

Мобильный IPv6

Основное отличие версии Mobile IPv6 от версии Mobile IPv4 заключается в том, что здесь для поддержания мобильности нет нужды в гостевых агентах — устройство само выполняет все действия по поддержанию мобильности. Домашний агент по-прежнему присутствует и используется для тех же целей, что и в версии мобильного IPv4.

Мобильное устройство IPv6, присоединяясь к гостевой сети, получает при помощи процедуры автоконфигурации два новых IPv6-адреса: адрес уровня линии связи (link-local unicast) и глобальный (global unicast) СОА-адрес. Таким образом, при нахождении в гостевой сети мобильный узел может использовать для своего интерфейса три IPv6-адреса:

- домашний глобальный НА,
- гостевой глобальный СОА;
- link-local-адрес.

В стандарте Mobile IPv6 стационарный узел, инициирующий передачу пакетов мобильному узлу, называется **узлом-корреспондентом** (Correspondent node, CN). Существует два варианта маршрутизации IPv6-пакетов от узла-корреспондента к мобильному узлу.

В первом варианте мобильный узел, присоединившись к гостевой сети и получив от нее IPv6-адрес СОА, сообщает этот адрес домашнему агенту. Данная процедура называется *Binding Update* — «Обновление связывания», так как с ее помощью адрес СОА связывается с домашним адресом мобильного устройства. После этого домашний агент устанавливает с мобильным устройством туннель, используя СОА-адрес как конечную точку туннеля. Пакеты, адресованные мобильному устройству по его домашнему адресу, перехватываются домашним агентом и переправляются ему по туннелю. Ответные пакеты, адресованные узлу-корреспонденту, передаются также по туннелю домашнему агенту, который затем пересылает их узлу-корреспонденту. Этот вариант похож на взаимодействие узлов в стандарте Mobile IPv4, но имеет два отличия: во-первых, мобильное устройство взаимодействует с домашним агентом и устанавливает с ним туннель без помощи гостевого агента; во-вторых, исключается асимметрия в маршрутах трафика, направленных к мобильному устройству и от него, которая в некоторых случаях приводит к нежелательным эффектам, например, к некорректной работе файерволов, которые запоминают состояние сессий между узлами, или к проблемам во взаиморасчетах между провайдерами Интернета, связанными пиринговыми отношениями.

Во втором варианте обмен происходит без участия домашнего агента. Вместо регистрации у домашнего агента мобильное устройство сообщает свой СОА-адрес одному или нескольким узлам-корреспондентам, которым необходимо обмениваться информацией с мобильным устройством, в какой бы сети он ни находился (адреса

своих узлов-корреспондентов мобильное устройство должно знать заранее). Зная СОА-адрес мобильного устройства, узлы-корреспонденты шлют пакеты мобильному узлу непосредственно, не прибегая к туннелированию. Маршруты следования трафика в этом варианте более рациональны, чем в первом, — здесь нет нужды посылать трафик домашнему агенту с тем, чтобы он переслал его мобильному узлу.

Прокси-мобильный IPv6

Протокол **Proxy Mobile IPv6**, или **PMIPv6**, разработан для беспроводных мобильных сетей — как сетей Wi-Fi кампуса, так и мобильных телекоммуникационных сетей. Главной особенностью протокола является то, что он освобождает мобильное устройство от какого-либо участия в поддержании его мобильности.

Рассмотрим работу **PMIPv6** на примере сети, показанной на рис. 23.10.

Подразумевается, что это мобильная сеть (на рисунке показаны две ее соты), состоящая из следующих узлов:

Шлюз мобильного доступа (Mobility Access Gateway, **MAG**). Этот прокси-агент выполняет операцию связывания идентификатора мобильного устройства со своим IPv6-адресом, который в этом случае является адресом СОА. Несколько упрощая, можно сказать, что он приписан к определенной соте.

Локальный якорь мобильности (Local Mobility Anchor, **LMA**). Это аналог домашнего агента — программный модуль, устанавливаемый на маршрутизаторе домашней сети провайдера, поддерживающий базу данных связей между идентификаторами мобильных устройств и адресами шлюзов **MAG** к сетям, к которым они в данный момент присоединены. Домашняя сеть провайдера имеет диапазон глобальных адресов IPv6, маршрутизируемых в Интернет.

Мобильный узел (Mobile Node, **MN**). Таким узлом является мобильный телефон или планшет, не имеющий домашней сети, которая была у ноутбука или сервера, на которых был ориентированы предыдущие версии мобильного IP. Домашней сетью в схеме **PMIPv6** является сеть узла **LMA**, находящегося в центре данных провайдера мобильной сети. Уникальным идентификатором мобильного узла является идентификатор пользователя **IMSI** (если мобильное устройство представляет собой телефон) или его **MAC**-адрес (этот вариант подходит для планшета, перемещающегося между сетями Wi-Fi).

Узел-корреспондент — узел, к которому обращается мобильный узел для обмена пакетами. Этот узел может находиться и за пределами сети провайдера, в любой сети Интернета.

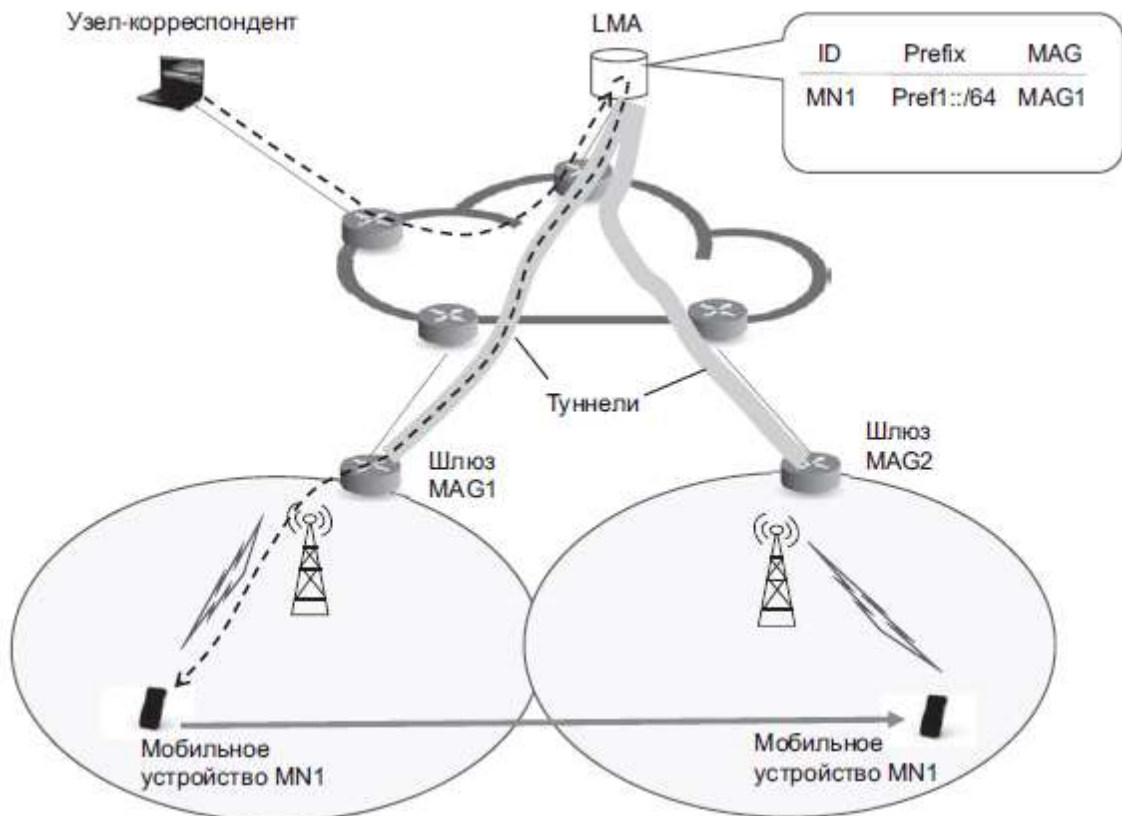


Рис. 23.10. Принцип работы мобильного протокола PMIPv6

На рисунке показано, что каждая из двух сот имеет свой собственные шлюз — MAG1 и MAG2 соответственно. Пусть мобильное устройство MN1 регистрируется в соте, находящейся под контролем шлюза MAG1. Будучи узлом IPv6, оно в процессе регистрации (мы опускаем стандартные процедуры регистрации телефона в мобильной сети) отправляет запрос *Router Solicitation* ко всем маршрутизаторам своей сети. Получив этот запрос, шлюз MAG1 посылает LMA (адрес LMA должен быть у него сконфигурирован) сообщение о связывании идентификатора мобильного узла MN1 со своим IPv6-адресом, который является COA-адресом. Это сообщение называется «Прокси Обновление Связывания» (Proxy Binding Update), оно аналогично сообщению «Обновление связывания» протокола MIPv6.

Получив сообщение «Прокси Обновление Связывания», узел LMA проверяет, нет ли у него в базе данных записи с таким связыванием, и если нет, то создает ее. При этом он выделяет из диапазона адресов своей домашней сети уникальный префикс адреса IPv6 длиной 64 бита, этот адрес будет однозначно идентифицировать мобильное устройство MN1 в сети провайдера. На рис. 23.10 показана новая запись, которую узел LMA создал в базе данных, здесь идентификатор телефона обозначен как MN1, адрес шлюза как MAG1, а префикс, выделенный телефону, как Pref1::/64.

После создания новой записи LMA посылает шлюзу MAG1 сообщение «Прокси Подтверждение Связывания», содержащее префикс Pref1::/64 и идентификатор MN1. Получив сообщение, шлюз отвечает (наконец) на запрос мобильного устройства сообщением *Router Advertisement*, в котором передает префикс Pref1::/64. Получив

префикс, мобильное устройство конфигурирует свой глобальный уникальный IPv6-адрес, добавляя к префиксу свой идентификатор, например MAC-адрес. Одновременно LMA создает туннель между собой и шлюзом MAG1. Мобильный узел отправляет свои пакеты узлу-корреспонденту, указывая его IPv6-адрес (в качестве адреса назначения) и свой адрес с префиксом Pref1::/64 (в качестве адреса источника). Он передает их шлюзу MAG1 (как своему маршрутизатору по умолчанию). Но шлюз MAG1 отправляет эти пакеты не обычным способом, а передает их узлу LMA по туннелю. Узел LMA извлекает оригинальные пакеты из пакетов IP-в-IP туннеля и отправляет их узлу-корреспонденту обычным образом, который, получив пакет от мобильного узла MN1, посылает ему ответ, используя в качестве адреса назначения IPv6-адрес с префиксом Pref1::/64. Поскольку префикс принадлежит домашней сети узла LMA, пакет с ответом маршрутизируется к узлу LMA, который его перехватывает и направляет по туннелю шлюзу MAG1. Последний, действуя как маршрутизатор, передает его мобильному узлу MN1. Обмен данными мобильного узла с узлом-корреспондентом происходит по симметричным маршрутам. При отсоединении мобильного устройства от соты со шлюзом MAG1 и эстафетной передаче его в соту со шлюзом MAG2 шлюз MAG1 посылает агенту LMA сообщение о том, что мобильное устройство уже не связано с этой сотой. Получив сообщение, агент LMA запускает таймер удаления записи связывания мобильного устройства со шлюзом MAG1. Если мобильное устройство успевает присоединиться к шлюзу MAG2 (выполнив ту же последовательность действий, что и при присоединении к соте шлюза MAG1) до истечения таймера, то агенту LMA не нужно создавать новую запись в своей базе связываний — достаточно заменить адрес шлюза MAG1 на адрес шлюза MAG2 и создать туннель к шлюзу MAG2.

Во время между отсоединением от шлюза MAG1 и присоединением к шлюзу MAG2 трафик к мобильному устройству MN1 отбрасывается.

Для ускорения процесса эстафетной передачи между сотами при применении протокола PMIPv6 разработана его специальная версия FPMIPv6 (Fast Handovers for PMIPv6, RFC 5949), согласно которой при смене соты вместо установления нового туннеля между LMA и MAG2 новый туннель устанавливается между шлюзами MAG1 и MAG2. Пакеты, адресованные узлом-корреспондентом мобильному узлу, по-прежнему перехватываются узлом LMA и направляются шлюзу MAG1, так как узел LMA не знает о переходе мобильного узла от шлюза MAG1 к шлюзу MAG2. Затем шлюз MAG1 переправляет эти пакеты по туннелю шлюзу MAG2, а тот, в свою очередь, — мобильному устройству. Установление туннеля между шлюзами MAG может быть прогнозируемым, в этом случае он устанавливается до того, как мобильное устройство теряет физическую связь с текущей сотой и устанавливает ее с новой сотой. Предполагается, что базовая станция текущей соты некоторым образом уведомляет шлюз MAG1 о необходимости эстафетной передачи (каким — стандарт не уточняет, это оставлено на усмотрение протоколов нижних уровней, специфических для используемой технологии доступа). После этого шлюз MAG1 по протоколу FPMIPv6 уведомляет шлюз MAG2 об эстафетной передаче и установлении между ними туннеля. Прогнозируемое установление туннеля исключает потери пакетов во

время эстафетной передачи, исключение центрального узла LMA из этой процедуры делает эту передачу более быстрой.