



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

Y.1281

(09/2003)

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА И АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО
ПРОТОКОЛА (IP) И СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО
ПОКОЛЕНИЯ

Аспекты межсетевого протокола (IP) – Архитектура,
доступ, сетевые возможности и административное
управление ресурсами

Мобильные службы IP через MPLS

Рекомендация МСЭ-Т Y.1281

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y
ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА
И АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (IP)

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Службы, приложения и промежуточные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и именование	Y.500–Y.599
Общая эксплуатация, административное управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (IP)	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Службы и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, сетевые возможности 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
Общая эксплуатация, административное управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты служб: Возможности служб и архитектура служб	Y.2200–Y.2249
Аспекты служб: Взаимодействие служб и сетей в NGN	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
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899

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

Мобильные службы IP через MPLS

Резюме

В данной Рекомендации дается определение мобильной службы IP через сеть MPLS и приведены требования к предоставлению мобильных служб IP через сеть MPLS. Также приводится описание архитектуры службы и прикладных процедур для обеспечения мобильной службы через сеть MPLS.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т Y.1281 утверждена 13 сентября 2003 года 13-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т A.8.

Ключевые слова

Протокол распространения меток, основанного на ограничениях (Constraint-based Label Distribution Protocol, CR-LDP), местный агент (Home Agent, HA), внешний агент (Foreign Agent, FA), туннель «IP в IP» (IP-in-IP Tunnel), пограничный маршрутизатор с коммутацией по меткам (Label Edge Router, LER), путь с коммутацией по меткам (Label Switched Path, LSP), маршрутизатор с коммутацией по меткам (Label Switched Router, LSR), протокол распространения меток (Label Distribution Protocol, LDP), мобильный IPv4, мобильный IPv6, MPLS, качество обслуживания (Quality of Service, QoS), оптимизация маршрута, RSVP-TE, "плавное" переключение (Smooth Handover), виртуальная частная сеть (Virtual Private Network, VPN).

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.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет 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.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, 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 реализации 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.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	1
2.1 Нормативные ссылки	1
2.2 Информативные ссылки.....	2
3 Термины и определения	3
4 Сокращения	5
5 Определения и требования службы.....	7
5.1 Определения службы.....	7
5.2 Требования службы	7
6 Архитектура службы.....	9
6.1 Обзор.....	9
6.2 Эталонная архитектура	10
6.3 Сценарии передачи по туннелю LSP	11
7 Прикладные процедуры для поддержки мобильности.....	14
7.1 Общие допущения	14
7.2 Процедуры передачи по туннелю LSP	15
7.3 Обнаружение агента	20
7.4 Процедуры перемаршрутизации LSP во время переключения	21
8 Рассмотрение QoS	26
9 Аспекты управления	27
10 Аспекты безопасности	27
11 Аспекты маршрутизации.....	28
12 Рассмотрение масштабируемости	28
13 Рассмотрение перехода от мобильного IPv4 через MPLS к мобильному IPv6 через MPLS	28
14 Взаимодействие с мобильными сетями IP	29
Добавление I – Эталонные архитектуры для сетей мобильного IPv4 и мобильного IPv6	29
I.1 Эталонная архитектура мобильной сети IPv4.....	29
I.2 Эталонная архитектура мобильной сети IPv6.....	30

Введение

В данной Рекомендации дается определение мобильной службы IP через сеть MPLS и приведены требования к предоставлению мобильных служб IP через сеть MPLS. Также приводится описание архитектуры службы и прикладных процедур для обеспечения мобильной службы через сеть MPLS.

В мобильной сети IP адрес IP узла уникально идентифицирует точку присоединения узла. Поэтому для приема предназначенных ему пакетов мобильный узел должен находиться в сети, указанной его адресом IP. В противном случае пакеты, предназначенные мобильному узлу, оказывались бы недоставляемыми. Для того чтобы не терять способность к связи при любом изменении своей точки присоединения, мобильный узел должен изменять свой адрес IP. Для приема пакетов при любом перемещении адрес IP мобильного узла должен анонсироваться по всему Интернету. Канал, через который мобильный узел присоединяется к Интернету, часто может быть радиоканалом [7].

Мобильный IP предназначен для создания узлам возможности перемещаться из одной подсети IP в другую. Это делает мобильный IP пригодным для обеспечения мобильности в разнородных средах связи. Если мобильный узел перемещается из одного сегмента локальной сети (LAN) в другой (например, беспроводная LAN), адрес IP мобильного узла после такого перемещения остается тем же самым для того, чтобы принимать пакеты из других узлов. Действительно, мобильному узлу выдан адрес IP длительного пользования в местной сети, "местный" адрес. Назначение этого местного адреса производится тем же способом, каким предоставляется "постоянный" адрес IP постоянному главному компьютеру сети.

Когда узел покидает свою местную сеть, мобильному узлу присваивается "адрес для передачи" (care-of address), и этот адрес отражает текущий пункт присоединения мобильного узла. Покидая местный пункт, мобильный IP использует функцию помещения протокола в "туннель" для того, чтобы скрыть местный адрес мобильного узла от маршрутизаторов, имеющих между его местной сетью и его текущим местом нахождения. Туннель заканчивается "адресом для передачи" мобильного узла [8]. "Адрес для передачи" должен быть адресом, по которому могут доставляться пакеты посредством обычной маршрутизации IP. В пункте "адреса для передачи" исходный пакет извлекается из туннеля и доставляется мобильному узлу.

В базовом мобильном протоколе IPv4 отсутствует непосредственная маршрутизация от любого узла корреспондента к любому мобильному узлу. Пакеты должны пройти через местную сеть мобильного узла и должны быть пересланы его местным агентом, эта ситуация называется проблемой "треугольника маршрута". Функция оптимизации маршрута для решения этой задачи обеспечивает прямую маршрутизацию от любого узла корреспондента к мобильному узлу [19]. В сети IPv6 узел IPv6 помещает в кэш привязку между местным адресом мобильного узла и его "адресом для передачи", а затем передает любые пакеты, адресованные мобильному узлу прямо на этот "адрес для передачи". Для поддержки этой операции мобильный IPv6 определяет протокол IPv6 и опцию пункта назначения [29]. Все узлы IPv6, независимо от того, мобильные они или стационарные, поддерживают обмен информацией с мобильными узлами.

С позиции провайдера сети будущие сети будут проектироваться для поддержки эксплуатации и технического обслуживания сетей с гарантированием приемлемого уровня качества обслуживания (QoS) и для выполнения различных соглашений об уровне обслуживания (SLA), согласованных с клиентами. Для поддержки будущих бизнес-моделей сеть IP должна быть модернизирована для выполнения требований создаваемых приложений реального времени и мультимедийных приложений. Тогда она будет обеспечивать различные возможности, такие как отказоустойчивость, приоритезация трафика и классы QoS. Для выполнения этих требований в будущих мобильных службах, во-первых, должны быть управляемыми и предсказуемыми рабочие характеристики от окончания до окончания, независимо от того, перемещаются или нет конечные пользователи. Во-вторых, после рассмотрения последствий архитектурных изменений для мобильной службы IP должны быть позиционированы местный агент и внешний агент. В-третьих, должна быть обеспечена возможность поддержки будущего "мобильного мира" существующими и будущими транспортными технологиями, включая оптическую технологию.

В сети MPLS, после того как пакет однократно классифицируется в части качества обслуживания, последующие маршрутизаторы больше не анализируют его заголовок: вся передача основана на использовании меток. Это имеет ряд преимуществ по отношению к обычной передаче уровня IP. Передача MPLS может осуществляться коммутаторами, которые могут выполнять поиск меток и

замену с необходимой скоростью и качеством обслуживания (QoS). При этом нет необходимости анализировать заголовки уровня IP. Иногда желательно заставить пакет следовать по конкретному маршруту, который выбран заранее или во время поступления пакета в сеть, а не по маршруту, выбранному обычным алгоритмом динамической маршрутизации во время прохождения пакета через сеть. Это может быть достигнуто как результат стратегии или использованием метода управления трафиком MPLS. В MPLS метка может быть использована для представления этого явно заданного маршрута, который называется туннелем для трафика.

Для мобильной службы IP местный агент перехватывает в местном канале пакеты, переданные на местный адрес мобильного узла IP, инкапсулирует и по туннелю передает их через внешнего агента на зарегистрированный "адрес для передачи" мобильного узла. Внешний агент декапсулирует и доставляет пакеты мобильному узлу IP.

Комбинируя функции передачи по туннелю местного и внешнего агентов с использованием принципов передачи MPLS, узел MPLS способен обслуживать мобильный узел IP посредством назначения меток для туннеля между местным и внешним агентами. В этом случае местный агент и внешний агент могут размещаться в узле MPLS или присоединяться к нему, и передача по туннелю между местным агентом и внешним агентом обеспечивается на уровне MPLS. Для того чтобы избежать проблемы "треугольника маршрута", узлы MPLS могут разрешить непосредственную привязку, что эквивалентно оптимизации маршрутизации уровня IP от любого узла корреспондента до любого мобильного узла IP посредством назначения метки.

Поскольку рассматривается поддержка сети MPLS, то эта сеть MPLS может обеспечивать поддерживающие QoS и надежные туннели для мобильной службы IP, удовлетворяющие разнообразным наборам требований службы. Возможности передачи по туннелю MPLS могут быть лучше реализованы на уровне 2, чем на уровне 3 протокола мобильного IP, тогда достигается более высокая скорость службы и меньший объем заголовка во время операции передачи по туннелю. Конкретно, сеть MPLS, поддерживающая мобильные службы IP, имеет следующие характерные особенности:

- Концепция потока сети MPLS обеспечивает ориентированную на соединение возможность виртуального канала с приемлемыми уровнями качества обслуживания (QoS) по задержке передачи и потерям пакетов.
- Прямой, без буферизации туннель между мобильным узлом и узлом корреспондента может быть установлен в то время, как мобильный протокол IPv4 не поддерживает его. Это может экономить общее потребление ресурсов и сократить передаваемые служебные данные местного агента.
- Информация кэша привязки мобильного протокола IPv6 может быть однозначно отображена в информацию таблицы меток MPLS в каждом узле MPLS без необходимости реализации какой-либо сложной функции взаимодействия.
- Если местные агенты и/или внешние агенты могут быть размещены в узле MPLS, туннели L3 между местными агентами и внешними агентами могут быть отображены в туннели L2 уровня MPLS.
- Мобильным агентам и мобильным узлам не требуется иметь никакой информации о магистральной сети MPLS. Это означает, что мобильным узлам IPv4 и IPv6 не требуется изменять свои процедуры передачи по туннелю через магистральную сеть MPLS.
- Сеть MPLS может обеспечивать возможность "бесшовного" соединения от окончания до окончания без какого-либо ухудшения рабочих характеристик во время операций переключения ("мягкое" переключение (smooth handover)).

Мобильные службы IP через MPLS

1 Область применения

Область применения данной Рекомендации включает в себя:

- требования к службе и определения для мобильных служб IPv4 и мобильных служб IPv6 через MPLS;
- архитектуру службы для поддержки мобильной службы IP через MPLS;
- сценарии передачи по туннелю LSP для поддержки мобильных служб IP через MPLS;
- прикладные процедуры для поддержки мобильных служб IP через MPLS.

Однако в данной Рекомендации не рассматриваются:

- детализированный протокол сигнализации и подробные форматы пакетов для установления туннеля;
- детализированные процедуры взаимодействия между внешней мобильной сетью IP и сетью MPLS, включая параметры трафика и QoS;
- процедуры отображения и преобразования между туннелями "IP-в-IP" внутри мобильной сети IP и туннелями LSP сети MPLS;
- покрытие более чем одного административного домена MPLS;
- процедуры согласования QoS между узлами мобильной IP и сетью MPLS;
- алгоритмы маршрутизации сети MPLS с поддержкой мобильности.

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники являются предметом пересмотра; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

2.1 Нормативные ссылки

МСЭ-Т

- [1] ITU-T Recommendation Y.1310 (2000), *Transport of IP over ATM in public networks*.
- [2] ITU-T Recommendation Y.1311 (2002), *Network-based VPNs – Generic architecture and service requirements*.
- [3] ITU-T Recommendation Y.1311.1 (2001), *Network-based IP VPN over MPLS architecture*.
- [4] ITU-T Recommendation Y.1241 (2001), *Support of IP-based services using IP transfer capabilities*.
- [5] ITU-T Recommendation Y.1401 (2000), *General requirements for interworking with Internet protocol (IP)-based networks*.
- [6] ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters*.
- [7] ITU-T Recommendation Y.1541 (2001), *Network Performance Objectives for IP-Based Services*.

IETF

- [8] L. Andersson, et. al., *LDP Specification*, RFC 3036, January 2001.
- [9] C. Perkins, *IP Mobility Support for IPv4*, RFC 3344, August 2002.
- [10] C. Perkins, *IP Encapsulation within IP*, RFC 2003, October 1996.
- [11] C. Perkins, *Minimal Encapsulation within IP*, RFC 2004, October 1996.
- [12] E. Rosen, et. al., *Multiprotocol Label Switching Architecture*, RFC 3031, January 2001.
- [13] D. Awduche, et. al., *RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels*. RFC 3209, December 2001.
- [14] B. Jamoussie, et. al., *Constraint-Based LSP Setup using LDP*, RFC 3212, January 2002.
- [15] S. Kent and R. Atkinson, *Security Architecture for the Internet Protocol*, RFC 2401, November 1998.
- [16] Thomas Narten, Erik Nordmark, *Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)*, RFC 2461, December 1998.
- [17] F. Le Faucheur, et. al., *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services*, RFC 3270, May 2002.
- [18] P. Ashwood-Smith, et. al., *Generalized MPLS Signaling – CR-LDP Extensions*, RFC 3472, January 2003.
- [19] L. Berger, et. al., *Generalized MPLS Signaling – RSVP-TE Extensions*, RFC 3473, January 2003.

2.2 Информативные ссылки

- [20] W. Simpson, *IP in IP Tunnelling*, RFC 1853, October 1995.
- [21] S. Hanks, et. al., *Generic Routing Encapsulation (GRE)*, RFC 1701, October 1994.
- [22] S. Deering, et. al., *ICMP Router Discovery Messages*, RFC 1256, September 1991.
- [23] E. Crawley, et. al., *A Framework for QoS-based Routing in the Internet*, RFC 2386, August 1998.
- [24] S. Blake, et. al., *An Architecture for Differentiated Service*, RFC 2475, December 1998.
- [25] C. de Laat, et. al., *Generic AAA Architecture*, RFC 2903, August 2000.
- [26] S. Glass, et. al., *Mobile IP Authentication, Authorization, and Accounting Requirements*, RFC 2977, October 2000.
- [27] P. Ferguson and D. Senie, *Network Ingress Filtering: Defeating Denial of Service Attacks which employ IP Source Address Spoofing*, RFC 2267, January 1998.
- [28] C. Perkins and Pat R. Calhoun, *AAA Registration Keys for Mobile IP*, <draft-ietf-mobileip-aaa-key-13.txt>, June 2003.
- [29] David B. Johnson, et. al., *Mobility Support in IPv6*, <draft-ietf-mobileip-ipv6-22.txt>, June 2003.
- [30] Thomas D. Nadeau, et. al., *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Management Overview*, <draft-ietf-mppls-mgmt-overview-06.txt> June 2003.
- [31] G. Tsirtsis, *Fast Handovers for Mobile IPv6*, <draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-06.txt>, March 2003.
- [32] E. Gustafsson, et. al., *Mobile IPv4 Regional Registration*, <draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-07.txt> October 2002.

- [33] Pat R. Calhoun, et. al., *Diameter Base Protocol*, <draft-ietf-aaa-diameter-17.txt>, December 2002.
- [34] Pat R. Calhoun, et. al., *Diameter Mobile IPv4 Application*, <draft-ietf-aaa-diameter-mobileip-14.txt>, April 2002.

3 Термины и определения

В отношении мобильного IPv4, мобильного IPv6 и узлов MPLS в данной Рекомендации определены следующие термины.

3.1 обнаружение агента: Местные агенты и внешние агенты могут анонсировать о своей доступности в каждом канале, для которого они обеспечивают службу (это "анонс агента"). Вновь прибывший мобильный узел может передать запрос в канал для того, чтобы узнать о наличии предполагаемых агентов (это "запрос агента") [9].

3.2 узел присоединения: Узел MPLS, способный изменять путь маршрутизации, когда становится доступным лучший следующий сегмент сети вдоль LSP в некотором LSR в течение времени переключения мобильного узла. Узел присоединения обеспечивает переход со старого LSP на новый LSP между узлом корреспондента и новым местом нахождения мобильного узла.

3.3 подтверждение привязки: Сообщение подтверждения привязки используется для подтверждения приема обновления привязки [29].

3.4 кэш привязки: Кэш привязки мобильности мобильных узлов, обрабатываемый узлом для использования при передаче по туннелю пакетов к этим мобильным узлам [29].

3.5 обновление привязки: Сообщение, указывающее текущую привязку мобильности мобильного узла и, в частности, его "адрес для передачи" [22].

3.6 узел корреспондента (Correspondent Node, CN): равноправный пользователь сети, с которым связывается мобильный узел. Узел корреспондента может быть мобильным или стационарным [9].

3.7 "адрес для передачи" (Care-of Address, CoA): Конечный пункт туннеля к мобильному узлу для пакетов, передаваемых мобильному узлу, когда он находится вне местного пункта. Протоколом могут использоваться два различных типа "адреса для передачи": "адрес для передачи внешнего агента" – адрес внешнего агента, которым зарегистрирован мобильный узел, и "близко расположенный адрес для передачи" – полученный извне локальный адрес, который мобильный узел "привязал" к одному из своих собственных сетевых интерфейсов [9]. В IPv6, среди многих "адресов для передачи", которые мобильный узел может иметь в любой заданный момент времени (например, с различными префиксами подсети), один "адрес для передачи", зарегистрированный местным агентом мобильного узла, называется его "основным адресом для передачи" [29].

3.8 внешний агент (Foreign Agent, FA): Посещенный мобильным узлом маршрутизатор сети, который предоставляет услуги маршрутизации зарегистрировавшемуся на нем мобильному узлу. Внешний агент "извлекает из туннеля" и доставляет мобильному узлу пакеты, которые были "переданы по туннелю" местным агентом мобильного узла [9].

3.9 класс эквивалентной передачи (Forwarding Equivalence Class, FEC): Группа пакетов IP, которые передаются одинаковым способом (например, по одному и тому же пути, с одинаковой обработкой при передаче) [12].

3.10 внешний агент-шлюз (Gateway Foreign Agent, GFA): Внешний агент, имеющий маршрутизируемый адрес общего пользования [32].

3.11 шлюз LER/HA (gateway LER/HA): Один или больше LER/HA, ответственных за конкретный административный домен (определенный оператором сети), в котором мобильные узлы регистрируют текущий "адрес для передачи".

3.12 шлюз LER/FA (gateway LER/FA): Один или больше LER/FA, ответственных за конкретный административный домен (определенный оператором сети).

- 3.13 местный адрес:** Назначенный мобильному узлу адрес IP, используемый в качестве постоянного адреса мобильного узла. Этот адрес находится внутри местного канала мобильного узла. Стандартные механизмы маршрутизации IP доставляют пакеты, адресованные на местный адрес мобильного узла, в его местный канал [29].
- 3.14 местный агент (Home Agent, HA):** Маршрутизатор местного канала мобильного узла, с помощью которого мобильный узел зарегистрировал свой текущий "адрес для передачи". Когда мобильный узел находится вне местного пункта, местный агент перехватывает на местном канале пакеты, адресованные на местный адрес мобильного узла, инкапсулирует и передает их по туннелю на зарегистрированный "адрес для передачи" мобильного узла [29].
- 3.15 инкапсуляция "IP в IP" (IP-in-IP encapsulation):** Для инкапсуляции в дейтаграмму IP используется инкапсуляция "IP в IP" (IP-in-IP), для этого перед существующим заголовком IP дейтаграммы вставляется внешний заголовок IP [10], [11].
- 3.16 уровень 2 (L2):** Уровень протокола, расположенный ниже уровня 3 (который тем самым предоставляет службы, используемые уровнем 3). Передача при готовности путем замены коротких меток фиксированной длины производится на уровне 2 независимо от того, какая метка анализировалась, VPI/VCI ATM, DLCI ретрансляции кадров (frame relay) или метка MPLS [12].
- 3.17 уровень 3 (L3):** Уровень протокола, на котором IP и связанные с ним протоколы маршрутизации осуществляют операции уровня звена данных, аналогичные операциям уровня 2 [12].
- 3.18 пограничный маршрутизатор по меткам (Label Edge Router, LER):** Узел MPLS, соединяющий домен MPLS с внешним доменом, который является внешним потому, что он либо не поддерживает MPLS и/или это другой домен [12].
- 3.19 пограничный маршрутизатор по меткам/внешний агент (Label Edge Router/Foreign Agent, LER/FA):** Пограничный узел MPLS с функциями внешнего агента. Следует отметить, что в IPv6 внешний агент не требуется [LER в IPv6].
- 3.20 пограничный маршрутизатор по меткам/местный агент (Label Edge Router/Home Agent, LER/HA):** Пограничный узел MPLS с функциями местного агента.
- 3.21 путь с коммутацией по меткам (Label Switched Path, LSP):** Путь через один или несколько LER/LSR на одном уровне иерархии, по которому следуют пакеты с определенным FEC [12].
- 3.22 маршрутизатор с коммутацией по меткам (Label Switching Router, LSR):** Узел MPLS, обладающий способностью передавать собственные пакеты L3 [12].
- 3.23 агент мобильности:** Местный или внешний агент [9].
- 3.24 привязка мобильности:** Привязка местного адреса к "адресу для передачи" вместе с оставшимся сроком действия этой привязки [9].
- 3.25 домен MPLS:** Набор граничащих узлов, выполняющих маршрутизацию и передачу MPLS и находящихся также в одном домене маршрутизации или в одном административном домене [12].
- 3.26 мобильный узел (Mobile Node, MN):** Узел, который может менять свою точку присоединения с одного канала на другой, оставаясь доступным по своему местному адресу [29].
- 3.27 выходной узел MPLS или выходной LER:** Пограничный узел MPLS в своей роли обработчика трафика, выходящего из домена MPLS [12].
- 3.28 входной узел MPLS или входной LER:** Пограничный узел MPLS в своей роли обработчика трафика, входящего в домен MPLS [12].
- 3.29 узел MPLS:** Узел, в котором функционирует MPLS (например, LER и LSR). Узел MPLS поддерживает протоколы управления MPLS, работает с одним или несколькими протоколами маршрутизации L3 и способен передавать пакеты на основании меток. Узел MPLS может также факультативно передавать собственные пакеты L3 [12].
- 3.30 продление пути:** Когда мобильный узел перемещается и регистрируется новым внешним агентом, дейтаграммы IP, предназначенные для старого внешнего агента, передаются по туннелю на новый "адрес для передачи" мобильного узла [29].

3.31 региональный внешний агент (Regional Foreign Agent, RFA): Внешний агент, который может быть объектом запроса региональной регистрации [32].

3.32 оптимизация маршрута: Оптимизация маршрута предоставляет каждому узлу средства для обеспечения соединения по прямому пути с мобильным узлом назначения. Если отправитель имеет запись кэша привязки для мобильного узла, то тогда при передаче дейтаграммы IP мобильному узлу он может передать по туннелю дейтаграмму непосредственно на "адрес для передачи" [29].

3.33 региональная регистрация: Мобильный узел регистрируется локально в посещенном домене посредством передачи запроса региональной регистрации (Regional Registration Request) к RFA/GFA и приема обратно ответа региональной регистрации (Regional Registration Reply) [32].

3.34 ассоциация безопасности: Ассоциация безопасности – это симплексное "соединение", которое позволяет предоставлять услуги безопасности для трафика, переносимого этим соединением. Услуги безопасности предоставляются ассоциации безопасности посредством использования протоколов идентификации [29].

3.35 "плавное" переключение: Когда мобильный узел перемещается со старого "адреса для передачи" на новый "адрес для передачи" и регистрируется внешним агентом, дейтаграммы IP, перехваченные местным агентом, передаются по туннелю на новый "адрес для передачи", но дейтаграммы "на пролете", которые были уже перехвачены и переданы по туннелю местным агентом на старый "адрес для передачи", во время перемещения мобильного узла обычно теряются, и предполагается, что они, при необходимости, будут переданы повторно протоколами более высоких уровней. В конце концов, старый внешний агент удаляет запись мобильного узла в списке посетителей после истечения срока действия регистрации. Возможность "плавного" переключения предоставляет старому агенту мобильного узла средства для надежного уведомления о новой привязке мобильности мобильного узла, позволяющие пересылать дейтаграммы на новый "адрес для передачи" мобильного узла "на пролете" к старому внешнему агенту [29].

3.36 "треугольник маршрута": Ситуация, в которой пакеты узла корреспондента, передаваемые мобильному узлу, проходят путь, который длиннее оптимального пути, так как пакеты должны быть переданы мобильному узлу через местного агента [29].

4 Сокращения

В этой Рекомендации используются следующие сокращения:

AP	Access Point	(Пункт доступа)
ARP	Address Resolution Protocol	(Протокол преобразования адресов)
BA	Behavior Aggregate	(Совокупность по рабочим характеристикам)
CN	Correspondent Node	(Узел корреспондента)
CoA	Care-of Address	("Адрес для передачи")
CR-LDP	Constraint-based Label Distribution Protocol	(Протокол распространения меток, основанный на ограничениях)
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	(Протокол динамической настройки главных компьютеров)
DiffServ	Differential Service	(Дифференцированные услуги)
DLCI	Data Link Connection Identifier	(Идентификатор соединения канала данных)
DNS	Domain Name Service	(Служба имен доменов)
DSCP	DiffServ Code Point	(Кодовая точка дифференцированных услуг)
FA	Foreign Agent	(Внешний агент)
FEC	Forwarding Equivalence Class	(Класс эквивалентной передачи)
FIB	Forwarding Information Base	(Информационная база передачи)
GFA	Gateway Foreign Agent	(Внешний агент-шлюз)
HA	Home Agent	(Местный агент)

ICMP	Internet Control Message Protocol	(Протокол управляющих сообщений Интернет)
IPv4	Internet Protocol version 4	(Межсетевой протокол, версия 4)
IPv6	Internet Protocol version 6	(Межсетевой протокол, версия 6)
L2	Layer 2	(Уровень 2)
L3	Layer 3	(Уровень 3)
LAN	Local Area Network	(Локальная сеть)
LDP	Label Distribution Protocol	(Протокол распространения меток)
LER	Label Edge Router	(Пограничный маршрутизатор по меткам)
LER/FA	Label Edge Router/Foreign Agent	(Пограничный маршрутизатор по меткам/ Внешний агент)
LER/HA	Label Edge Router/Home Agent	(Пограничный маршрутизатор по меткам/Местный агент)
LIB	Label Information Base	(Информационная база меток)
LSP	Label Switched Path	(Путь с коммутацией по меткам)
LSR	Label Switching Router	(Маршрутизатор с коммутацией по меткам)
MIPv4oMPLS	Mobile IPv4 over MPLS	(Мобильный IPv4 через MPLS)
MIPv6oMPLS	Mobile IPv6 over MPLS	(Мобильный IPv6 через MPLS)
MN	Mobile Node	(Мобильный узел)
MPLS	Multiprotocol Label Switching	(Многопротокольная коммутация по меткам)
NNI	Network Node Interface	(Сетевой интерфейс узла)
PHB	Per Hop Behavior	(Рабочие характеристики на сетевом сегменте)
QoS	Quality Of Service	(Качество обслуживания)
Resv	Reserved	(Зарезервирован)
RFA	Regional Foreign Agent	(Региональный внешний агент)
RSVP-TE	Resource Reservation Protocol – Traffic Engineering	(Протокол резервирования ресурсов – Контроль трафика)
SLA	Service Level Agreement	(Соглашение об уровне обслуживания)
SNMP	Simple Network Management Protocol	(Простой протокол управления сетью)
TCP	Transmission Control Protocol	(Протокол управления передачей)
TLV	Type, Length, and Value	(Тип, длина и значение)
UDP	User Datagram Protocol	(Протокол дейтаграмм пользователя)
UNI	User Network Interface	(Сетевой интерфейс пользователя)
VPI/VCI	Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier	(Идентификатор виртуального пути/ Идентификатор виртуального канала)
VPN	Virtual Private Network	(Виртуальная частная сеть)

5 Определения и требования службы

5.1 Определения службы

5.1.1 Служба MIPv4 через MPLS (MIPv4oMPLS)

Мобильный узел с работающим протоколом IPv4 должен обладать возможностью связи с другими узлами, соединенными с другими частями присоединения к сети MPLS, и возможностью изменения своего пункта присоединения канального уровня в сети MPLS без изменения своего адреса IP. При любом изменении своего пункта присоединения мобильный узел не должен терять своей возможности связи с другими узлами.

Служба "мобильный IPv4 через MPLS" предназначена для обеспечения возможности перемещения узлов из одного домена MPLS в другой. Следовательно, она пригодна для предоставления мобильности в различных регионах MPLS. Что касается управления переключением между различными доменами MPLS, то пока не произошло перемещение между точками присоединения к различным доменам MPLS, механизмы мобильности уровня 2 (т. е. передача соединения канального уровня) могут обеспечить более быструю сходимость и меньшие служебные заголовки, чем те же параметры мобильного IP. Служба "мобильный IPv4 через MPLS" может обеспечивать создание нескольких LSP между различными подсетями мобильного IP.

В приложениях MPLS, относящихся к управлению трафиком, желательно устанавливать явно проложенный маршрут от входного LER к выходному LER. Желательно также применять резервирование ресурсов вдоль такого LSP.

5.1.2 Служба MIPv6 через MPLS (MIPv6oMPLS)

В мобильный IPv6 оптимизация маршрутов встроена в качестве основной части протокола. Возможность оптимизации маршрутов позволяет организовывать прямые маршруты от любого узла корреспондента до любого мобильного узла без необходимости прохождения через местную сеть мобильного узла и передачи его местным агентом, исключая тем самым проблему "треугольника маршрута", имеющуюся в мобильном протоколе IPv4. Функция регистрации и функция оптимизации маршрута выполняются одним протоколом вместо двух отдельных протоколов в мобильном IPv4. Эти функции могут безопасно и эффективно предоставляться через сеть MPLS. От мобильного узла могут быть установлены два LSP, соответственно, к местному агенту (для регистрации) и к узлу корреспондента (для оптимизации маршрута).

В то время, когда мобильный узел находится вне местного пункта, его местный агент перехватывает любые пакеты, которые поступают в местную сеть мобильного узла, используя свойство "обнаружение соседа" IPv6, подобное тому, что используется в мобильном IPv4. Использование свойства "обнаружение соседа" позволяет улучшить устойчивость протокола IP и, в отличие от протокола IPv4 (используется ARP), освобождает мобильный IP от привязки к любому конкретному канальному уровню.

В то время, когда мобильный узел находится вне местного пункта, он регистрирует свой "адрес для передачи" у своего местного агента. Приведение в соответствие местного адреса и "адреса для передачи" известно как "привязка" для мобильного узла. Мобильный узел выполняет эту регистрацию привязки путем передачи местному агенту сообщения "обновление привязки". Процедура обновления привязки обеспечивает способ проверки того, что мобильный узел доступен по его местному адресу и по его "адресу для передачи". Когда передается пакет в любой пункт назначения IPv6, узел проверяет в своих кэшированных привязках запись адреса пункта назначения пакета. Если найдена кэшированная привязка для адреса этого пункта назначения, узел использует новый тип заголовка маршрутизации IPv6. LSP между узлом корреспондента и "адресом для передачи" мобильного узла, наряду с его кэшируемой привязкой, может быть установлен с надлежащим резервированием пропускной способности.

5.2 Требования службы

5.2.1 Общие требования

Для обеспечения возможности поддержки служб "мобильная IPv4" и "мобильная IPv6", сеть MPLS должна выполнять следующие общие требования:

- Места нахождения мобильных узлов зарегистрированы в шлюзе LER/HA.
- LER или LER/FA хранят информацию мобильных узлов в качестве окончательного пункта туннеля LSP, в котором инкапсуляция и декапсуляция пакетов производится с помощью информации заголовка метки.

- Для безопасности во входном LER может быть добавлена функция фильтрации [27].
- Путь с коммутацией по меткам с запрошенным уровнем QoS (если имеется) создается между входным LER и выходным LER.
- Требуется минимизация прерывания обслуживания во время переключения. Во время переключения должен обеспечиваться согласованный уровень QoS.

5.2.2 Требования MIPv4oMPLS

- *Требования к возможности соединения*

Мобильный узел должен иметь возможность связываться с другими узлами после изменения своего пункта присоединения к сети MPLS на канальном уровне без изменения своего местного адреса IP. Во время переключения обеспечивается возможность "бесшовного" соединения посредством получения "адреса для передачи" мобильного узла в месте посещения.

- *Требования к обнаружению агента*

Агенты мобильности (т. е. внешние агенты и местные агенты) анонсируют свое присутствие посредством сообщений анонсирования агента. Факультативно мобильный узел может запрашивать анонсирование агента у любых локально присоединенных агентов мобильности.

- *Требования к управлению и регистрации места нахождения*

Когда мобильный узел обнаруживает, что он находится во внешнем пункте, он получает "адрес для передачи" и взаимодействует со службами мобильности при регистрации своим местным агентом. При возвращении в свой местный пункт мобильный узел отменяет регистрацию своим местным агентом. Узел MPLS соответствующим образом обновляет соответствующую таблицу кэширования меток.

- *Требования к маршрутизации*

В сети MPLS не предъявляются дополнительные требования к маршрутизации. Когда мобильный узел находится вне местного пункта, то для того, чтобы избежать "треугольника маршрута", может использоваться оптимизация маршрута посредством выбора прямого кратчайшего LSP между мобильным узлом и узлом корреспондента.

- *Требования к безопасности*

Среда мобильной сети потенциально очень отличается от среды фиксированной сети. Во многих случаях мобильные узлы могут соединяться с сетью по радиоканалам. LSP, использующие радиоканалы, подвержены, в частности, пассивному перехвату сообщений, активному замещению оригинала и другим активным атакам.

Местные агенты и мобильные узлы должны быть в состоянии выполнять идентификацию.

5.2.3 Требования MIPv6oMPLS

- *Требования мобильного протокола IPv6*

В то время, когда мобильный узел находится вне местного пункта, мобильный узел IP связан с "близко расположенным адресом для передачи", который обеспечивает информацию о текущем месте нахождения мобильного узла. Пакеты IPv6, посылаемые на местный адрес мобильного узла, прозрачно маршрутизируются на его "близко расположенный адрес для передачи".

- *Требования оптимизации маршрута (или обновления привязки)*

Мобильный протокол IPv6 дает возможность узлам IPv6 кэшировать привязку местного адреса мобильного узла к его "адресу для передачи", а затем передавать любые пакеты, адресованные мобильному узлу, прямо на его "адрес для передачи". LSP устанавливаются непосредственно между мобильным узлом и узлом корреспондента с использованием кэшированной информации о привязке.

6 Архитектура службы

6.1 Обзор

6.1.1 Введение

Магистральная сеть MPLS может создавать широкомасштабную мобильную сеть IP. Мобильный узел может связываться с любыми другими фиксированными или мобильными узлами через пограничный маршрутизатор по меткам (Label Edge Router, LER). LER способен передавать пакеты IP посредством их инкапсуляции. Пакет с кодированием метки перемещается через сеть MPLS по конкретному маршруту, так как метка используется для представления явного маршрута и кодируется с использованием надлежащей классификации в соответствии с качеством обслуживания (quality of service, QoS). Это определяет основанная на стандарте сигнализация MPLS (например, протокол распространения меток), служащая для поддержки взаимодействия оборудования многих поставщиков. Таким путем сеть MPLS создает существенные преимущества для ориентированной на соединения сети IP.

Логика передачи MPLS основана на алгоритме переключения меток. Заголовок MPLS позволяет любой технологии канального уровня переносить метку MPLS таким образом, чтобы получить выигрыш от переключения меток вдоль LSP.

В отличие от обычных маршрутизаторов LSR MPLS создает путь в сети между конечными пунктами соединения и передает пакеты по этому пути. Этот LSP представляет собой виртуальное соединение, использующее пропускную способность физического канала. В отличие от маршрутизации без установления соединения LSR могут определять параметры виртуального соединения, включая допустимую скорость и приоритет. Это является решающим в способности LSR управлять пропускной способностью и QoS. Заголовок MPLS обеспечивает достижение оригинальных целей идентификации потока. MPLS допускает, чтобы приоритет или категория обслуживания полностью или частично определялись из метки. В этом случае можно сказать, что метка представляет собой комбинацию FEC, приоритета и/или категории обслуживания.

В домене DiffServ все пакеты IP, проходящие по каналу и требующие одних и тех же рабочих характеристик DiffServ, образуют так называемую "совокупность по рабочим характеристикам" (Behavior Aggregate, BA). Во входном домене DiffServ пакеты классифицируются и маркируются "кодовой точкой DiffServ" (DiffServ Code Point, DSCP), которая соответствует их "совокупности по рабочим характеристикам" (Behavior Aggregate). В каждом транзитном узле DSCP используется для выбора "рабочих характеристик на сегменте сети связи" (Per Hop Behavior, PHB), которые определяют запланированную обработку, а в некоторых случаях и вероятность сброса для каждого пакета. Это позволяет сети MPLS выбирать способ, которым совокупности рабочих характеристик (BA) DiffServ отображаются на пути с коммутацией по меткам (Label Switched Path, LSP), чтобы они могли соответствовать задачам DiffServ, контроля трафика и защиты внутри конкретной сети.

Для поддержки мобильной службы сеть MPLS должна обеспечивать согласование между внешним и местным агентами. Путем комбинирования или объединения функций местного и внешнего агентов в узле MPLS сеть MPLS способна обеспечивать работу мобильного узла. Местный и/или внешний агент могут размещаться в узлах MPLS, которые называются LER/HA и LER/FA. Пакеты, перехватываемые LER/HA, инкапсулируются, в этом случае используется метка и передача по туннелю к текущему месту нахождения мобильного узла через LER/FA. LSP, имеющийся между местным агентом и внешним агентом, используется для передачи по туннелю с обеспечением качества обслуживания. Для установления через сеть MPLS туннеля LSP между мобильными агентами (это внешний и внутренний агенты) могут использоваться оба протокола сигнализации MPLS, CR-LDP и RSVP-TE. Туннели "IP-в-IP" между местным агентом и внешним агентом объединяются в одном или нескольких LSP через сеть MPLS [10], [11]. Для того чтобы традиционным способом избежать проблемы "треугольника маршрута" местного мобильного протокола IPv4, может быть установлен прямой LSP от любого узла корреспондента до любого мобильного узла. Когда мобильный узел перемещается в соседний регион, существующие LSP изменяются без прерывания обслуживания, так как может быть применено "плавное" переключение. Для исключения "треугольника маршрута" могут использоваться также процедуры перемаршрутизации, они обеспечивают выбор кратчайшего пути.

Для установления LSP между узлом корреспондента и мобильным узлом могут использоваться следующие четыре типа сценариев передачи по туннелю LSP:

- Сценарий 1 (сценарий передачи по туннелю мобильного IPv4 на базе MPLS) использует базовые мобильные службы IPv4 через сеть MPLS, устанавливающую LSP между узлом корреспондента и мобильным узлом. Это естественное расширение существующего

мобильного протокола IPv4 через местного агента. Входной LER перехватывает входящие пакеты, подлежащие передаче мобильному узлу как через LER/HA, так и через выходной LER/FA. В этом сценарии требуются два LSP между входным LER и LER/HA и между LER/HA и выходным LER/FA соответственно.

- Сценарий 2 (сценарий оптимизации мобильного IPv4 на базе MPLS) использует оптимизацию маршрута через сеть MPLS для устранения проблемы "треугольника маршрута" мобильного протокола IPv4. Используется прямой кратчайший LSP между входным LER и выходным LER/FA без маршрутизации через местного агента.
- Сценарий 3 (сценарий обновления привязки мобильного IPv6 на базе MPLS) использует процедуру обновления привязки мобильного протокола IPv6 для кэширования информации привязки местного адреса мобильного узла к его "адресу для передачи". Здесь не требуется внешний агент как в мобильном IPv4. LSP между входным LER и выходным LER прозрачно доставляют пакеты мобильному узлу.
- Сценарий 4 (сценарий иерархической передачи по туннелю мобильного IP на базе MPLS) использует иерархический мобильный протокол IPv4 или IPv6 через сеть MPLS. Надлежащие мобильные агенты размещаются в иерархических узлах MPLS. Этот сценарий выполняет региональную регистрацию локально так, как региональный FA и шлюз FA. В случае переключения эти FA выполняют роль узла присоединения для перемаршрутизации LSP в область посещения.

Дополнительные подробности приведены в 6.3

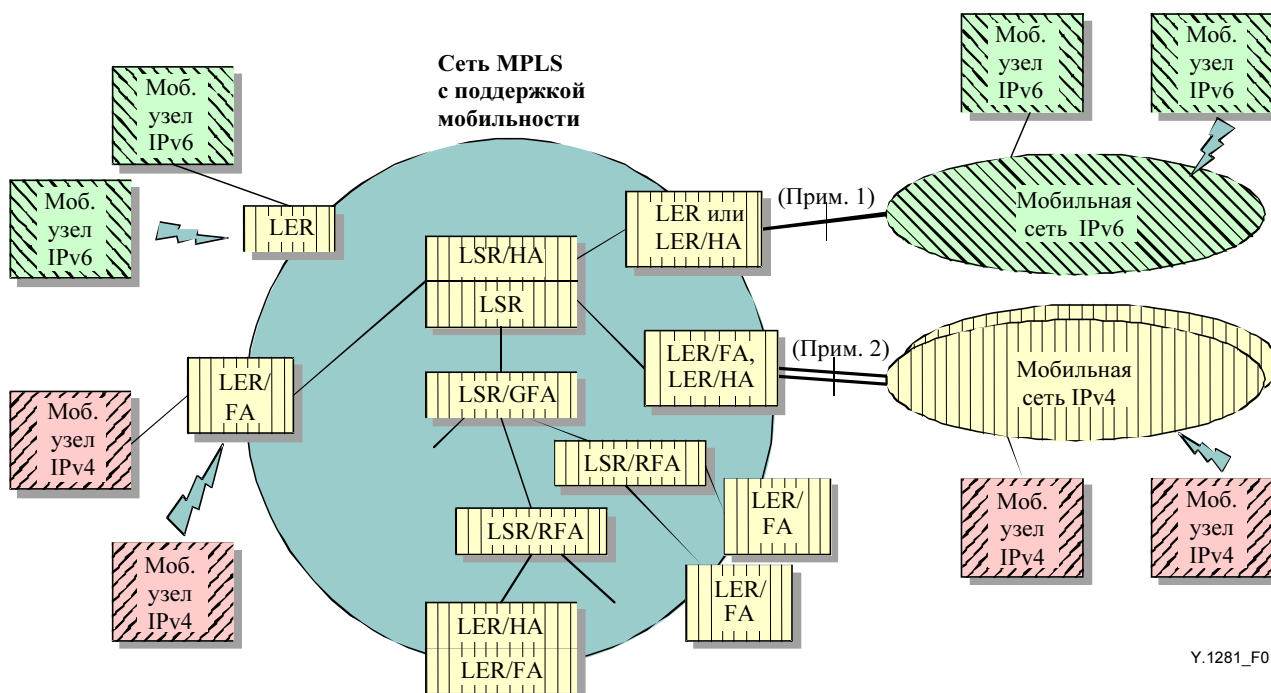
6.1.2 Допущения

- Рассматривается одиночный административный домен MPLS. Междоменные сети MPLS между разными операторами сети не входят в область рассмотрения данной Рекомендации.
- Не предъявляются дополнительные требования к сети MPLS для поддержки таких функций мобильного протокола IPv4 и мобильного протокола IPv6, как обнаружение агента и управление местом нахождения.
- Все мобильные узлы непосредственно соединены с LER/FA. Если одна или больше мобильных сетей IP присоединены к LER/FA, в котором ряд HA и FA содержат одиночную мобильную сеть IP, каналы к LER/FA эмулируются как прямой интерфейс из мобильного узла. В этом случае LER/FA может быть внешним шлюзом-маршрутизатором присоединенной мобильной сети IP для связи с внешним миром.
- LER выполняют функции внешних агентов для идентификации посещаемых мобильных узлов. В мобильном IPv6 через MPLS LER может выполнять также функцию входной фильтрации. Местный агент может быть размещен в узлах LER или LSR в зависимости от покрытия местного адреса мобильного IP.
- Процесс передачи в сети MPLS реализуется как в трафике дейтаграмм IP (трафик UDP), так и в трафике IP потокового типа (трафик TCP).
- LER/HA и LER/FA должны поддерживать ассоциации безопасности.

6.2 Эталонная архитектура

На рисунке 1 приведена эталонная модель сети MPLS для поддержки мобильных служб IPv4 и мобильных служб IPv6.

На этом рисунке HA размещен в LER или LSR. FA размещается только в LER. GFA и RFA в иерархической сети MPLS размещены в LSR. Но для сети IPv6 здесь нет FA.



Y.1281_F01

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Этот интерфейс эмулирует мобильные узлы IPv6. LER несет ответственность за присоединенную мобильную сеть IPv6 в качестве пограничного шлюза-маршрутизатора.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Этот интерфейс эмулирует мобильные узлы IPv4. LER несет ответственность за присоединенную мобильную сеть IPv4 в качестве пограничного шлюза-маршрутизатора.

Рисунок 1/Y.1281 – Эталонная архитектура сети MPLS с поддержкой мобильности

ПРИМЕЧАНИЕ. – Взаимодействие между мобильными сетями IP и сетью MPLS не входит в область рассмотрения данной Рекомендации. Эталонные архитектуры для мобильного IPv4 и для мобильного IPv6 приведены в Добавлении 1.

6.3 Сценарии передачи по туннелю LSP

6.3.1 Сценарий передачи по туннелю мобильного IPv4 на базе MPLS

Этот сценарий описывает механизмы передачи по туннелю MPLS для поддержки мобильной службы IPv4. В то время, когда мобильный узел переместился во внешнюю область, LER/HA перехватывает пакеты, имеющие местный адрес IP мобильного узла, и передает их LER/FA области, временно посещенной мобильным узлом. LSP обеспечивает туннели уровня 2 без инкапсуляции "IP в IP" [10], [11]. Следует отметить, что туннель "IP в IP" использует возможности передачи уровня 3. Входной LER все время передает пакеты IP местному агенту на выходной LER/FA внешнего мобильного узла. Весь процесс передачи происходит на уровне MPLS.

Так как заголовок меток значительно меньше, чем заголовок инкапсуляции IP, заголовок передачи по туннелю от местного агента до внешнего агента также сокращается. Кроме того, LSP, удовлетворяющий требованиям качества обслуживания (quality of service, QoS) и контроля трафика, может быть установлен с помощью CR-LDP или RSVP-TE.

На рисунке 2 показан сценарий передачи по туннелю мобильного IPv4 на базе MPLS. В этом сценарии LER/HA перехватывает пакеты и передает их мобильному узлу.

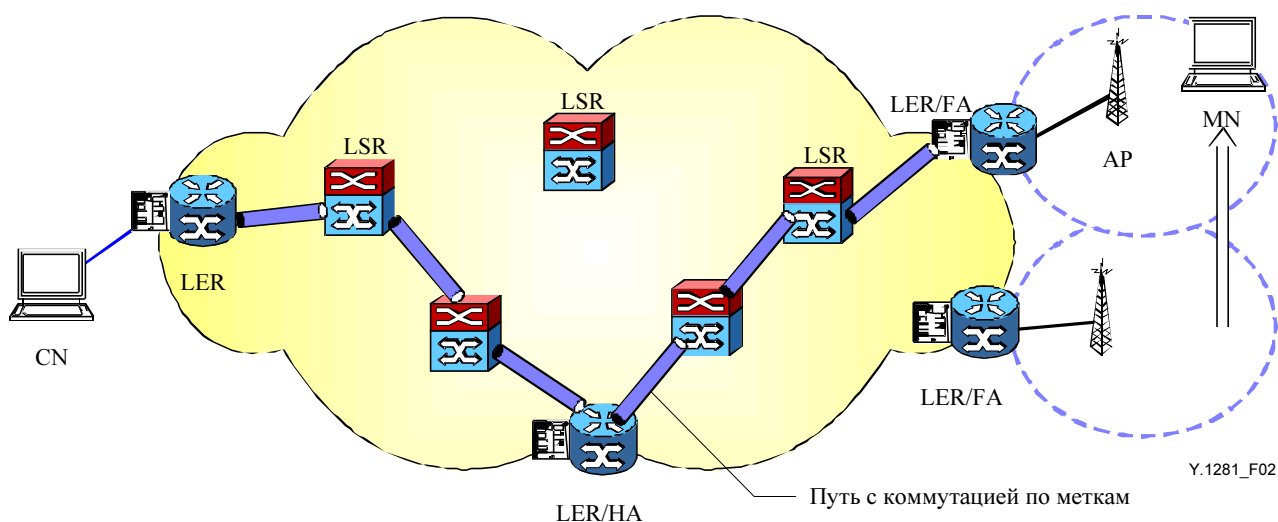


Рисунок 2/Y.1281 – Сценарий передачи по туннелю мобильного IPv4 на базе MPLS

В этом сценарии все местные агенты и внешние агенты могут быть размещены в LER. LSP могут быть установлены тем же способом, каким устанавливаются "туннели" между местным агентом и внешним агентом. В мобильном IPv4, дополнительно, они могут быть путями IP с обеспечением QoS при использовании маршрутизации и сигнализации, основанных на ограничениях.

6.3.2 Сценарий оптимизации маршрута мобильного IPv4 на базе MPLS

В этом сценарии пути передачи данных от входного LER к выходному LER повторно определяются после процедуры обнаружения. Если после переключения путь маршрутизации значительно длиннее оптимального пути, выполняется процедура оптимизации маршрутизации. Оптимизация маршрута применяется только внутри сети MPLS, в которой конечными пунктами передачи по туннелю являются входной LER и выходной LER/FA. После выполнения оптимизации маршрута обновляются записи передачи меток как на входном LER, так и на выходном LER. При этом нет необходимости обновлять содержимое кэша привязки узла корреспондента. Пути передачи от входного LER идут прямо на выходной LER/FA, который может разрешать проблему "треугольника маршрута". Входной LER находит путь передачи в процессе запроса для нахождения конечных пунктов туннеля к пункту назначения, который является LER/FA пункта назначения. Входящие пакеты входного LER отыскивают выходной LSP в таблице информации о метках LER: когда найдена соответствующая запись передачи метки, пакеты передаются в выходной LER, используя явно заданный маршрутизацией путь. Если запись не найдена, пакеты передаются местному агенту, используя путь, задаваемый посегментной (hop-by-hop) маршрутизацией.

На рисунке 3 показан сценарий оптимизации маршрута мобильного IPv4 на базе MPLS.

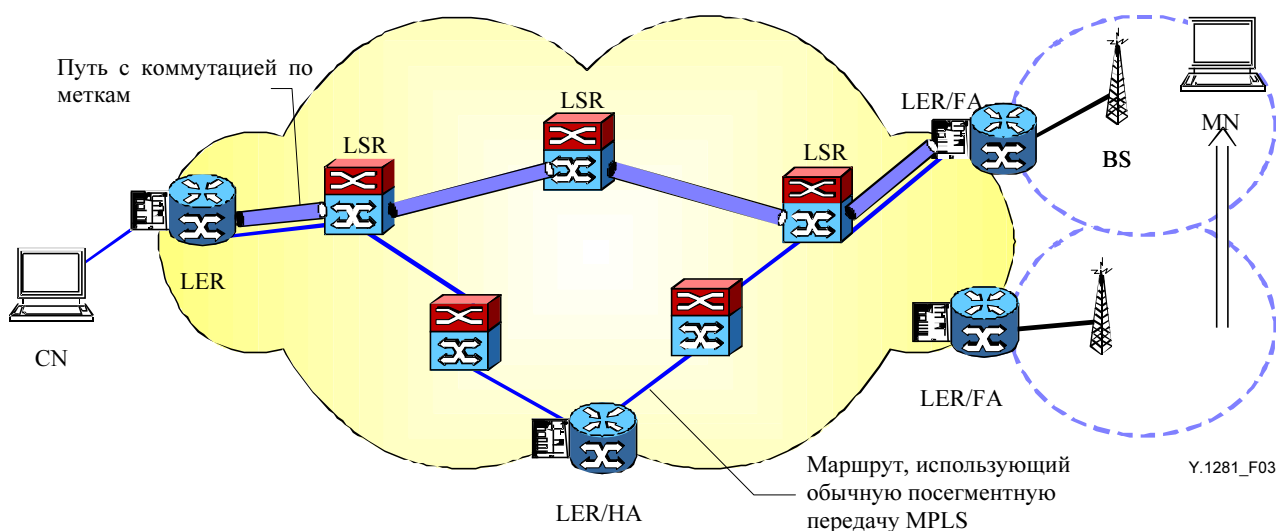


Рисунок 3/Y.1281 – Сценарий оптимизации маршрута мобильного IPv4 на базе MPLS

6.3.3 Сценарий обновления привязки мобильного IPv6 на базе MPLS

В этом сценарии прямой путь передачи от входного LER к выходному LER устанавливается после процедуры обновления привязки IPv6, которая аналогична сценарию оптимизации маршрутизации мобильного IPv4. Отличия от мобильного IPv4 в том, что, во-первых, эта процедура обновления привязки мобильного IPv6 является основной частью функционирования протокола, в то время как оптимизация маршрута в мобильном IPv4 является необязательным набором расширений в мобильном IPv4. В мобильном IPv6 процедура регистрации и процедура оптимизации маршрута выполняются одной компонентой протокола. Во-вторых, в IPv6 нет LER/FA, так как мобильные узлы IPv6 используют только "близко расположенный адрес для передачи". Вместо этого LER выполняет входную фильтрацию [27]. Мобильный узел IPv6 использует свой "адрес для передачи" в качестве адреса источника в заголовке IP пакетов, которые он передает, создавая тем самым возможность пакетам проходить через входные фильтрующие маршрутизаторы. Использование "адреса для передачи" в качестве адреса источника в каждом заголовке IPv6 упрощает маршрутизацию в части установления путей с коммутацией по меткам к мобильному узлу.

На рисунке 4 показан сценарий обновления привязки мобильного IPv6 на базе MPLS.

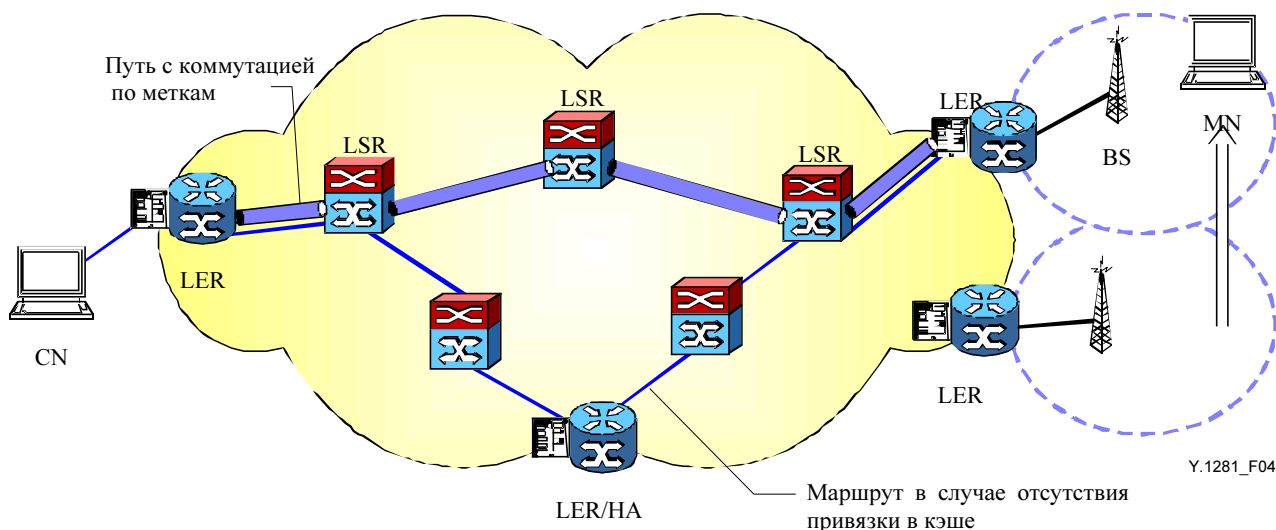


Рисунок 4/Y.1281 – Сценарий обновления привязки мобильного IPv6 на базе MPLS

6.3.4 Иерархический сценарий передачи по туннелю мобильного IP на базе MPLS

В этом сценарии рассматриваются мобильные службы IPv4 или IPv6 через иерархическую сеть MPLS. Предполагается, что имеется несколько иерархически связанных внешних агентов, таких как

внешний агент шлюза (Gateway Foreign Agent, GFA) и региональный внешний агент (Regional Foreign Agent, RFA), которые могут быть размещены в LER или в LSR. Такие внешние агенты поддерживают региональную регистрацию с ассоциациями безопасности. Следует отметить, что при любом перемещении мобильного узла в соседнюю подсеть должно быть обновлено место нахождения мобильного узла у местного агента. Пути с коммутацией по меткам устанавливаются или распространяются до нового внешнего агента.

По мере расширения сети задержка переключения может стать значительной. Иерархический сценарий передачи по туннелю при мобильности позволяет выполнять регистрацию локально для сокращения числа сообщений регистрации к местному агенту. Это сокращает задержку сигнализации, когда мобильный узел перемещается к новому внешнему агенту, и тем самым улучшает рабочие характеристики во время переключения.

В этой архитектуре сети иерархические агенты мобильности делают возможным выполнение "бесшовных" операций по управлению местом нахождения во время проведения исходящих сеансов связи и максимизируют пропускную способность передачи данных. Внешние агенты обрабатывают локальные перемещения мобильных узлов внутри домена.

Иерархический сценарий передачи по туннелю мобильного IP на базе MPLS показан на рисунке 5.

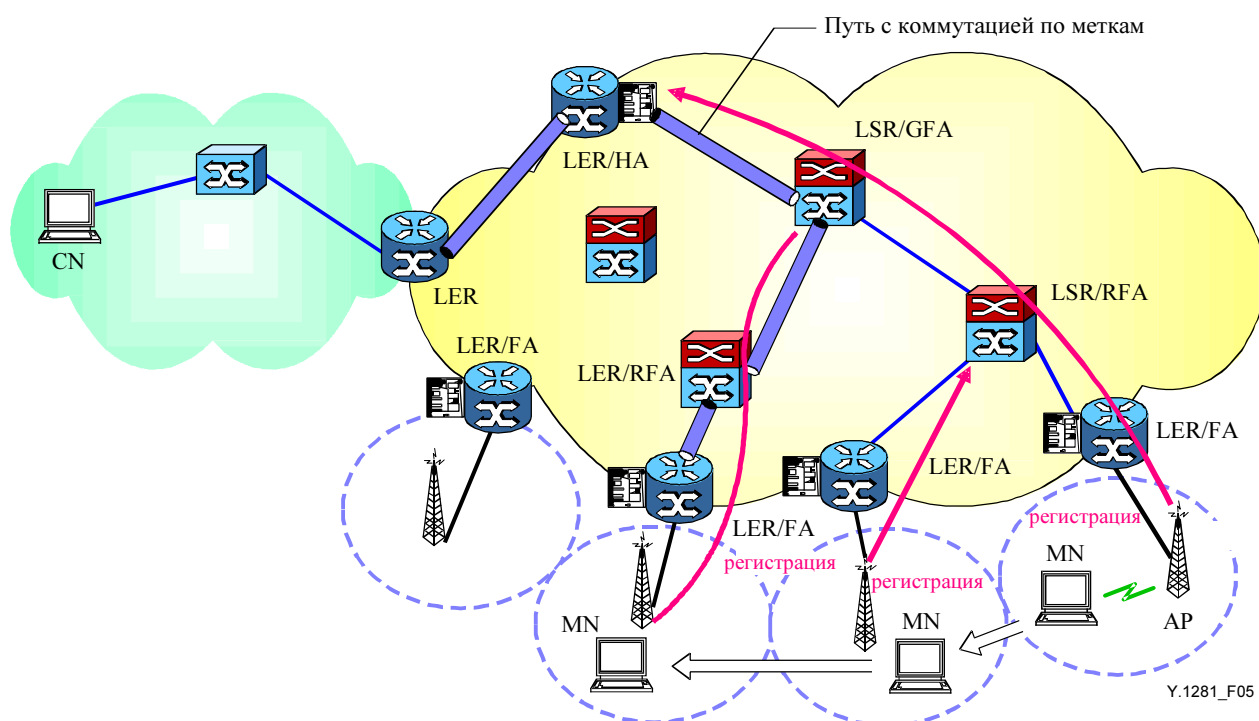


Рисунок 5/Y.1281 – Иерархический сценарий передачи по туннелю мобильного IP на базе MPLS

7 Прикладные процедуры для поддержки мобильности

7.1 Общие допущения

В сети MPLS поддержка мобильности сосредоточена в процедурах управления, таких как регистрация, установление LSP, продление LSP при переключении и др.

Туннели LSP необходимы для передачи пакетов мобильной IP через сеть MPLS. Для установления LSP с надлежащими уровнями QoS используются протоколы сигнализации CR-LDP или RSVP-TE MPLS. Места нахождения домашних и внешних агентов находятся с помощью процедур регистрации и обнаружения агентов мобильного протокола IP.

Пути с коммутацией по меткам между входным LER и выходными LER устанавливаются с помощью сигнализации CR-LDP или RSVP-TE.

В зависимости от приложений двунаправленные LSP обладают некоторыми преимуществами в части меньшего времени установления пути и меньшего числа требуемых сообщений, передаваемых во время установления пути.

7.2 Процедуры передачи по туннелю LSP

7.2.1 Процедуры мобильного IPv4 на базе MPLS

В этом сценарии могут быть туннели LSP следующих видов:

- между входным LER и местным агентом;
- между местным агентом и выходным LER/FA.

На рисунке 6 показаны процедуры сценария передачи по туннелю для мобильной службы IPv4 через MPLS.

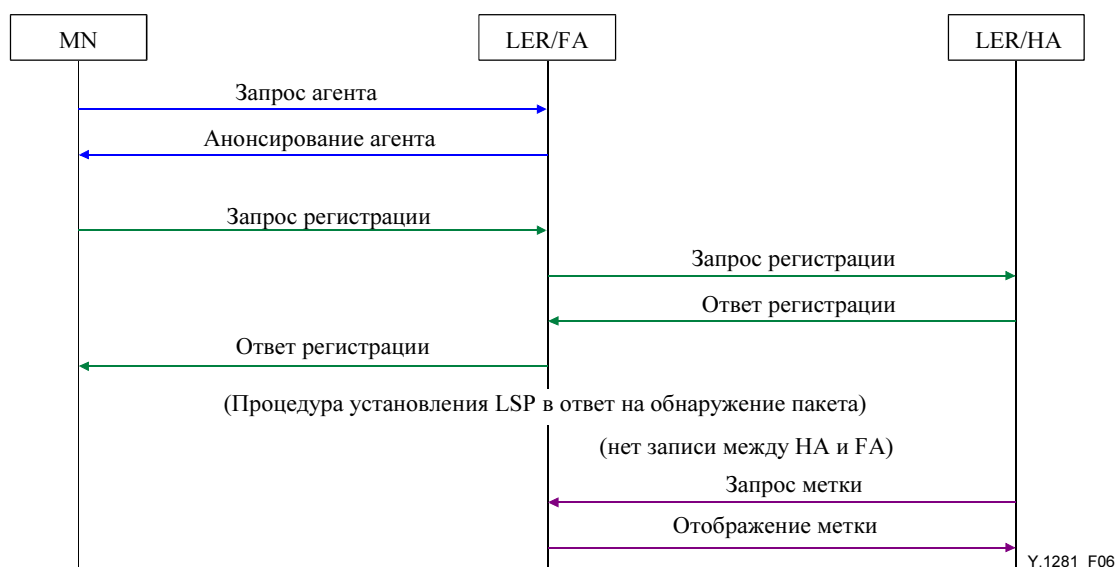


Рисунок 6/Y.1281 – Процедуры сценария передачи по туннелю для мобильной службы IPv4 через MPLS

В этом сценарии мобильный узел определяет, находится ли он в местном пункте или во внешнем пункте, когда он принимает сообщение анонсирования агента, широковещательно распространяемое агентами мобильности. Если мобильный узел определяет, что он находится во внешнем пункте, он запрашивает у внешнего агента временный "адрес для передачи". Так как внешний агент находится на пограничном LER, он анализирует входящее сообщение "запрос регистрации" (Registration Request) и обновляет свою таблицу информации о метках со значением местного адреса мобильного абонента. На основании этой таблицы внешний агент передает сообщение запроса регистрации местному агенту.

Сообщение запроса регистрации передается местному агенту с использованием посегментной (hop-by-hop) маршрутизации. Когда местный агент получает сообщение запроса регистрации и узнает "адрес для передачи" мобильного узла, он через внешнего агента передает мобильному узлу ответное сообщение регистрации. Если между местным агентом и внешним агентом нет LSP, тогда местный агент передает внешнему агенту сообщение "запрос метки/пути" (если LSP уже существует, никаких действий не требуется). Внешний агент отвечает местному агенту сообщением "отображение метки/резерв." (mapping/resv). Когда сообщение "отображение метки/резерв." поступает местному агенту, устанавливается LSP. По этому пути местный агент может ретранслировать пакеты, адресованные на местный адрес мобильного узла, на его текущее место нахождения во внешней сети.

Когда внешний агент принимает пакеты по LSP, он записывает номер входного порта, значение метки и адрес IP узла корреспондента пакета. Используя эти данные, внешний агент передает пакеты пользователя через LSP от мобильного узла узлу корреспондента.

Пакеты от узла корреспондента адресуются на местный адрес мобильного узла. Если мобильный узел находится во внешней сети, пакеты перехватываются местным агентом. Местный агент использует

значение входящей метки в качестве индекса для поиска в своей таблице информации меток. Он вставляет значение метки из таблицы информации меток в пакет и передает его через порт, указанный в таблице. Если мобильный узел еще находится в местной сети, то записи в таблице отсутствуют.

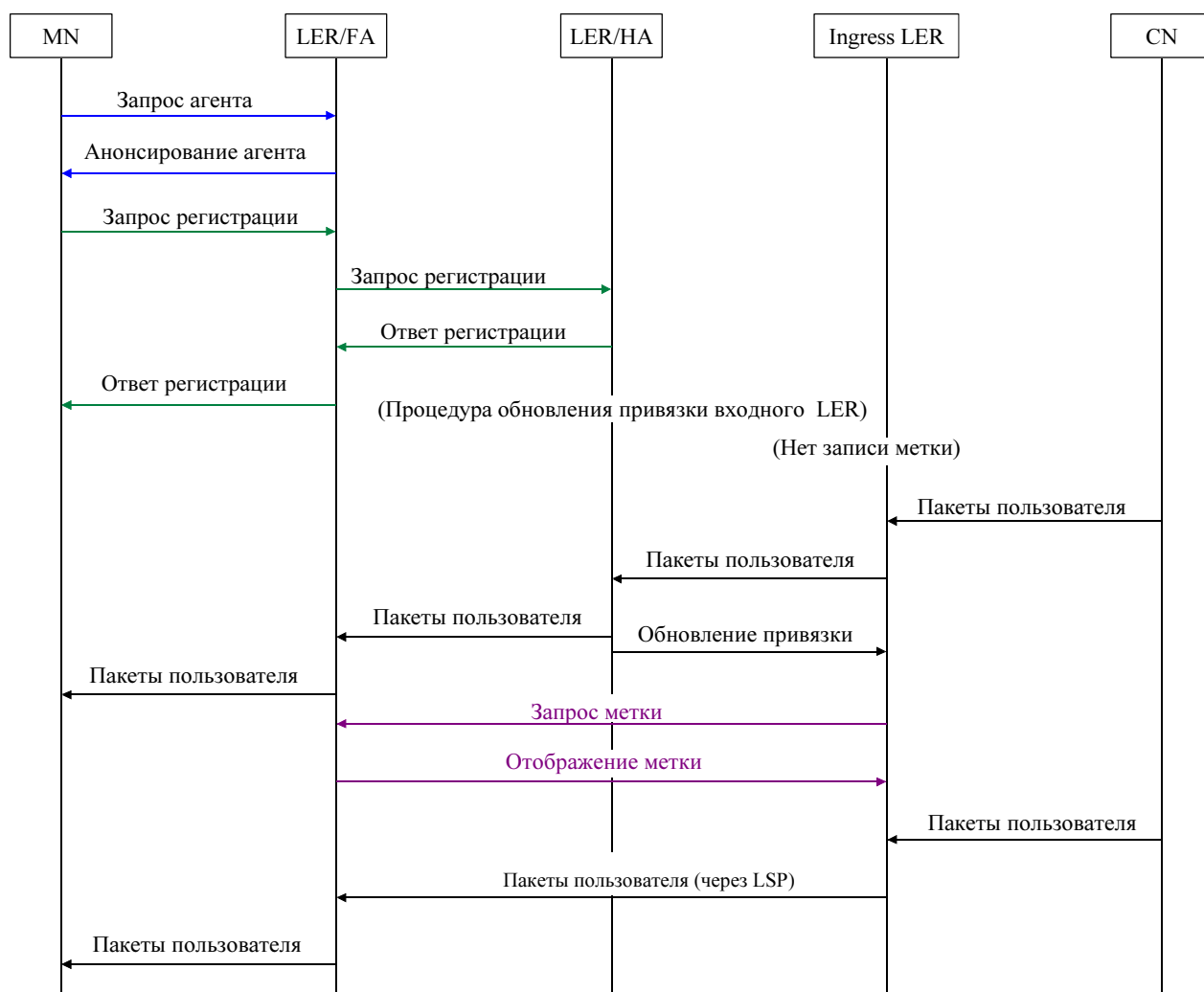
7.2.2 Процедуры оптимизации маршрута мобильного IPv4 на базе MPLS

Этот сценарий используется для решения проблемы "треугольника маршрута" мобильного IPv4 для всех путей маршрутизации через местного агента. Путь от входного LER устанавливается прямо до выходного LER/FA и не проходит через местного агента. В этом сценарии с помощью процедуры обнаружения маршрутизатора производится перерасчет путей передачи данных от входного LER к выходному LER. Оптимизация маршрута применяется только внутри сети MPLS, конечными точками передачи по туннелю являются входной LER и выходной LER/FA. Когда узел корреспондента передает пакеты мобильному узлу, расположенному во внешней области, входной LER в зависимости от информации маршрутизации должен выбрать надлежащий путь передачи.

В этом сценарии возможны следующие туннели LSP:

- между входным LER и выходным LER/FA;
- между старым внешним агентом и новым внешним агентом (только для случая продления LSP).

На рисунке 7 показаны процедуры оптимизации маршрута для сценария передачи по туннелю для мобильной службы IPv4 через MPLS.



Y.1281_F07

Рисунок 7/Y.1281 – Процедуры оптимизации маршрута для сценария передачи по туннелю мобильной службы IPv4 через MPLS

Когда местный агент мобильного узла перехватывает пакет, поступивший от местной сети, и передает его по туннелю мобильному узлу, местный агент передает сообщение обновления привязки входному LER узла корреспондента, информируя его о текущей привязке мобильности мобильного узла. Процедура обновления привязки для мобильного IPv4 может быть определена аналогично процедуре мобильного IPv6 в [29]. Как и в случае передачи сообщения обновления привязки местным агентом мобильного узла, входной LER обрабатывает кэш привязки с целью оптимизации связи мобильного узла с узлами корреспондентов. Входной LER может создать или обновить запись кэша привязки для мобильного узла только тогда, когда он принял и идентифицировал привязку мобильности мобильного узла. Каждая привязка в записи кэша имеет соответствующий срок действия, задаваемый в сообщении обновления привязки: после окончания этого периода времени привязка удаляется из кэша.

Когда внешний агент принимает пакет, то при наличии у него записи в кэше привязки для мобильного узла назначения и при отсутствии записи в списке посетителей для этого мобильного узла, внешний агент делает вывод, что истек срок действия записи кэша привязки для этого мобильного узла. В этом случае внешний агент передает местному агенту мобильного узла предупредительное сообщение привязки, в котором ему рекомендуется передать сообщение обновления привязки входному LER, который передал по туннелю этот пакет.

7.2.3 Процедуры обновления привязки мобильного IPv6 на базе MPLS

Этот сценарий примерно такой же, как и рассмотренная ранее оптимизация маршрутизации мобильного IPv4. Отличие заключается только в том, что мобильный IPv6 не использует "внешних агентов", так как для идентификации мобильного узла в месте посещения используются некоторые свойства IPv6, такие как обнаружение соседа и автоматическое конфигурирование адреса. Процедура обновления привязки применяется к узлам IPv6 для кэширования привязки местного адреса мобильного узла к его "адресу для передачи". Во входном LER реализована функция входной фильтрации мобильного IPv6, и он создает LSP между входным LER и выходным LER для прозрачной доставки пакетов мобильному узлу [27].

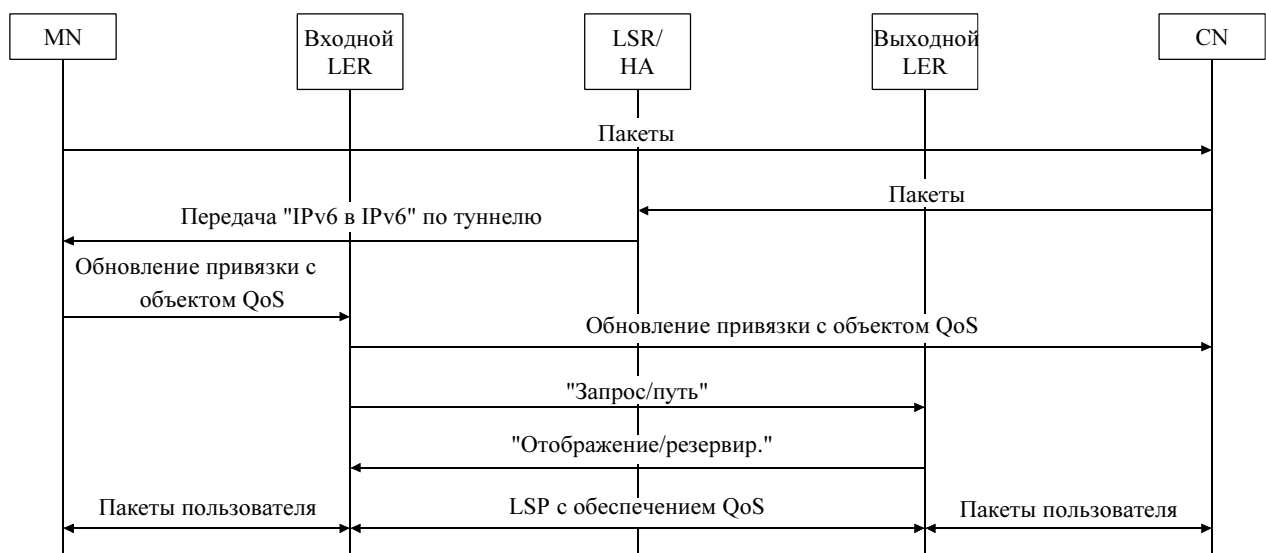
Когда мобильный узел передает пакеты любому другому узлу корреспондента, он передает пакеты непосредственно в пункт назначения. Мобильный узел помещает в поле адреса источника этих пакетов "адрес для передачи" и включает опцию "местный адрес" ('Home Address') пункта назначения. В этом случае узел корреспондента должен обрабатывать опцию "местный адрес", когда передает пакеты, используя тот же самый местный адрес, который содержится в опции "местный адрес" принимаемых пакетов.

Для исключения "треугольника маршрута" мобильный узел передает узлу корреспондента обновление привязки с объектом QoS. LER, принимающий сообщение обновления привязки, принимает решение, инициировать или нет сообщение "запрос/путь" (request/path). Вновь установленный LSP создает туннель для прохождения пакетов. После этого узел IPv6 корреспондента, принявший сообщение обновления привязки, может передавать пакеты непосредственно мобильному узлу.

В этом сценарии могут быть туннели LSP:

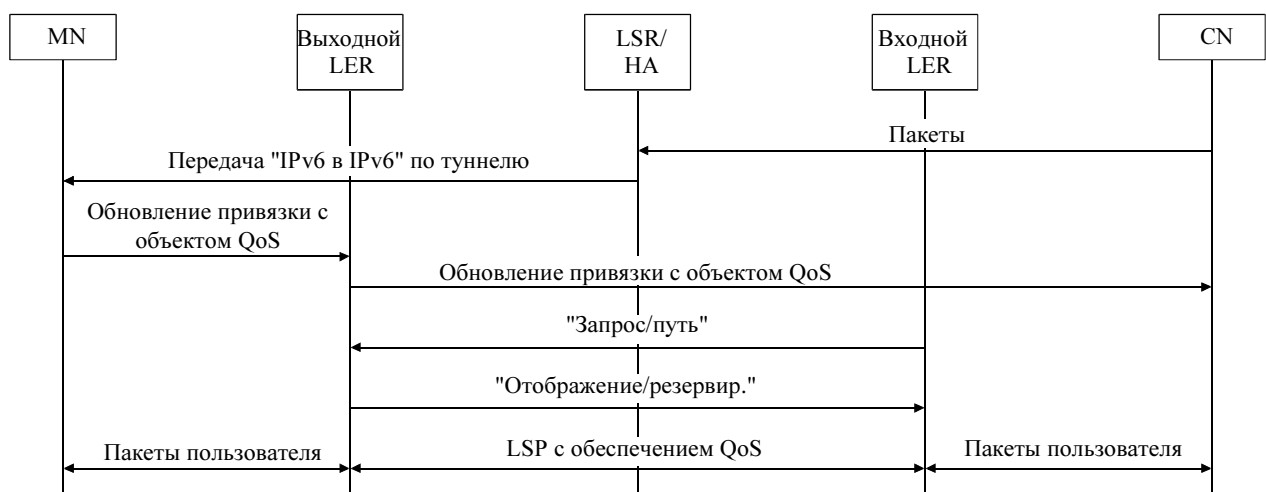
- между входным LER и выходным LER.

На рисунке 8 показаны процедуры сценария передачи по туннелю для мобильной службы IPv6 через MPLS.



а) Передачу данных инициирует мобильный узел

Y.1281_F08a



б) Передачу данных инициирует узел корреспондента (CN)

Y.1281_F08b

Рисунок 8/Y.1281 – Процедуры сценария передачи по туннелю для мобильной службы IPv6 через MPLS

В этом сценарии предполагается, что мобильный узел уже произвел обнаружение маршрутизатора по умолчанию, автоматическое конфигурирование адреса и регистрацию, как определено в процедурах мобильного IPv6. Перед тем, как узел корреспондента передаст мобильному узлу какой-либо пакет, узел корреспондента должен проверить в своем кэше привязки наличие в таблице записей адреса пункта назначения пакета (это местный адрес мобильного узла). Если в узле корреспондента имеется запись кэша привязки для этого адреса, он использует заголовок маршрутизации для маршрутизации пакета мобильному узлу по "адресу для передачи" этой записи кэша привязки. Если узел корреспондента не имеет записи кэша привязки, пакет перехватывается местным агентом мобильного узла и передается по туннелю (с использованием инкапсуляции "IPv6 в IPv6") на текущий "адрес для передачи" мобильного узла. Когда мобильный узел получает пакеты с инкапсуляцией "IPv6 в IPv6", он передает сообщение обновления привязки. В том случае, если сообщения обновления привязки от мобильного узла принимает выходной LER, он инициирует процедуру сигнализации для установления LSP между входным LER и выходным LER.

7.2.4 Иерархические процедуры мобильного IP на базе MPLS

В этом сценарии рассматриваются процедуры сценария передачи по туннелю служб мобильного IPv4 или мобильного IPv6 через иерархическую MPLS, в которой некоторое число внешних агентов, таких как "внешний агент-шлюз" (Gateway Foreign Agent, GFA) и "региональный внешний агент" (Regional

Foreign Agent, RFA), распределено в сети MPLS по иерархическому принципу. Места нахождения GFA и RFA идентифицируются посредством процедуры регистрации у местного агента.

В этом сценарии могут быть следующие туннели LSP:

- между входным LER и местным агентом;
- между местным агентом и GFA;
- между GFA и RFA;
- между RFA и выходным LER/FA.

Выходной LER/FA в сообщении анонсирования агента анонсирует места нахождения иерархических внешних агентов в порядке иерархии между своим адресом (первый) и адресом GFA (последний). Если мобильный узел определяет, что он находится во внешнем пункте, он передает сообщение запроса регистрации. Когда ближайший к мобильному узлу LER/FA принимает регистрацию, он анализирует входящее сообщение запроса регистрации и затем ретранслирует его следующему в иерархии LSR/RFA в направлении LSR/GFA. Когда следующий LSR/RFA принимает сообщение запроса регистрации, он вставляет в список посетителей запись с местным адресом мобильного узла и "адресом для передачи", содержащимися в сообщении запроса регистрации. Эта процедура повторяется до LSR/GFA. Когда LSR/GFA принимает сообщение запроса регистрации, он кэширует информацию о следующем более низком в иерархии LSR/RFA. Затем LSR/GFA ретранслирует сообщение запроса регистрации местному агенту. Для каждой незаконченной или текущей регистрации LSR/GFA выполняет обработку записи списка посетителей. Сообщение запроса регистрации передается местному агенту посегментно, с использованием обычной маршрутизации IP.

Когда местный агент получает сообщение запроса регистрации и узнает "адрес для передачи" GFA, содержащийся в пакете, он передает GFA ответ на регистрацию. Когда GFA принимает сообщение с ответом на регистрацию, он может определить, что это сообщение поступило от конкретного зарегистрированного мобильного узла. GFA может узнать выходной LER/FA мобильного узла, считывая информацию записи мобильного узла, соответствующей принятому сообщению с ответом на регистрацию. Затем GFA передает RFA сообщение с ответом на регистрацию. Эта процедура повторяется в каждом FA в иерархии до тех пор, пока сообщение с ответом на регистрацию не достигнет выходного LER/FA. Когда выходной LER/FA принимает сообщение с ответом на регистрацию, он проверяет свою кэшированную информацию и ретранслирует сообщение с ответом на регистрацию мобильному узлу.

На рисунке 9 показаны процедуры сценария передачи по туннелю мобильной службы IPv4 или IPv6 через иерархическую MPLS.

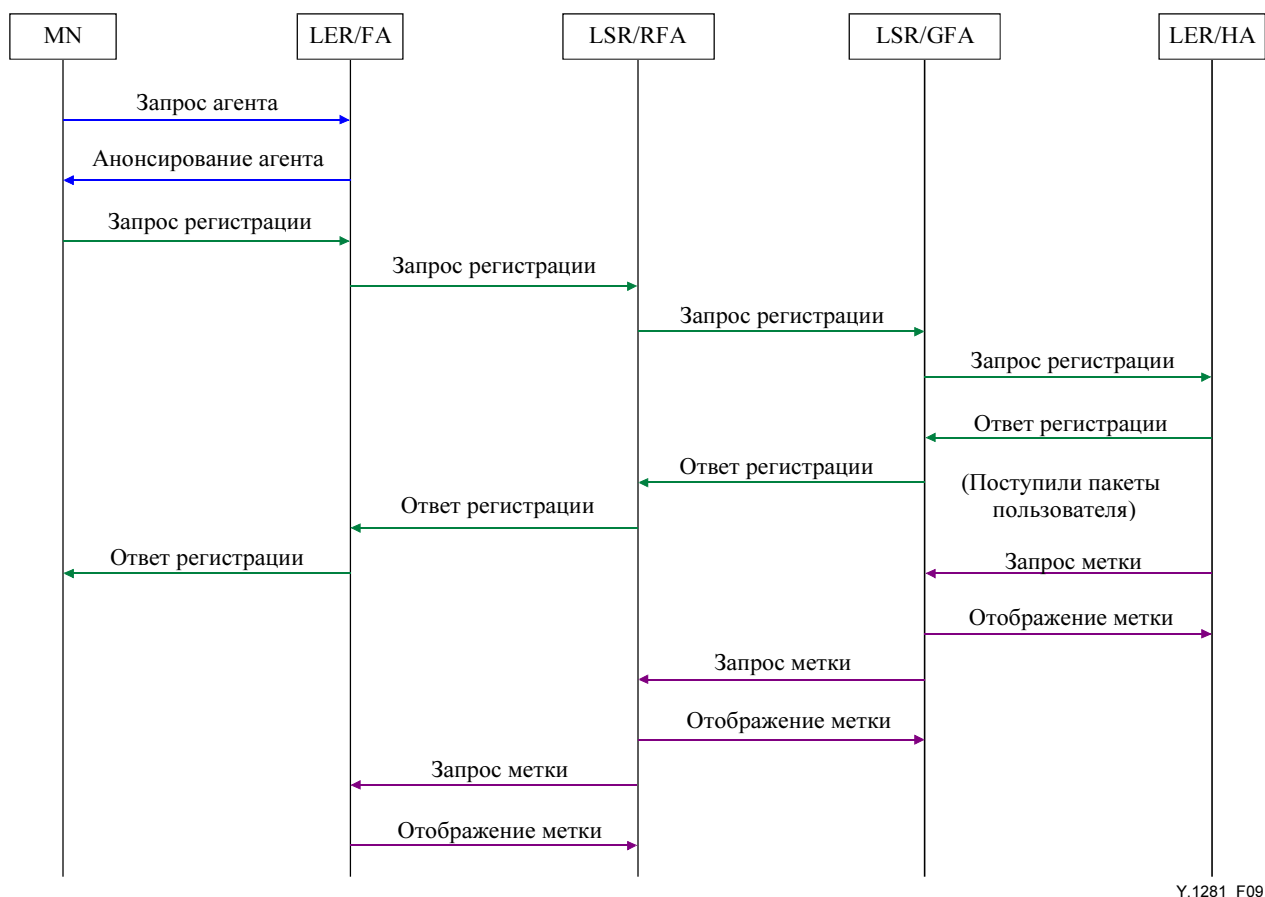


Рисунок 9/Y.1281 – Процедуры сценария передачи по туннелю мобильной службы IPv4 или IPv6 через иерархическую MPLS

Когда местный агент передает пакеты мобильному узлу, он передает GFA сообщение "запрос метки/путь" с "адресом для передачи" мобильного узла. GFA отвечает местному агенту сообщением "отображение метки/резерв." (label mapping/resv). Он назначает метки и хранит местный адрес мобильного узла и соответствующие привязки меток для всех зарегистрированных мобильных узлов. Когда это сообщение "отображение метки/резерв." поступает местному агенту, LSP установлен. На рисунке 9 показаны процедуры регистрации и установления LSP. Затем местный агент обновляет свою таблицу информации меток, которая содержит местный адрес и "адрес для передачи" мобильного узла и создает записи выходной метки и выходного порта. В результате местный агент может ретранслировать своему GFA во внешней сети пакеты, адресованные на местный адрес мобильного узла. В заключение местный агент передает пакеты GFA по LSP между местным агентом и GFA.

Когда GFA принимает пакеты с метками, он может определить, что ответ регистрации поступил от конкретного мобильного узла, который зарегистрирован. GFA может узнать RFA более низкого уровня зарегистрированного мобильного узла, считывая информацию записи мобильного узла, соответствующей принятым пакетам. LSR/GFA передает сообщение "запрос метки/путь" следующему LSR/RFA (в иерархии) с "адресом для передачи" мобильного узла. LSR/RFA отвечает местному агенту сообщением "отображение метки/резерв.". LSR/RFA обновляет таблицу информации привязки и назначает метки для всех зарегистрированных мобильных узлов. Когда в LSR/GFA поступает сообщение "отображение метки/резерв.", LSP установлен.

7.3 Обнаружение агента

Процедура обнаружения агента включает как анонсирование агента, так и запрос агента. Сетью MPLS используются те же самые процедуры обнаружения мобильного IP, когда мобильные агенты размещаются в узлах MPLS. Мобильные агенты анонсируют свое присутствие посредством

сообщений анонсирования агента. Факультативно мобильный узел может запрашивать сообщение анонсирования агента у любого локально присоединенного агента мобильности посредством передачи сообщения запроса агента. Когда мобильный узел принимает анонс агента, он определяет, является ли место нахождения узла местным пунктом или внешним пунктом.

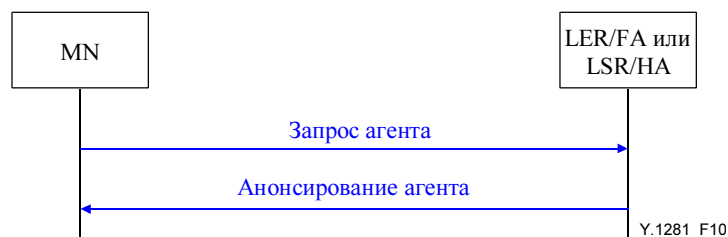


Рисунок 10/Y.1281 – Обнаружение агента мобильного узла через сеть MPLS

7.4 Процедуры перемаршрутизации LSP во время переключения

Когда мобильный узел перемещается из одного внешнего пункта в другой, снова повторяется процедура регистрации между местным агентом и новым внешним агентом. Существующие LSP продляются на нового внешнего агента. Следующие процедуры перемаршрутизации LSP (оптимизация маршрута) могут иметь место в сети MPLS:

- продление LSP;
- оптимизация LSP.

Имеются две цели принятия решения о процедуре перемаршрутизации во время переключения:

- a) для уменьшения задержки или длительности прерывания, вызванного переключением;
- b) для сокращения служебного заголовка. Использование мобильным узлом более одного "адреса для передачи" может быть полезно для обеспечения "плавного переключения", когда мобильный узел перемещается из одного внешнего пункта в другой. LSP может поддерживать возможность плавного переключения и обеспечивать создание путей с допустимым QoS для "адреса для передачи" мобильного узла.

подавляющее большинство абонентов большую часть времени активно не пользуются связью. Однако можно предположить, что беспроводный IP постоянно включен, готов к работе и доступен через беспроводный Интернет. Фактически, мобильный узел находится в состоянии незанятости, но всегда соединен с инфраструктурой сети. Процедура установления LSP активирует только те каналы, которые предназначены для переноса LSP с гарантированным QoS, сохраняя коэффициент использования пропускной способности LSP. Таким образом, LSP устанавливается только между входным LER и выходным LER. Эта схема является эффективной схемой экономии пропускной способности в сети MPLS и уменьшения задержки от окончания до окончания.

7.4.1 Продление LSP

Когда мобильный узел перемещается из одного внешнего пункта в другой, новые пакеты IP, перехваченные местным агентом, передаются по туннелю новому внешнему агенту мобильного узла (это новый выходной LER), но пакеты "на пролете", уже перехваченные местным агентом и переданные по туннелю старому внешнему агенту (это старый выходной LER), наиболее вероятно теряются. Оптимизация маршрута предоставляет предыдущему агенту мобильного узла средства для надежного получения информации о новом обновлении привязки мобильного узла, давая возможность передавать новому внешнему агенту пакеты, находящиеся "на пролете" к предыдущему внешнему агенту.

Когда старый внешний агент получает от нового внешнего агента сообщение об обновлении привязки для информирования о новом месте нахождения мобильного узла, он выполняет поиск в своей информационной базе передачи (forwarding information base, FIB) для нахождения метки, позволяющей достичь нового места нахождения мобильного узла. Если в FIB имеется метка для этого мобильного узла, тогда старый внешний агент устанавливает LSP к новому внешнему агенту. Тем самым существующий LSP от входного LER до старого внешнего агента распространяется до нового внешнего агента через "продленный" LSP.

После обмена сообщениями сигнализации между старым и новым внешними агентами существующий LSP может быть продлен до нового внешнего агента. В течение этого времени старый внешний агент может накапливать все пакеты, поступающие от мобильного узла и в его адрес. После установления LSP пакеты передаются мобильному узлу по новому пути. Любой пакет для мобильного узла, поступивший старому внешнему агенту, может затем быть повторно передан по туннелю новому внешнему агенту через продленный LSP. Если метка для доступа к новому месту нахождения мобильного узла отсутствует, то пакеты передаются новому внешнему агенту посредством посегментной (hop-by-hop) маршрутизации.

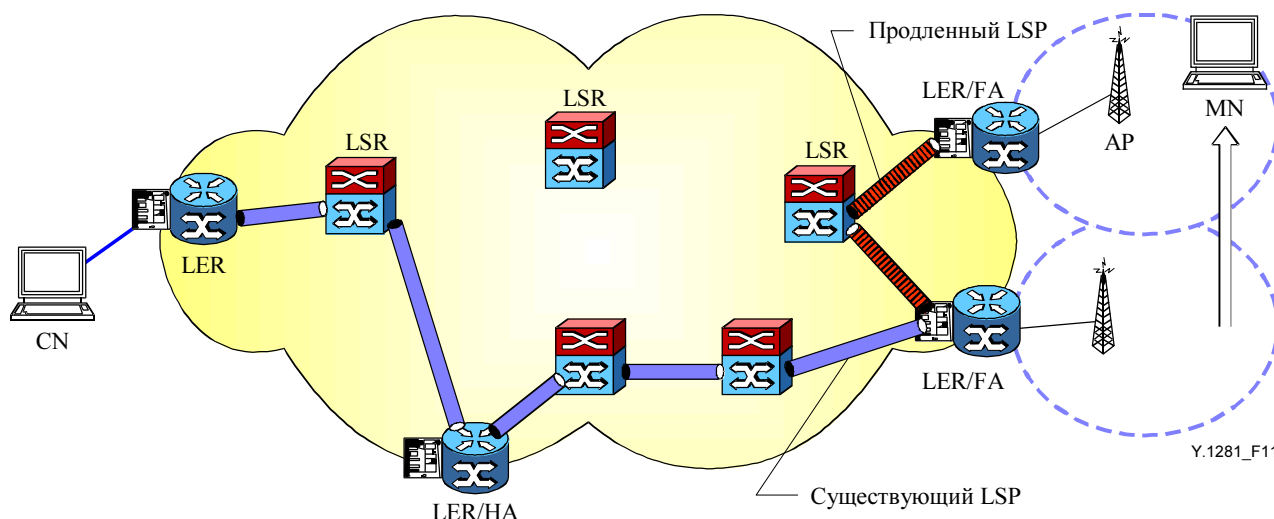
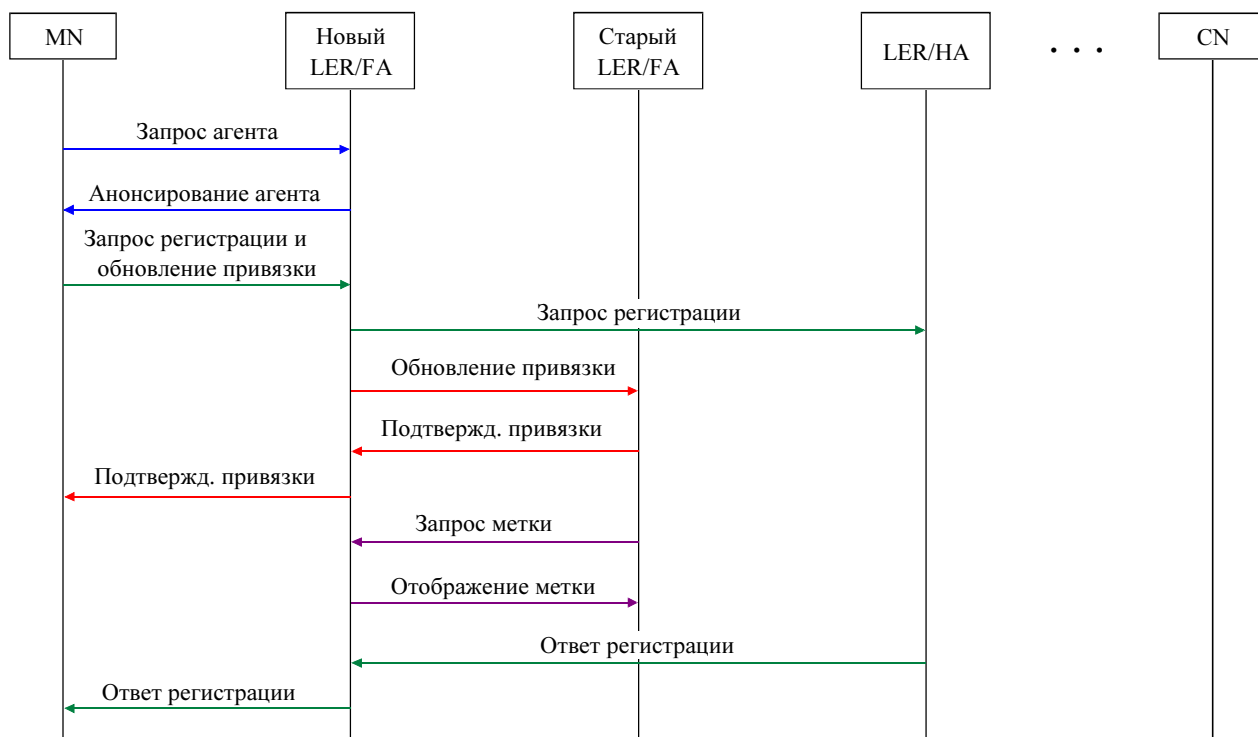


Рисунок 11/Y.1281 – Продление LSP для мобильной службы IP во время переключения

Всякий раз, когда мобильный узел перемещается в соседнюю подсеть, существующий LSP, соединяющий входной LER и старого внешнего агента, удлиняется до нового внешнего агента. Когда входной LER принимает сообщение обновления привязки в ответ на предупредительное сообщение о привязке или на сообщение запроса привязки, входной LER определяет, что мобильный узел пункта назначения переместился к новому внешнему агенту. Однако всякий раз, когда мобильный узел назначения перемещается, входной LER не устанавливает новый LSP к новому внешнему агенту. Продление LSP осуществляется между старым и новым внешними агентами без вмешательства входного LER.



Y.1281_F12

Рисунок 12/Y.1281 – Диаграмма последовательности сообщений для продления LSP

На рисунке 12 показаны следующие процедуры продления LSP:

- Мобильный узел перемещается к новому внешнему агенту и передает ему сообщение запроса регистрации и сообщение обновления привязки.
- Новый внешний агент передает сообщение запроса регистрации местному агенту и передает сообщение обновления привязки старому внешнему агенту.
- Когда старый внешний агент принимает сообщение обновления привязки, он отвечает мобильному узлу через нового внешнего агента сообщением подтверждения привязки. Старый внешний агент может передать новому внешнему агенту сообщение запроса метки.
- LSP устанавливается между старым и новым внешними агентами, когда старый внешний агент принимает сообщение "отображение метки/резервир".
- Затем местный агент в ответ на предыдущий запрос регистрации передает ответное сообщение регистрации.

7.4.2 Оптимизация LSP

Во время или после переключения мобильным узлом или LER/FA может быть произведен запрос оптимизации LSP. Оптимизация маршрута инициируется некоторыми факторами, такими как ухудшение рабочих характеристик или оптимизация ресурсов. Стратегия принятия решения об оптимизации LSP не входит в область изучения данной Рекомендации.

Если рабочие характеристики туннеля LSP временно ухудшились после переключения, входным или выходным LER запускается восстановление LSP. После восстановления LSP маршруты между входным LER и новым внешним агентом могут быть оптимизированы. Старый LSP удаляется, и устанавливается новый путь. Если обнаружены ухудшения рабочих параметров, сообщение восстановления LSP вырабатывается входным или выходным LER. Подробная система измерения и оценки ухудшения рабочих характеристик оставлена для дальнейшего изучения.

Использование мобильным узлом более одного "адреса для передачи" может быть полезно для усовершенствования "плавного" переключения, когда мобильный узел перемещается с одного радиоканала в другой. Если каждый мобильный узел подключен к Интернету по отдельному

радиоканалу, то мобильный узел может оставаться подключенным к обоим каналам при нахождении в области их наложения. В этом случае мобильный узел может запросить новый "адрес для передачи" в новом канале до выхода из зоны передачи старого канала и разъединения с ним. Вследствие этого мобильный узел может принимать пакеты по своему старому "адресу для передачи" в то время, когда он обновляет своего домашнего агента и кэш LER CN, сообщая им свой новый "адрес для передачи" (care-of address, CoA) в новом канале.

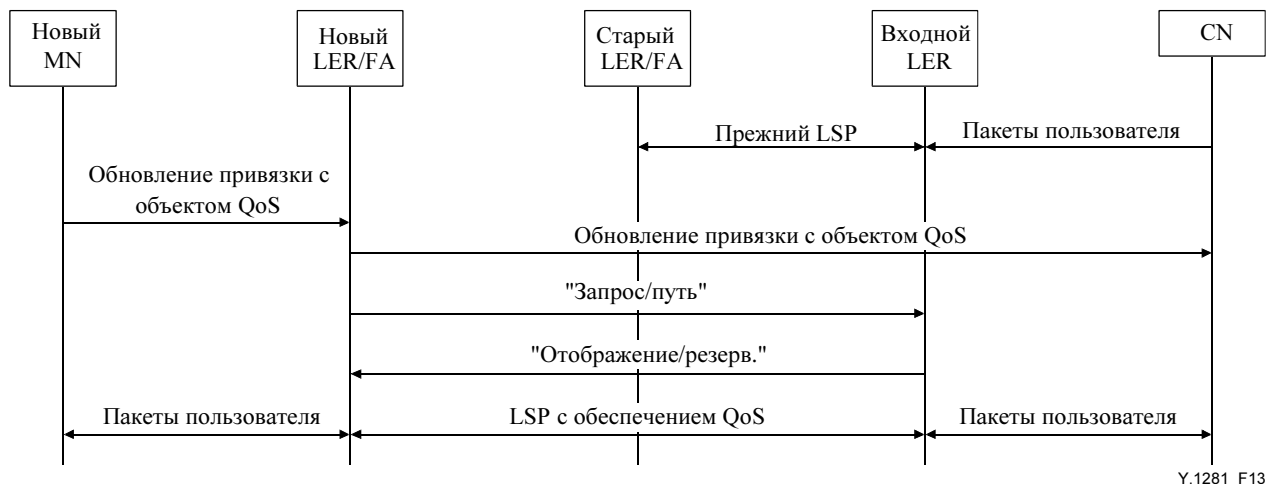


Рисунок 13/Y.1281 – Процедура оптимизации LSP

Когда мобильный узел запрашивает новый CoA, находясь в связи с узлом корреспондента через прежний LSP, для оптимизации маршрута мобильный узел передает узлу корреспондента сообщение обновления привязки наряду с объектом QoS. LER мобильного узла, принимающий сообщение обновления привязки, инициирует сообщения запроса и пути. Теперь узел корреспондента IPv6, принимающий сообщение обновления привязки, может передавать пакеты прямо мобильному узлу, в то время как предыдущие потоки проходили по прежнему LSP, который поддерживает плавное переключение как по прежнему LSP, так и по вновь установленному LSP с гарантированным QoS. Через некоторое время старый LSP автоматически разъединяется, потому что данные по нему больше не передаются.

7.4.3 Оптимизация LSP для иерархической MPLS

Когда возникает переключение при региональной регистрации мобильного IPv4, мобильный узел производит сравнение нового вектора "адреса для передачи" со старым. Он выбирает внешнего агента самого низкого уровня, который появляется в обоих векторах, и передает сообщение запроса региональной регистрации внешнему агенту присоединения, которым может быть LSR/RFA или LSR/GFA. Информирование об этом перемещении любых агентов более высокого уровня не требуется, так как другое окончание их передающего туннеля LSP указывает теперь на текущее место нахождения мобильного узла.

Сообщение запроса регистрации передается LSR/GFA с помощью одного или нескольких промежуточных LSR/RFA. Когда сообщение запроса регистрации поступает в первый LER/FA, внешний агент проверяет свой список посетителей, чтобы узнать, зарегистрирован им уже или нет мобильный узел. Если мобильный узел не зарегистрирован, внешний агент определяет, какой LSR/RFA является следующим LSR/RFA более высокого уровня, которому должно быть ретранслировано сообщение запроса регистрации. Следующий LER/RFA или LSR/RFA проверяет свои списки посетителей, чтобы узнать, зарегистрирован им уже или нет мобильный узел. Если мобильный узел не зарегистрирован, LSR/RFA ретранслирует сообщение следующему LSR/RFA более высокого уровня в направлении LSR/GFA. Этот процесс повторяется в каждом LSR/RFA в иерархии до тех пор, пока LSR/RFA не определит мобильный узел. Если мобильный узел зарегистрирован надлежащим LSR/RFA, тот передает ответ на регистрацию LSR/RFA более низкого уровня. Если мобильный узел уже зарегистрирован этим LSR/RFA, он передает ответ на регистрацию LSR/RFA более низкого уровня. Когда LSR/RFA более низкого уровня принимает ответное сообщение регистрации, LSR/RFA в состоянии отметить принятое ответное сообщение регистрации

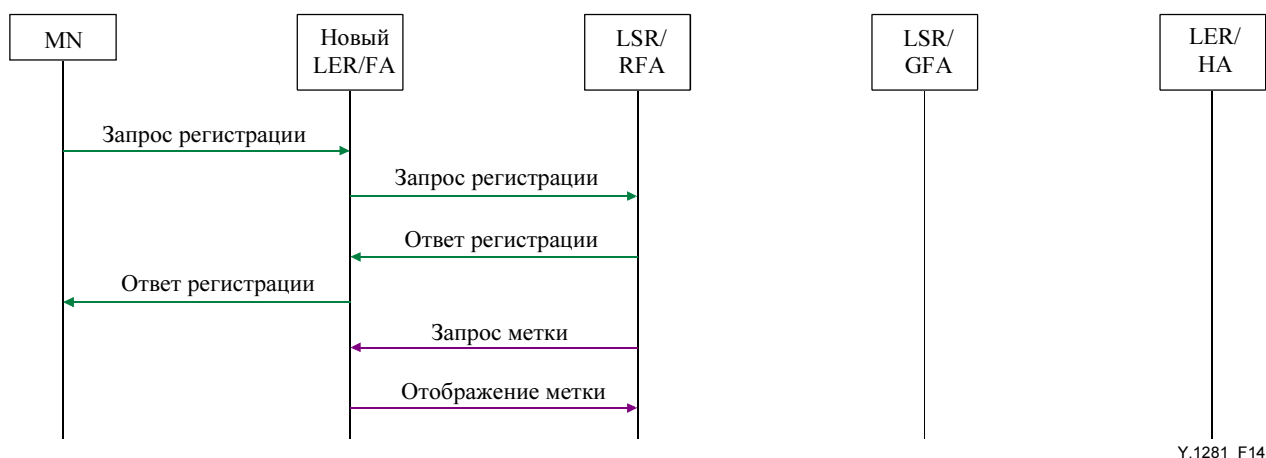
так, чтобы пакет был ассоциирован с соответствующим мобильным узлом. LSR/RFA считывает информацию о месте нахождения из записи мобильного узла, соответствующей принятому ответному сообщению регистрации, и определяет мобильный узел как зарегистрированный узел более низкого уровня. Затем LSR/RFA передает принятое ответное сообщение регистрации LSR/RFA более низкого уровня. Описанная выше последовательность повторяется до нового LER/FA, в который переместился мобильный узел.

Если имеется установленный LSP для мобильного узла к LSR/RFA присоединения, он передает сообщение "запрос метки/путь" следующему LSR/RFA с более низким уровнем в иерархии. LSR/RFA с более низким уровнем в иерархии отвечает LSR/RFA верхнего уровня сообщением "отображение метки/резерв.". Внешние агенты должны хранить в информации таблицы привязки метку и местный адрес мобильного узла. В общем, для мобильных узлов, зарегистрированных у внешнего агента, необходимо назначить метку и отредактировать таблицу привязки местного адреса и метку мобильного узла. Когда сообщение "отображение метки/резерв." от LSR/RFA нижнего уровня поступает в LSR/RFA верхнего уровня, устанавливается LSP. После того, как LSR/RFA принимает метку от LSR/RFA более низкого уровня, необходимо модифицировать запись метки соответствующего мобильного узла в таблице информации о метках. Значение входящей метки в записи метки остается неизменным, когда принятую метку создает LSR/RFA верхнего уровня, а значение выходящей метки посредством процедуры региональной регистрации меняется на новое значение запрошенной метки от нового LSR/RFA более низкого уровня. Затем LSR/RFA передает сообщение "запрос метки/путь" с "адресом для передачи" мобильного узла следующему LSR/RFA. Когда это сообщение "отображение метки/резерв." поступает в LSR/RFA, LSP установлен.

Описанная выше последовательность повторяется до нового внешнего агента сети, в которую переместился мобильный узел. Таким образом, заново установлен LSP от внешнего агента присоединения до нового внешнего агента. При этом методе частичного восстановления LSP может быть уменьшено время установления LSP благодаря тому, что производится обработка LSP от местного агента до внешнего агента присоединения, а новый LSP устанавливается от внешнего агента присоединения до нового внешнего агента.

Пакет доставляется от местного агента до нового внешнего агента по LSP с заменой меток. Новый внешний агент принимает пакет и выполняет поиск в своей таблице информации о метках. Так как это точка выхода LSP от местного агента к новому внешнему агенту, новый внешний агент удаляет промежуточный заголовок метки и передает пакет уровню IP. В заключение новый внешний агент как пограничный маршрутизатор-шлюз внутри соответствующего локального домена на основании вновь добавленной таблицы маршрутизации передает пакет мобильному узлу. Мобильный узел принимает пакет, переданный узлом корреспондента.

На рисунке 14 показан пример процедуры региональной регистрации и оптимизации LSP для мобильной службы IP через иерархическую MPLS, когда мобильный узел перемещается к новому LER/FA.



Y.1281_F14

Рисунок 14/Y.1281 – Процедура оптимизации LSP в мобильном IP через иерархическую MPLS во время переключения

В иерархической мобильной сети IPv4 на базе MPLS дополнительно необходимо удалить регистрационную информацию старого внешнего агента и LSR/RFA верхнего уровня и разъединить LSP. Если регистрация старых мест нахождения не отменена, то возможно, что туннели будут перенаправлены неверно, когда мобильный узел возвратится обратно к предыдущему внешнему агенту. Чтобы избежать нежелательных переходных ситуаций во время удаления старого LSP, можно рекомендовать использовать предпочтительные варианты маршрутизации соответствующих LSP для внешнего агента присоединения.

LSR/RFA присоединения передает обновление привязки с нулевым сроком действия и с сообщением освобождения метки на предыдущий "адрес для передачи", который был зарегистрирован для мобильного узла. Каждый внешний агент, принимающий сообщение обновления привязки, удаляет мобильный узел из своих списков посетителей, и LSP, назначенный между внешними агентами верхнего уровня, разъединяется. Сообщение обновления привязки и сообщение освобождения метки ретранслируются "вниз", к новому внешнему агенту и старому внешнему агенту соответственно. Старые внешние агенты в иерархии, принимающие это оповещение, удаляют мобильный узел из своего списка посетителей. LSP, который был установлен до старого внешнего абонента, разъединяется при приеме сообщений освобождения метки.

8 Рассмотрение QoS

Ухудшение QoS службы

Во время переключения может возникнуть ухудшение QoS, если пакеты, переданные мобильным узлом или адресованные мобильному узлу, поступают в промежуточный узел без информации об их требованиях к QoS передачи. Такое ухудшение QoS должно быть минимизировано.

Рассмотрены две схемы минимизации ухудшения QoS. В одной схеме используется многопунктовый LSP: в этом методе узел присоединения устанавливает LSP к текущему LER/FA и ко всем LER/FA, соседним с обслуживаемым LER/FA. Когда пакеты, адресованные этому мобильному узлу, поступают в узел присоединения, узел присоединения осуществляет многопунктовую передачу пакетов всей группе многопунктовой передачи MN. Если мобильный узел перемещается в один из соседних пунктов, пакеты немедленно оказываются доступными.

Другая схема – это метод, использующий двунаправленный туннель LSP между новым LER/FA и старым LER/FA. В этой схеме LER/FA заранее перед переключением устанавливает двунаправленный LSP с соседним LER/FA. Если мобильный узел перемещается в соседнюю подсеть, пакеты мобильному узлу могут быть переданы через двунаправленный туннель LSP между LER/FA.

Отображение QoS на сеть MPLS

В сети MPLS "путь с коммутацией по меткам" (Label Switched Path, LSP) может быть установлен с использованием соответствующих протоколов сигнализации. Во входном LER каждому пакету назначается метка, и пакеты передаются в потоке дальше. Во всех LER или LSR, вдоль LSP, метки используются для передачи пакета следующему сегменту сети, который может наилучшим образом обеспечивать дифференцированные услуги (differentiated service, DiffServ) и выполнять требования управления трафиком.

В домене DiffServ все пакеты классифицируются и маркируются с помощью кодовых точек DiffServ (DiffServ Code Point, DSCP). В каждом LSR DSCP используется для выбора рабочих характеристик на сегменте. Промежуточный заголовок MPLS может транспортировать информацию PHB [17]. Для установления LSP с резервированием пропускной способности LSR управляют введением указанной LSP с использованием ресурсов, предоставляемых DiffServ (например, посредством конфигурирования, SNMP или протоколов стратегии). LSR также осуществляют настройку ресурсов DiffServ, связанных с соответствующими категориями обслуживания.

В Рекомендациях МСЭ-Т Y.1540 [6] и Y.1541 [7] определены классы QoS сети и заданы обеспечиваемые требуемые рабочие характеристики для IP в виде параметров рабочих характеристик сети. Классы предназначаются для использования в качестве основы "соглашений об уровне обслуживания" (service level agreements, SLAs) между провайдерами сети и между конечными пользователями и их провайдерами сети. QoS и требуемые рабочие характеристики для сети MPLS еще не определены. Детальное установление соответствия QoS между QoS IP и QoS MPLS не входит в область рассмотрения данной Рекомендации.

9 Аспекты управления

Рассматривается поддержка следующей информации управления:

- информация о регистрации местного адреса и "адреса для передачи";
- непротиворечивость и проверка обоснованности информации, зарегистрированной в НА и FA, включая GFA и RFA;
- информация для добавления, удаления и изменения LSP;
- информация о рабочих характеристиках и статистические данные LSP, включая ситуацию переключения;
- информация об ухудшении обслуживания во время переключения;
- информация о категориях обслуживания и параметрах QoS;
- информация о неисправностях, конфигурации, учете, безопасности и др.

10 Аспекты безопасности

Описанные в этом разделе вопросы безопасности относятся только к сети MPLS. Во входном узле MPLS из мер безопасности сетевого уровня применяется фильтрация доступа, главным образом идентификация.

В мобильной среде мобильные узлы подключаются к сети по радиоканалам. LSP, подключенные к таким каналам, особенно подвержены попыткам нарушения безопасности.

Местные агенты должны обладать возможностью производить идентификацию мобильного узла. Надлежащие процедуры идентификации могут поддерживаться мобильными протоколами IPv4 и IPv6 [9], [29].

Мобильные узлы, местные агенты и узлы корреспондентов могут безопасно функционировать с использованием надлежащих ассоциаций безопасности, создаваемых ими самими. Подробные процедуры для ассоциаций безопасности не входят в область рассмотрения данной Рекомендации.

В сети MPLS LSP должны обслуживаться с поддержкой безопасности, в особенности во время переключения (продление или оптимизация LSP). На рисунке 15 приведен пример ассоциаций безопасности среди мобильных узлов, FA, НА и узлов корреспондентов во время переключения для случая удлинения LSP. (Созданный при перемаршрутизации туннель с коммутацией по меткам может быть включен в безопасную ассоциацию как в сценарии продления LSP, так и в сценарии оптимизации LSP.) В этом сценарии в дополнение к узлу корреспондента и SA LER/НА требуются три ассоциации безопасности (security associations, SA). Эти SA уровня сети иногда комбинируются с протоколом IPsec на прикладном уровне между узлом корреспондента и мобильным узлом и также с опцией данных идентификации привязки IPv6 в сценариях IPv6. Применение ассоциаций безопасности для сигнализации MPLS (например, LDP/CR-LDP или RSVP-TE) оставлено для дальнейшего изучения.

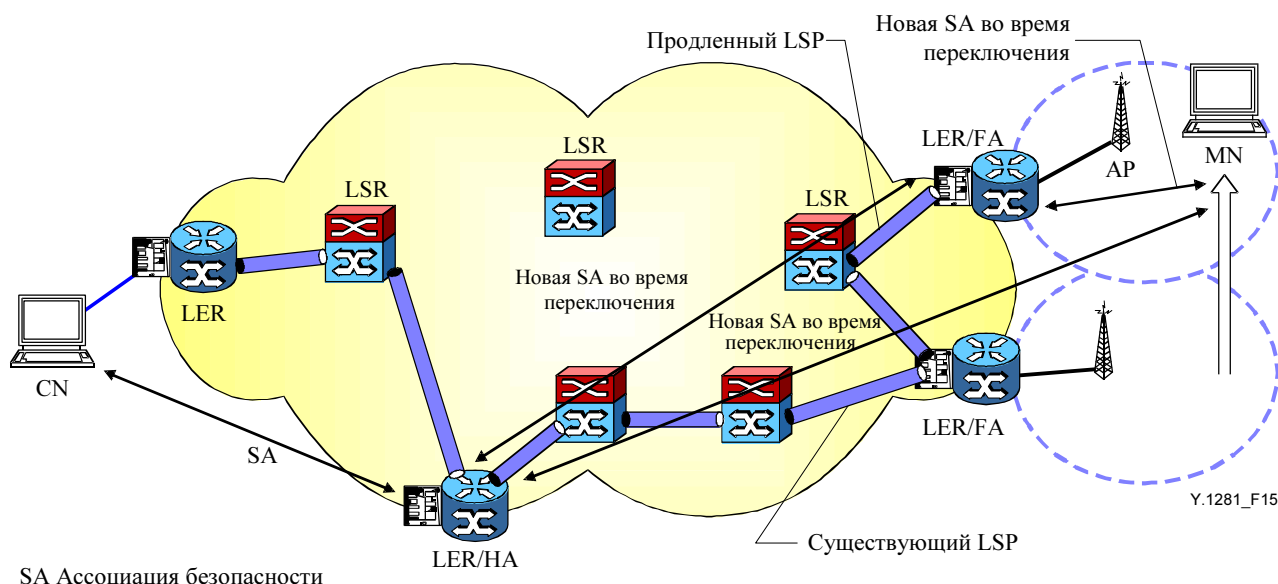


Рисунок 15/Y.1281 – Пример ассоциаций безопасности для мобильной службы IP через MPLS во время переключения с продлением LSP

К мобильным службам IP через MPLS могут быть применены также структуры безопасности, предназначенные для виртуальной частной сети (Virtual Private Network, VPN). Другие аспекты безопасности, такие как специфические для приложения или специфические для протокола мобильного IP, не входят в область рассмотрения данной Рекомендации.

11 Аспекты маршрутизации

Маршрутизация в сети MPLS зависит от места нахождения местного агента и внешнего агента, а также от мест нахождения LER и LSR.

В сети MPLS путь передачи каждого потока может иметь разные категории обслуживания в соответствии с классификацией потока. (Путь маршрута рассчитывается в соответствии с "классом эквивалентной передачи" (Forwarding Equivalence Class, FEC).) LSP должен удовлетворять различным требованиям QoS потока.

Разработка подробных алгоритмов маршрутизации сети MPLS с поддержкой мобильности оставлена для дальнейшего изучения.

В зависимости от действия маршрутизации пакеты доставляются мобильному узлу назначения через пути с по сегментной маршрутизацией или через пути с явно заданным маршрутом.

12 Рассмотрение масштабируемости

Вообще, уровень масштабируемости мобильных служб IP через MPLS прямо зависит от масштабируемости самой сети MPLS. Покрытие одного LER (с HA и/или FA) зависит от покрытия присоединенной одной или многих мобильных сетей IP.

Усовершенствование масштабируемости может быть достигнуто путем распространения меток для туннелей среди мобильных узлов и агентов мобильности через сеть MPLS. Гибкость распространения меток может быть обеспечена за счет использования смены меток, занесения в стек, слияния и объединения.

Оптимизация маршрута между всеми мобильными узлами и узлами корреспондентов может быть реализована во всем домене MPLS. Иерархическая архитектура сети MPLS может поддерживать широкомасштабную оптимизацию маршрута при сокращении служебного заголовка сигнализации для управления мобильностью.

13 Рассмотрение перехода от мобильного IPv4 через MPLS к мобильному IPv6 через MPLS

В сущности, сеть MPLS передает пакеты, скорее основываясь на метках, чем на самом заголовке IP. В отношении переноса данных сеть MPLS может доставлять как пакеты IPv4, так и пакеты IPv6

одновременно без замены сетевых элементов. Прозрачность информации на уровне MPLS может быть достигнута независимо от протоколов уровня 3 (это IPv4 или IPv6).

Однако в аспекте управления и контроля существующая сигнализация MPLS, использующая IPv4, должна быть усовершенствована до сигнализации IPv6 или функционировать одновременно с основанной на IPv6 сигнализацией MPLS. Функции маршрутизации и управления сети MPLS, работающей с протоколом IPv4 (например, ICMP, DNS, DHCP и др.) также должны быть развиты в соответствующие функции протокола IPv6.

14 Взаимодействие с мобильными сетями IP

LER/FA и LER/HA, подключенные к конкретной мобильной сети IP, играют роль пограничного шлюза-маршрутизатора для домена корреспондента мобильного IP, так как они функционируют как местный агент и как внешний агент.

Если в мобильной сети IP имеется несколько HA и FA, может потребоваться передача по туннелю "IP в IP" между мобильным узлом и LER(s) корреспондента. Если LER/FA (HA) является уникальным FA (HA) для данного мобильного домена IP, то не требуется туннель "IP в IP" внутри домена IP.

Следует отметить, что сценарии передачи по туннелю, использующие LSP, применяются только внутри сети MPLS. Эти сценарии не требуют никакой модификации существующих мобильных протоколов IP.

Надлежащие процедуры взаимодействия должны быть определены, если передача по туннелю "IP в IP" преобразуется в надлежащий LSP через сеть MPLS. Дополнительно требуется поддержка отображения QoS и обеспечение пропускной способности конкретных потоков мобильного IP.

Подробные функции и процедуры взаимодействия не входят в область рассмотрения данной Рекомендации.

Добавление I

Эталонные архитектуры для сетей мобильного IPv4 и мобильного IPv6

ПРИМЕЧАНИЕ. – Подробные спецификации интерфейса для эталонных точек UNIW, UNIX, UNIU, UNIZ, NNIX и NNIU оставлены для дальнейшего изучения. Они не относятся ни к одной из существующих Рекомендаций МСЭ-Т, представленных в этом Добавлении.

I.1 Эталонная архитектура мобильной сети IPv4

Предполагается, что эталонная архитектура мобильных сетей IPv4 должна базироваться на представлении сети общего пользования. В этом представлении сеть в помещениях клиента может накладываться на покрытия сети общего пользования. На рисунке I.1 показана эталонная архитектура для мобильной сети IPv4. Эталонные точки UNIW, UNIX, UNIU и UNIZ могут быть определены как пользовательские интерфейсы. NNIX и NNIU могут быть определены как интерфейсы сетевого узла. Для поддержки мобильности функции в эталонных интерфейсах NNI могут быть разложены на функции плоскости пользователя (U-плоскость), плоскости контроля (C-плоскость) и плоскости управления (M-плоскость).

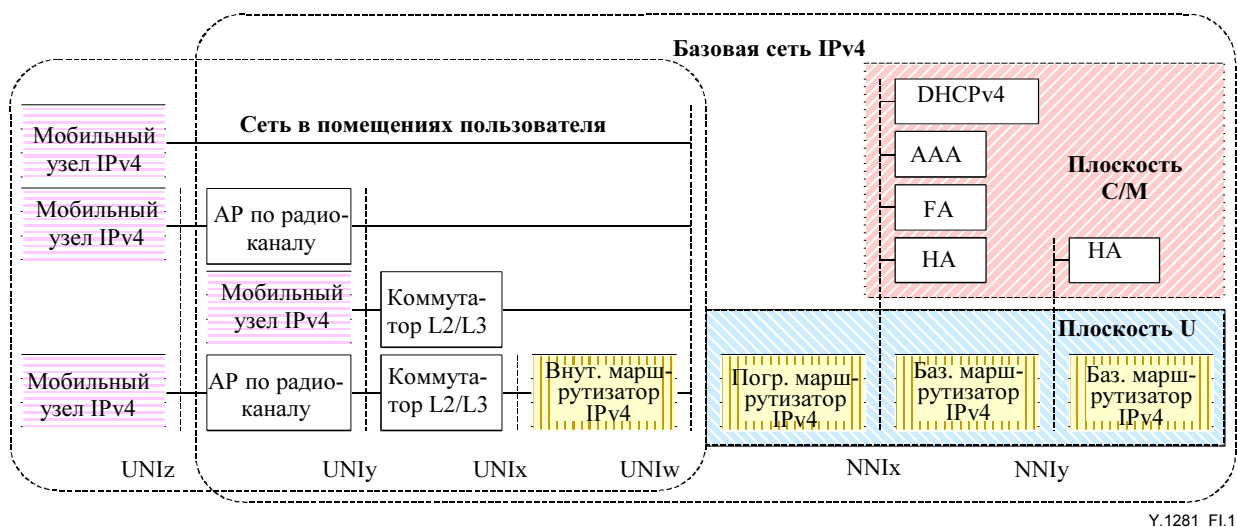


Рисунок I.1/Y.1281 – Эталонная архитектура мобильной сети IPv4

I.2 Эталонная архитектура мобильной сети IPv6

Эталонная модель мобильной сети IPv6 похожа на модель мобильной сети IPv4. Здесь отсутствует функция FA в NNI (C/M-плоскости).

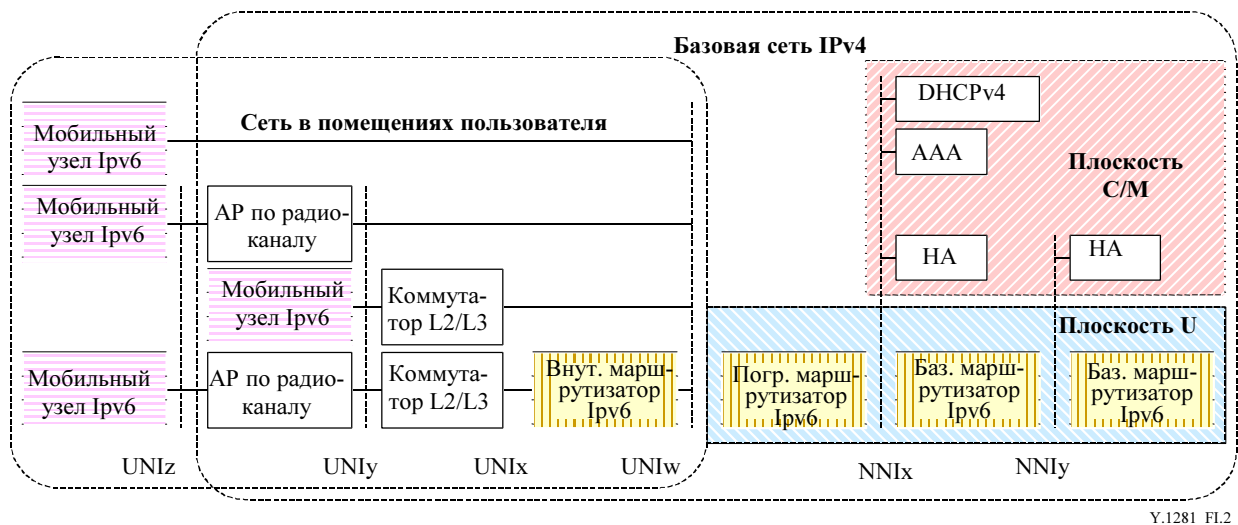


Рисунок I.2/Y.1281 – Эталонная архитектура мобильной сети IPv6

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
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	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
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
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 и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевого протокола (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи