IPv6. Для обеспечения доступа IPv4-хостов к IPv6-услугам по-прежнему требуется трансляция протоколов.

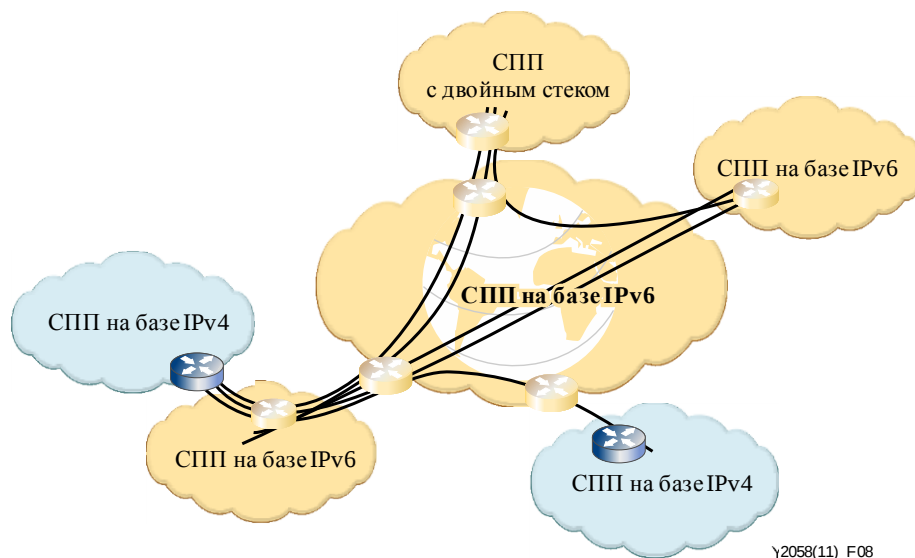


Рисунок 8 – Этап 3: острова IPv4 и СПП на базе IPv6

7.5 Этап 4: полный переход к СПП на базе IPv6

Наконец, как показано на рисунке 9, IPv6 полностью заменит IPv4. СПП станут сетями на базе только IPv6. На этом этапе услуга установления соединения по IPv4 операторами СПП не предоставляется. Соответственно, в операторских сетях более не существует каких-либо IPv4-функций.

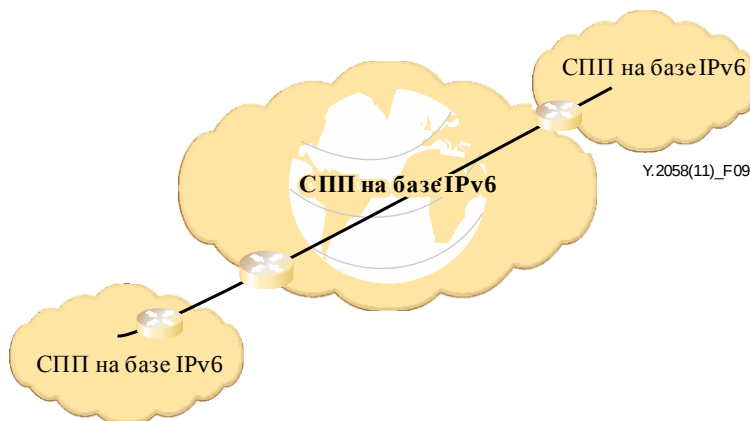


Рисунок 9 – Этап 4: полный переход к СПП на базе IPv6

На этом этапе еще возможно локальное существование IPv4 в некоторых абонентских сетях. СПП на базе IPv4 могут быть также связаны друг с другом с помощью туннелей IPv4 через IPv6 или механизмов трансляции протоколов. Однако операторские сети более не обеспечивают услуг связи по IPv4, поэтому с позиции операторов СПП эти острова IPv4 полностью изолированы. СПП полностью базируются на IPv6.

8.2 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП на каждом этапе перехода к IPv6

Операторам СПП рекомендуется разворачивать IPv6 в своих СПП в последовательном порядке четырех этапов, представленных в разделе 6. Операторы могут принять решение о пропуске одного или нескольких этапов.

На основании вышеизложенного о функциональных требованиях, которые должны выполнять операторы СПП на каждом этапе перехода к IPv6, в данном разделе приведены также рекомендации по стратегиям на каждом этапе перехода. В зависимости от различных функциональных требований операторы СПП могут принять решение о поддержке выбранного сочетания механизмов перехода, перечисленных в п. 6.1.

8.2.1 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП на этапе 1 перехода к IPv6

На этапе 1 перехода к IPv6 операторы СПП могут принять решение о поддержке части вышеуказанных функциональных требований с помощью выбранной комбинации механизмов перехода.

На этом этапе СПП на базе IPv4 могут не подвергаться изменениям на всем протяжении этапа. Для операторов, поддерживающих СПП на базе IPv4, дополнительные функциональные требования отсутствуют. Однако к недостаткам относятся сами СПП на базе IPv4 и неосведомленность пользователей этих сетей о существовании IPv6-СПП, в результате чего они не могут установить соединение с этими сетями.

В СПП на базе IPv6 операторы должны обеспечивать базовые IPv6-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv6, присвоение IPv6-адресов, IPv6-DNS и управление сетью IPv6 в рамках собственной СПП на базе IPv6. Если в СПП на базе IPv6 существуют пользователи IPv4 и имеются общедоступные IPv4-адреса, может быть развернута комбинация туннеля IPv4 через IPv6, IPv4-IPv4 CGN и трансляции IPv6/IPv4, которая описана в п. 6.2.2.

Рекомендуется, чтобы маршрутизаторы, расположенные между СПП на базе IPv6 и СПП на базе IPv4, обеспечивали два типа услуг: услуги трансляции, которые преобразуют IPv6-пакеты в IPv4-пакеты и наоборот, и услугу конфигурирования туннелей, которая инкапсулирует IPv6-пакеты в IPv4-пакеты и пересылает их другой СПП на базе IPv6. В случае наличия более двух СПП на базе IPv6, соединенных вместе туннелями, должна обеспечиваться информация о маршрутизации по IPv6 для выбора туннелей, по которым должны следовать IPv6-пакеты.

8.2.2 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП на этапе 2 перехода к IPv6

На этапе 2 перехода к IPv6 операторы СПП могут принять решение о поддержке части вышеуказанных функциональных требований с помощью выбранной комбинации механизмов перехода.

На этом этапе СПП на базе IPv4 могут не подвергаться изменениям, если отсутствует требование соединения с IPv6-СПП. Если существует требование обеспечить возможность установления соединения с IPv6 и не имеется достаточного объема общедоступных IPv4-адресов, может быть развернута комбинация туннеля IPv6 через IPv4, IPv4-IPv4 CGN и трансляции IPv6/IPv4, которая описана в п. 6.2.2.

В СПП на базе IPv6 операторы должны обеспечивать базовые IPv6-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv6, присвоение IPv6-адресов, IPv6-DNS и управление сетью IPv6 в рамках собственной СПП на базе IPv6. Если в СПП на базе IPv6 существуют пользователи IPv4 и имеются IPv4-адреса, может быть развернута комбинация туннеля IPv4 через IPv6, IPv4-IPv4 CGN и трансляции IPv6/IPv4, которая описана в п. 6.2.2.

В СПП с двойным стеком существует плоскость и IPv4 и IPv6. Она обеспечивает обе базовые IPv6-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv6, присвоение IPv6-адресов, IPv6-DNS и управление сетью IPv6, а также базовые IPv4-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv4, присвоение IPv4-адресов, IPv4-DNS и управление сетью IPv4. Для соединения хостов, работающих только по IPv6, и хостов, работающих только по IPv4, могут быть реализованы услуги трансляции.

Рекомендуется, чтобы маршрутизаторы, расположенные между СПП на базе IPv6 и СПП на базе IPv4, обеспечивали два типа услуг: услуги трансляции, которые преобразуют IPv6-пакеты в IPv4-пакеты и наоборот, и услугу конфигурирования туннелей, которая инкапсулирует IPv6-пакеты в IPv4-пакеты и

пересылает их другой СПП на базе IPv6. В случае наличия более двух СПП на базе IPv6, соединенных вместе туннелями, должна обеспечиваться информация о маршрутизации по IPv6 для выбора туннелей, по которым должны следовать IPv6-пакеты.

Маршрутизатор, расположенный между СПП с двойным стеком и СПП на базе IPv6, может обеспечивать услугу трансляции. Маршрутизатор, расположенный между СПП с двойным стеком и СПП на базе IPv4, может обеспечивать услугу трансляции.

8.2.3 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП на этапе 3 перехода к IPv6

На этапе 3 перехода к IPv6 операторы СПП могут принять решение о поддержке части вышеуказанных функциональных требований с помощью выбранной комбинации механизмов перехода.

На этом этапе СПП на базе IPv4 могут не подвергаться изменениям, если отсутствует требование соединения с СПП на базе IPv6. Если существует требование обеспечить возможность установления соединения с IPv6 и не имеется достаточного объема общедоступных IPv4-адресов, может быть развернута комбинация туннеля IPv6 через IPv4, IPv4-IPv4 CGN и трансляции IPv6/IPv4 которая описана в п. 6.2.2.

В СПП на базе IPv6 операторы должны обеспечивать базовые IPv6-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv6, присвоение IPv6-адресов, IPv6-DNS и управление сетью IPv6 в рамках собственной СПП на базе IPv6. Если в СПП на базе IPv6 существуют пользователи IPv4 и имеются IPv4-адреса, может быть развернута комбинация туннеля IPv4 через IPv6, IPv4-IPv4 CGN и трансляции IPv6/IPv4, которая описана в п. 6.2.2.

В СПП с двойным стеком существует плоскость и IPv4 и IPv6. Она обеспечивает обе базовые IPv6-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv6, присвоение IPv6-адресов, IPv6-DNS и управление сетью IPv6; и базовые IPv4-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv4, присвоение IPv4-адресов, IPv4-DNS и управление сетью IPv4. Для соединения хостов, работающих только по IPv6, и хостов, работающих только по IPv4, могут быть реализованы услуги трансляции.

Рекомендуется, чтобы маршрутизаторы, расположенные между СПП на базе IPv4 и СПП на базе IPv6, обеспечивали два типа услуг: услуги трансляции, которые преобразуют IPv4-пакеты в IPv6-пакеты и наоборот, и услугу конфигурирования туннелей, которая инкапсулирует IPv4-пакеты в IPv6-пакеты и пересылает их другой СПП на базе IPv4. В случае наличия более двух СПП на базе IPv4, соединенных вместе туннелями, должна обеспечиваться информация о маршрутизации по IPv4 для выбора туннелей, по которым должны следовать IPv4-пакеты.

Маршрутизатор, расположенный между СПП с двойным стеком и СПП на базе IPv6, может обеспечивать услугу трансляции. Маршрутизатор, расположенный между СПП с двойным стеком и СПП на базе IPv4, может обеспечивать услугу трансляции.

8.2.4 Функциональные требования, которые должны выполнять операторы СПП на этапе 4 перехода к IPv6

На этапе 4 перехода к IPv6 операторы СПП должны только поддерживать доступ и пересылку по IPv6.

В СПП на базе IPv6 операторы должны обеспечивать базовые IPv6-функции, включая маршрутизацию и пересылку по IPv6, присвоение IPv6-адресов, IPv6-DNS и управление сетью IPv6 в рамках собственной СПП на базе IPv6. В силу того, что более не существует СПП на базе IPv4, услуги трансляции не требуются.

9 Соображения безопасности

Настоящая Рекомендация соответствует требованиям безопасности, изложенным в [ITU-T Y.2701], однако необходимо учитывать следующие конкретные вопросы.

Унаследованные угрозы безопасности IPv4

Традиционные угрозы безопасности IPv4 могут затрагивать устройства с двойным стеком, подсоединенные к IPv4-сетям. В устройствах с двойным стеком IPv4 и IPv6 логически обрабатываются отдельно, однако они используют те же аппаратные и программные платформы, вследствие чего, если в самом устройстве существует проблема безопасности, связанные с IPv6 функции вероятно подвергнутся воздействию.

Характерные для IPv6 механизмы безопасности, которые следует поддерживать на протяжении перехода к IPv6

IPv6 ввел новую архитектуру адресов и новые протоколы, например протокол обнаружения соседей (Neighbour Discovery). Согласно результатам предварительного анализа безопасности, механизмы на базе введенных функций, например криптографически произведенный адрес (CGA), очень важны и следует рассматривать их поддержку на протяжении перехода к IPv6.

Сквозная безопасность

Пакеты, проходящие через границу сети, могут быть повторно инкапсулированы и даже изменены устройствами туннеля или трансляции адресов и протоколов. Если пакеты обрабатываются механизмами безопасности, такими как набор протоколов для защиты данных, передаваемых по протоколу IP (IPSec), работа приграничных устройств не должна, по возможности, нарушать сквозную безопасность.

Функциональная совместимость и согласованность политики безопасности

Некоторые устройства с двойным стеком могут подсоединяться и к IPv4-сетям и к IPv6-сетям. Следует предусматривать функциональную совместимость и согласованность политики управления безопасностью IPv4-сетей и IPv6-сетей, в особенности в случае топологического перекрытия IPv4/IPv6.

Библиография

- [b-ITU-T Y.1241] Рекомендация МСЭ-Т Y.1241 (2001 г.), *Обеспечение услуг на базе IP с использованием возможностей IP-передачи.*
- [b-ITU-T Y.1251] Рекомендация МСЭ-Т Y.1251 (2002 г.), *Общая модель архитектуры для взаимодействия.*
- [b-ITU-T Y.1540] Рекомендация МСЭ-Т Y.1540 (2011 г.), *Служба передачи данных по межсетевому протоколу (IP) – Параметры рабочих характеристик переноса и доступности IP-пакетов.*
- [b-ITU-T Y.2051] Рекомендация МСЭ-Т Y.2051 (2008 г.), *Общий обзор СПП на базе IPv6.*
- [b-ITU-T Y.2052] Рекомендация МСЭ-Т Y.2052 (2008 г.), *Структура множественного подсоединения в СПП на базе IPv6.*
- [b-ITU-T Y.2054] Рекомендация МСЭ-Т Y.2054 (2008 г.), *Структура поддержки передачи сигналов для СПП на базе IPv6.*
- [b-ITU-T Y.2201] Рекомендация МСЭ-Т Y.2201 (2007 г.), *Требования к СПП МСЭ-Т и возможности этих сетей.*
- [b-IETF RFC 1035] IETF RFC 1035 (1987), *Domain names – Implementation and specification.*

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи