

Network Working Group  
Request for Comments: 2283  
Category: Standards Track

T. Bates  
Cisco Systems  
R. Chandra  
Cisco Systems  
D. Katz  
Juniper Networks  
Y. Rekhter  
Cisco Systems  
February 1998

## Многопротокольные расширения для BGP-4

### Multiprotocol Extensions for BGP-4<sup>1</sup>

#### Статус документа

В этом документе содержится спецификация протокола, предложенного сообществу Internet. Документ служит приглашением к дискуссии в целях развития и совершенствования протокола. Текущее состояние стандартизации протокола вы можете узнать из документа "Internet Official Protocol Standards" (STD 1). Документ может распространяться без ограничений.

#### Авторские права

Copyright (C) The Internet Society (1998). All Rights Reserved.

## 2. Тезисы

В настоящее время протокол BGP-4 [BGP-4] подходит только для передачи маршрутной информации протокола IPv4 [IPv4]. В этом документе определяется расширение протокола BGP-4, позволяющее передавать информацию для различных протоколов сетевого уровня (например, IPv6, IPX и т. п.). Расширение обеспечивает обратную совместимость - маршрутизаторы, поддерживающие это расширение, смогут нормально работать с маршрутизаторами, которые его не поддерживают.

## 3. Обзор

Только три компонента информации, передаваемой с помощью BGP-4, непосредственно связаны с IPv4: (a) атрибут NEXT\_HOP (указывается адресом IPv4), (b) AGGREGATOR (содержит адрес IPv4) и (c) NLRI (выражается префиксом адреса IPv4). В этом документе предполагается, что любой узел BGP (включая те, которые поддерживают описанное здесь расширение) имеет адрес IPv4 (который будет вместе с другими параметрами использоваться в атрибуте AGGREGATOR). Следовательно, для того, чтобы BGP-4 поддерживал маршрутизацию для множества протоколов сетевого уровня, в BGP-4 требуется добавить только два элемента: (a) возможность связывания того или иного протокола сетевого уровня с информацией о следующем интервале (next hop) и (b) возможность связывания протокола сетевого уровня с NLRI. Для идентификации протоколов сетевого уровня данный документ использует значение Address Family (семейство адресов), указанное в [RFC1700].

Легко увидеть, что информация о следующем интервале (значение атрибута NEXT\_HOP) имеет смысл (и необходима) только в комбинации с анонсами доступных адресатов - в комбинации же с анонсами недоступных адресатов (отзыв маршрутов) информация о следующем интервале не имеет смысла. Это позволяет предположить, что анонсирование доступных адресатов следует объединять с анонсированием следующего интервала, который будет использоваться для этих адресатов, а анонсирование доступных адресатов следует отделить от анонсирования недоступных.

Для обеспечения совместимости с предыдущими спецификациями и упрощения перехода к поддержке многопротокольного расширения в BGP-4 в данном документе используются два новых атрибута - MP\_REACH\_NLRI<sup>2</sup> и MP\_UNREACH\_NLRI<sup>3</sup>. Первый атрибут (MP\_REACH\_NLRI) используется для передачи набора доступных адресов с информацией о следующем интервале, который будет использоваться для пересылки по этим адресам. Второй атрибут (MP\_UNREACH\_NLRI) служит для передачи наборов недоступных адресатов. Оба эти атрибута являются необязательными и непереходными. Таким образом, узел BGP, не поддерживающий многопротокольное расширение, просто будет игнорировать содержащуюся в этих атрибутах информацию и не станет передавать ее другим узлам BGP.

## 4. MP\_REACH\_NLRI (тип 14)

Этот необязательный и непереходный атрибут может использоваться с несколькими целями:

- (a) анонсирование партнеру возможного маршрута;

<sup>1</sup>Этот документ утратил силу и заменен RFC 2858. Перевод имеется на сайте <http://www.protocols.ru>. Прим. перев.

<sup>2</sup>Multiprotocol Reachable NLRI

<sup>3</sup>Multiprotocol Unreachable NLRI

- (b) обеспечение маршрутизатору возможности анонсирования адреса сетевого уровня маршрутизатора, который следует использовать как следующий интервал (next hop) на пути к адресату, указанному в поле NLRI<sup>1</sup> атрибута MP\_NLRI;
- (c) обеспечение данному маршрутизатору возможности сообщать о всех или некоторых SNPA<sup>2</sup>, существующих в локальной системе.

Атрибут содержит один или множество триплетов <Address Family Information, Next Hop Information, Network Layer Reachability Information>. Формат представления атрибута показан на рисунке. Назначение полей описано ниже.

#### Address Family Identifier –

##### идентификатор семейства адресов

Это поле служит для идентификации протокола сетевого уровня, связанного с указанным далее сетевым адресом. Определенные в настоящий момент значения указаны в документе RFC 1700<sup>3</sup> (раздел Address Family Numbers).

#### Subsequent Address Family Identifier – дополнительный идентификатор семейства адресов

Это поле содержит дополнительную информацию о типе NLRI в данном атрибуте.

#### Length of Next Hop Network Address – размер адреса следующего интервала

1-октетное поле, указывающее размер сетевого адреса следующего интервала (поле Network Address of Next Hop) в октетах.

#### Network Address of Next Hop – сетевой адрес для следующего интервала

Поле переменной длины, содержащее адрес сетевого уровня для следующего маршрутизатора на пути к получателю.

#### Number of SNPAs – число точек подключения подсетей

1-октетное поле, содержащее количество различных SNPA, перечисленных в последующих полях. Нулевое значение этого поля говорит об отсутствии SNPA в данном атрибуте.

#### Length of Nth SNPA - размер n-го SNPA

1-октетное поле, указывающее размер поля Nth SNPA of Next Hop в полуоктетах.

#### Nth SNPA of Next Hop – n-я SPNA следующего маршрутизатора

Поле переменной длины, содержащее SNPA маршрутизатора, чей сетевой адрес содержится в поле Network Address of Next Hop. Размер поля составляет целое число октетов, равное округленному до большего значению половины размера SNPA, выраженного в полуоктетах; если SNPA включает нечетное количество полуоктетов, значение этого поля дополняется нулевым полуоктетом после значения размера.

#### Network Layer Reachability Information – информация о доступности на сетевом уровне (NLRI).

Поле переменной длины, содержащее список NLRI для возможных маршрутов, которые будут анонсироваться этим атрибутом. Если поле Subsequent Address Family Identifier содержит одно из значений, определенных в данном документе, каждое значение NLRI кодируется в соответствии с параграфом 6. Представление NLRI данного документа.

Информация о следующем интервале, передаваемая в атрибуте пути MP\_REACH\_NLRI, определяет адрес сетевого уровня граничного маршрутизатора, который следует использовать в качестве следующего этапа пересылки адресатам, указанным в атрибуте MP\_NLRI сообщения UPDATE. При анонсировании атрибута MP\_REACH\_NLRI внешнему партнеру маршрутизатор может использовать адрес одного из своих интерфейсов в качестве указывающей следующий интервал компоненты атрибута, полученного от внешнего партнера, для которого анонсируемый маршрут имеет общую подсеть с адресом next hop. Это называют «следующим интервалом из первых рук» (first party next hop). Узел BGP может анонсировать внешнему партнеру интерфейс любого внутреннего партнерского маршрутизатора в компоненте next hop, полученной от внешнего партнера, для которого анонсируемый маршрут имеет общую подсеть с адресом next hop. Это называется «следующим интервалом из третьих рук» (third party next hop). Узел BGP может анонсировать любой внешний партнерский маршрутизатор в компоненте next hop, указывающей, что адрес сетевого уровня этого граничного маршрутизатора, который получен от внешнего партнера, и внешний партнер, для которого

<sup>1</sup>Network Layer Reachability Information – информация о доступности на сетевом уровне.

<sup>2</sup>Subnetwork Points of Attachment – точка подключения подсети.

<sup>3</sup>В соответствии с RFC 3232 этот документ утратил силу. Упомянутые здесь значения доступны на сайте <http://www.iana.org/assignments/address-family-numbers>. Прим. перев.

будет анонсироваться маршрут, имеет общую подсеть с адресом next hop. Это другой вариант «следующего интервала из третьих рук».

Обычно информация о следующем интервале выбирается так, чтобы использовался кратчайший из доступных путей. Узел BGP должен обеспечивать поддержку запрета анонсов информации из третьих рук для обслуживания сред с несовершенными мостами или по соображениям политики.

Для узла BGP недопустимо анонсирование адреса партнера этому же партнеру в качестве следующего интервала для маршрутов, который начинается с данного узла. Для узла BGP недопустимо создание маршрутов с указанием самого себя в качестве следующего интервала.

Когда узел BGP анонсирует маршрут своему внутреннему партнеру, ему не следует изменять связанную с этим маршрутом информацию о следующем интервале. При получении узлом BGP маршрута через внутреннее соединение, он может пересылать пакеты по адресу следующего интервала, если содержащийся в атрибуте адрес имеет общую подсеть с локальным и удаленным узлами BGP.

Сообщение UPDATE, содержащее MP\_REACH\_NLRI, должно включать также атрибуты ORIGIN и AS\_PATH (как для EBGP, так и для IBGP). Более того, при обмене IBGP такие сообщения должны также включать атрибут LOCAL\_PREF. Если сообщение получено от внешнего партнера, локальной системе следует убедиться, что самое левое значение AS в атрибуте AS\_PATH является номером автономной системы, к которой относится передавший сообщение партнер. Если это условие не выполняется, локальной системе следует передать сообщение NOTIFICATION со значениями Error Code = UPDATE Message Error и Error Subcode = Malformed AS\_PATH.

## 5. MP\_UNREACH\_NLRI (тип 15)

Этот дополнительный непереходный атрибут может использоваться для отзыва невозможных маршрутов.

Атрибут содержит один или множество триплетов <Address Family Information, Unfeasible Routes Length, Withdrawn Routes>. Формат атрибута показан на рисунке.

-----+		-----+
	Address Family Identifier (2 октета)	
-----+		-----+
	Subsequent Address Family Identifier (1 октет)	
-----+		-----+
	Withdrawn Routes (перемен.)	
-----+		-----+

Назначение полей атрибута описано ниже.

### Address Family Identifier – идентификатор семейства адресов

Это поле служит для идентификации протокола сетевого уровня, связанного с указанным далее сетевым адресом. Определенные в настоящий момент значения указаны в документе RFC 1700<sup>1</sup> (раздел Address Family Numbers).

### Subsequent Address Family Identifier – дополнительный идентификатор семейства адресов

Это поле содержит дополнительную информацию о типе NLRI в данном атрибуте.

### Withdrawn Routes – отзываеваемые маршруты

Поле переменной длины, содержащее значения NLRI для отзываеваемых маршрутов. При установке в поле Subsequent Address Family Identifier одного из определенных в данном документе значений, каждое поле NLRI кодируется в соответствии с параграфом 6. Представление NLRI.

Сообщение UPDATE, содержащее MP\_UNREACH\_NLRI, может не включать других атрибутов пути.

## 6. Представление NLRI

Информация о доступности на сетевом уровне (NLRI) представляется в форме одной или множества пар <length, prefix>, показанных на рисунке справа.

Назначение каждого поля пар описано ниже.

-----+		-----+
	Length (1 октет)	
-----+		-----+
	Prefix (перемен.)	
-----+		-----+

### a) Length - размер

Поле Length указывает размер адресного префикса в битах. Нулевой размер показывает, что префикс соответствует всем (как указано для данного семейства) адресам (т. е., сам префикс содержит 0 октетов).

### b) Prefix - префикс

Поле Prefix включает префикс адреса, за которым следуют нулевые биты заполнения для выравнивания поля по границе октета. Отметим, что нулевые биты заполнения не принимаются во внимание.

## 7. Дополнительный идентификатор семейства адресов

Этот документ определяет следующие значения поля Subsequent Address Family Identifier для атрибутов MP\_REACH\_NLRI и MP\_UNREACH\_NLRI:

- 1 – NLRI используется для unicast-пересылки (по конкретному адресу);
- 2 – NLRI используется для групповой пересылки;
- 3 – NLRI используется для индивидуальной и групповой пересылки.

Этот документ резервирует значения 128-255 для разработчиков (vendor-specific applications).

Документ резервирует значение 0.

<sup>1</sup>В соответствии с RFC 3232 этот документ утратил силу. Упомянутые здесь значения доступны на сайте <http://www.iana.org/assignments/address-family-numbers>. Прим. перев.

Идентификаторы SAFI (отличающиеся от зарезервированных выше для разработчиков) выделяются только по согласованию с IETF после одобрения IESG.

## 8. Вопросы безопасности

Это расширение BGP не оказывает влияния на безопасность.

## 9. Благодарности

Авторы выражают свою признательность членам рабочей группы IDR за просмотр документа и комментарии.

## 10. Литература

[BGP-4] Rekhter, Y., and T. Li, "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)", RFC 1771<sup>1</sup>, March 1995.

[IPv4] Postel, J., "Internet Protocol", STD 5, RFC 791<sup>2</sup>, September 1981.

[RFC1700] Reynolds, J., and J. Postel, "Assigned Numbers," STD 2, RFC 1700<sup>3</sup>, October 1994. (see also <http://www.iana.org/iana/assignments.html>)

## 11. Сведения об авторах

### Tony Bates

Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134  
E-Mail: [tbates@cisco.com](mailto:tbates@cisco.com)

### Ravi Chandra

Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134  
E-Mail: [rchandra@cisco.com](mailto:rchandra@cisco.com)

### Dave Katz

Juniper Networks, Inc.  
3260 Jay St.  
Santa Clara, CA 95054  
E-Mail: [dkatz@jnx.com](mailto:dkatz@jnx.com)

### Yakov Rekhter

Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134  
E-Mail: [yakov@cisco.com](mailto:yakov@cisco.com)

### Перевод на русский язык

#### Николай Малых

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

## 12. Полное заявление авторских прав

Copyright (C) The Internet Society (1998). All Rights Reserved.

This document and translations of it may be copied and furnished to others, and derivative works that comment on or otherwise explain it or assist in its implementation may be prepared, copied, published and distributed, in whole or in part, without restriction of any kind, provided that the above copyright notice and this paragraph are included on all such copies and derivative works. However, this document itself may not be modified in any way, such as by removing the copyright notice or references to the Internet Society or other Internet organizations, except as needed for the purpose of developing Internet

<sup>1</sup>Этот документ утратил силу и заменен RFC 4271. Перевод имеется на сайте [www.protocols.ru](http://www.protocols.ru). Прим. перев.

<sup>2</sup>Перевод этого стандарта имеется на сайте [www.protocols.ru](http://www.protocols.ru). Прим. перев.

<sup>3</sup>В соответствии с RFC 3232 этот документ утратил силу STD 2 и выделенные номера в настоящее время доступны в базе данных по ссылке <http://www.iana.org/numbers.html>. Указанная в оригинале ссылка на сайт также утратила актуальность. Прим. перев.

standards in which case the procedures for copyrights defined in the Internet Standards process must be followed, or as required to translate it into languages other than English.

The limited permissions granted above are perpetual and will not be revoked by the Internet Society or its successors or assigns.

This document and the information contained herein is provided on an "AS IS" basis and THE INTERNET SOCIETY AND THE INTERNET ENGINEERING TASK FORCE DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY WARRANTY THAT THE USE OF THE INFORMATION HEREIN WILL NOT INFRINGE ANY RIGHTS OR ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.