

## Поддержка 4-октетных номеров AS в BGP

### BGP Support for Four-octet AS Number Space

#### Статус документа

В этом документе содержится проект стандарта Internet, предложенного сообществу Internet, и запрос обсуждения с целью развития предложенного протокола. Текущее состояние стандартизации протокола можно узнать из документа Internet Official Protocol Standards (STD 1). Документ может распространяться без ограничений.

#### Авторские права

Copyright (C) The IETF Trust (2007).

#### Аннотация

В настоящее время автономные системы (AS<sup>1</sup>) в протоколе BGP представляются 2-октетными значениями. В этом документе рассматривается расширение протокола BGP, позволяющее использовать четырехоктетные номера AS.

#### 1. Введение

В настоящее время автономные системы (AS) в протоколе BGP [BGP] представляются 2-октетными значениями. Для решения проблемы нехватки двухоктетных номеров AS в этом документе предлагается расширение протокола BGP, позволяющее использовать 4-октетные номера AS.

Говоря точнее, этот документ определяет новую возможность протокола BGP - Four-octet AS Number Capability, которая может использоваться узлом BGP для индикации поддержки этим узлом четырехоктетных номеров AS. Для реализации новой возможности добавляются два новых атрибута AS4\_PATH и AS4\_AGGREGATOR, которые могут использоваться для распространения 4-октетных номеров AS в атрибутах пути между узлами BGP, которые не поддерживают этого расширения. В документе также предложен механизм представления информации о путях с использованием атрибутов AS\_PATH и AS4\_PATH.

Предложенное в этом документе расширение протокола обеспечивает возможность постепенного перехода к использованию 4-октетных номеров AS.

#### 2. Уровни требований

Ключевые слова **необходимо** (MUST), **недопустимо** (MUST NOT), **требуется** (REQUIRED), **нужно** (SHALL), **не следует** (SHALL NOT), **следует** (SHOULD), **не нужно** (SHOULD NOT), **рекомендуется** (RECOMMENDED), **возможно** (MAY), **необязательно** (OPTIONAL) в данном документе интерпретируются в соответствии с RFC 2119 [RFC2119].

#### 3. Расширение протокола

В этом документе узлы BGP, не поддерживающие 4-октетные номера AS, будут называться **старыми** узлами BGP, а поддерживающие расширение узлы - **новыми** узлами BGP.

BGP передаёт номера автономных систем в поле My Autonomous System сообщений OPEN, а также в атрибутах AS\_PATH и AGGREGATOR сообщений UPDATE. Кроме того, номера автономных систем BGP включаются в атрибуты BGP Communities.

**Новые** узлы BGP используют BGP Capability Advertisement [RFC2842] для анонсирования своим соседям (внутренним или внешним) поддержки 4-октетных номеров AS, описанной в данном документе.

Возможность (Capability), используемая узлом BGP для передачи другим узлам BGP информации о поддержке 4-октетных номеров AS, также использует передачу 4-октетного номера AS данного узла в поле Capability Value дополнительного параметра (Capability Optional Parameter). Поле Capability Length для Capability имеет значение 4.

**Новые** узлы BGP передают информацию о пути в виде 4-октетных номеров AS с использованием существующего атрибута AS\_PATH, но каждый номер AS в таком атрибуте представляется 4-октетным значением вместо 2-октетного. Для атрибута AGGREGATOR **новые** узлы BGP также используют 4-октетные номера AS вместо 2-октетных.

Для передачи информации о пути через **старые** узлы BGP в данном документе определён новый атрибут пути - AS4\_PATH. Этот дополнительный переходный атрибут содержит значение AS path, представленное 4-октетными номерами AS. Атрибут AS4\_PATH семантически не отличается от атрибута AS\_PATH, но относится к числу дополнительных переходных атрибутов и использует 4-октетные номера AS.

<sup>1</sup>Autonomous System - автономная система.

Для предотвращения возможности распространения внутренних сегментов путей конфедераций за пределы этих конфедераций, типы сегментов пути AS\_CONFED\_SEQUENCE и AS\_CONFED\_SET [RFC3065] для атрибута AS\_PATH считаются некорректными.

Для выполняющих агрегирование **новых** узлов BGP в документе определён дополнительный переходный атрибут AS4\_AGGREGATOR. Семантика атрибутов AS4\_AGGREGATOR и AGGREGATOR одинакова, но первый использует 4-октетный номер AS.

Выделенные к настоящему времени 2-октетные номера AS преобразуются в 4-октетные номера AS путём установки в 0 двух старших октетов номера. Такие 4-октетные номера AS могут быть отображены на 2-октетные номера AS.

Для представления 4-октетных номеров AS с отличными от 0 старшими октетами (такие номера не отображаются на 2-октетные) в информации AS path, содержащей 2-октетные номера AS, в настоящем документе резервируется специальный 2-октетный номер AS. Этот специальный номер AS в остальной части спецификации будет обозначаться AS\_TRANS. Этот номер также включается в поле "My Autonomous System" сообщений OPEN, иницируемых новым узлом BGP, если последний не имеет уникального в глобальном масштабе 2-октетного номера AS.

## 4. Операции

### 4.1. Взаимодействие между новыми узлами BGP

Узлам BGP, поддерживающим 4-октетные номера AS, **следует** анонсировать эту возможность с использованием BGP Capability Advertisement. Узел BGP, который анонсировал тому или иному партнёру такую возможность и получил от партнёра аналогичный анонс, **должен** использовать 4-октетные номера AS в атрибутах AS\_PATH и AGGREGATOR обновлений, передаваемых этому партнёру, а в принятых от того обновлениях **должен** рассматривать эти атрибуты, как содержащие 4-октетные номера AS.

Новые атрибуты AS4\_PATH и AS4\_AGGREGATOR **не следует** передавать в сообщениях UPDATE между **новыми** узлами BGP. Новому узлу BGP, получившему атрибуты AS4\_PATH или AS4\_AGGREGATOR в сообщении UPDATE от **нового** узла BGP, **следует** отбросить эти атрибуты и продолжить обработку сообщения UPDATE.

### 4.2. Взаимодействие между новыми и старыми узлами BGP

#### 4.2.1. Партнерство BGP

Отметим, что партнерские отношения между **новым** и **старым** узлами BGP возможны только в том случае, когда **новый** узел BGP имеет 2-октетный номер AS. Однако в этом документе не предполагается, что каждому **новому** узлу BGP требуется выделить уникальный 2-октетный номер AS - вместо этого предлагается специальный номер AS\_TRANS, который может использоваться множеством AS.

#### 4.2.2. Генерация обновлений

При взаимодействии со **старыми** узлами BGP **новый** узел **должен** передавать информацию о пути в атрибутах AS\_PATH с 2-октетными номерами AS. **Новый** узел **должен** также передавать информацию о пути в атрибутах AS4\_PATH (с 4-октетными номерами AS) за исключением тех случаев, когда вся информация о пути представлена 2-октетными номерами AS. В последнем случае **новому** узлу BGP **не следует** передавать атрибут AS4\_PATH.

В атрибуте AS\_PATH с 2-октетными номерами AS, неотображаемые на 2 октета 4-октетные номера AS представляются общеизвестным 2-октетным номером AS\_TRANS. Это позволяет сохранить размер пути и помогает обновить информацию о пути полученную **новым** узлом BGP от **старого** узла, как описано в следующем параграфе.

**Новый** узел BGP создаёт атрибут AS4\_PATH из информации, содержащейся в атрибуте AS\_PATH. В случаях, когда атрибут AS\_PATH содержит сегменты пути AS\_CONFED\_SEQUENCE или AS\_CONFED\_SET, **новый** узел BGP при создании атрибута AS4\_PATH из AS\_PATH **должен** исключить такие сегменты пути. Атрибут AS4\_PATH будет передаваться через **старые** узлы BGP без изменения и поможет корректно восстановить 4-октетные номера AS в информации о пути.

Подобно этому, если **новый** узел передаёт атрибут AGGREGATOR и агрегирующая система имеет 4-октетный номер, узел создаёт AS4\_AGGREGATOR, беря размер и значение атрибута AGGREGATOR, помещает их в атрибут AS4\_AGGREGATOR и устанавливает в поле номера AS атрибута AGGREGATOR зарезервированное значение AS\_TRANS. Отметим, что для 2-октетного номера AS использовать атрибут AS4\_AGGREGATOR **не следует**.

#### 4.2.3. Обработка полученных обновлений

Когда **новый** узел BGP получает обновление от **старого** узла, ему следует быть готовым к обработке атрибутов AS4\_PATH, наряду с AS\_PATH. При наличии AS4\_PATH оба атрибута будут использоваться для восстановления точной информации о пути и, следовательно, информация из обоих типов атрибутов будет приниматься во внимание при определении петель.

Отметим, что маршрут может проходить через последовательность автономных систем с 2-октетными номерами, в которых используются только **старые** узлы BGP. В этом случае, если маршрут содержит атрибут AS4\_PATH, этот атрибут должен сохраняться в неизменном виде после того, как маршрут покинет последний **новый** узел BGP. Последующая информация о пути (представляющая автономные системы с 2-октетными номерами AS и только **старыми** узлами BGP) содержится только в текущем атрибуте AS\_PATH (начальная часть атрибута AS\_PATH).

При некоторых условиях восстановление полной информации о пути из атрибутов AS\_PATH и AS4\_PATH может оказаться невозможным. Это происходит в тех случаях, когда два или более маршрута, содержащие атрибут AS4\_PATH, агрегируются **старым** узлом BGP, а атрибут AS4\_PATH по крайней мере одного из таких маршрутов содержит по крайней мере один 4-октетный номер AS (в противоположность 2-октетному номеру AS, представленному 4 октетами). В зависимости от реализации при агрегировании может быть потерян атрибут AS4\_PATH или оба атрибута AS\_PATH и AS4\_PATH будут содержать корректную частичную информацию, которая не может быть объединена без разрывов, приводящих к неполноте информации о пути.

**Новому** узлу BGP следует также быть готовым к получению от **старого** узла BGP атрибута AS4\_AGGREGATOR вместе с атрибутом AGGREGATOR. При получении обоих атрибутов, если номер AS в атрибуте AGGREGATOR не совпадает с AS\_TRANS:

- атрибуты AS4\_AGGREGATOR и AS4\_PATH **следует** игнорировать;
- атрибут AGGREGATOR **следует** трактовать как информацию об агрегирующем узле;
- атрибут AS\_PATH **следует** трактовать как информацию о пути.

В остальных случаях:

- атрибут AGGREGATOR **следует** игнорировать;
- атрибут AS4\_AGGREGATOR **следует** трактовать как информацию об агрегирующем узле;
- информацию о пути следует конструировать как во всех остальных случаях.

Для конструирования информации о пути необходимо сначала рассчитать номера AS в атрибутах AS\_PATH и AS4\_PATH с использованием метода, описанного в параграфе 9.1.2.2 документа [BGP] и документе [RFC3065] для выбора маршрута.

Если число номеров AS в атрибуте AS\_PATH меньше числа номеров AS в AS4\_PATH, атрибут AS4\_PATH **следует** игнорировать, а атрибут AS\_PATH **следует** трактовать как информацию о пути.

Если число номеров AS в атрибуте AS\_PATH больше или равно числу номеров AS в AS4\_PATH, информацию о пути **следует** восстанавливать, принимая столько номеров AS и сегментов пути из атрибута AS\_PATH, сколько требуется и добавляя их в начало (prepend) атрибута AS4\_PATH так, чтобы в результате число номеров AS в информации о пути совпадало с числом номеров AS в атрибуте AS\_PATH. Отметим, что перед корректными сегментами пути AS\_CONFED\_SEQUENCE или AS\_CONFED\_SET **следует** добавлять (prepend) информацию, если сегмент является первым в пути или смежным с сегментом, перед которым добавляется информация.

## 5. Обслуживание групп BGP

Как отмечено в [RFC1997], два старших октета атрибута группы (community attribute) не могут принимать значения 0x0000 или 0xffff, в этих двух октетах указывается номер AS. Понятно, что это условие не будет работать для узлов BGP, которые используют 4-октетные номера AS. Таким узлам BGP следует использовать специальное расширение Four-octet AS Specific Extended Communities [AS-EXT-COM] .

## 6. Переход

Описанная в этом документе схема обеспечивает возможность постепенного перехода от 2-октетных номеров AS к 4-октетным номерам. Каждая AS или узел BGP могут переходить к 4-октетным номерам независимо.

Для упрощения перехода в этом документе предполагается, что автономная система может начать использование 4-октетного номера только после того, как все узлы BGP в этой AS будут готовы к поддержке 4-октетных номеров AS.

**Старым** узлам BGP **недопустимо** использовать значение AS\_TRANS в качестве своего номера AS.

Неотображаемый 4-октетный номер AS не может использоваться как "Member AS Number" в конфедерации BGP, пока все узлы BGP в масштабе этой конфедерации не будут готовы к поддержке 4-октетных номеров AS.

В среде, где автономная система со **старыми** узлами BGP имеет партнерские отношения по крайней мере с двумя автономными системами, где имеются **новые** узлы BGP и используется значение AS\_TRANS (взамен уникального номера AS), применение атрибутов Multi-Exit Discriminator автономной системой со **старыми** узлами может приводить к возникновению ситуаций, когда атрибут MED будет влиять на выбор маршрута среди маршрутов, полученных из разных соседних AS.

В некоторых условиях реконструирование полной информации о пути из атрибутов AS\_PATH и AS4\_PATH может оказаться невозможным. Это происходит в тех случаях, когда по крайней мере два маршрута, передающих атрибут AS4\_PATH, агрегируются **старым** узлом BGP и атрибут AS4\_PATH по крайней мере одного из таких маршрутов содержит хотя бы один 4-октетный номер AS (в противоположность 2-октетным номерам, представленным 4 октетами). Когда такое агрегирование приводит к созданию маршрута, являющегося менее специфичным, чем любая из компонент агрегирования (значение NLRI агрегированного маршрута покрывает NLRI всех компонент), потеря информации о пути не создаёт риска возникновения петли. В остальных случаях потеря информации о пути может приводить к возникновению петли.

## 7. Взаимодействие с IANA

Этот документ расширяет пространство номеров AS с 0 - 65535 до 0 - 4294967295. Распределение номеров AS фиксируется в реестре IANA Autonomous System Numbers. Кроме расширения пространства номеров AS в данном документе не предлагается каких-либо изменений существующих правил и процедур распределения номеров AS.

Этот документ использует код BGP Capability для индикации поддержки узлом BGP 4-октетных номеров AS. Выделенное IANA в соответствии с RFC 2842 значение кода равно 65.

Кроме того, в этом документе определены два новых дополнительных переходных атрибута BGP, коды которых согласуются с IANA. Для атрибута AS4\_PATH выделено значение 17, которое используется для передачи информации AS path с 4-октетными номерами AS через старые системы BGP. Для второго атрибута AS4\_AGGREGATOR выделено значение 18. Этот атрибут используется подобно AGGREGATOR, но содержит 4-октетный номер AS.

В этом документе резервируется также 2-октетный номер AS - AS\_TRANS. Для AS\_TRANS агентством IANA выделено значение 23456.

## 8. Вопросы безопасности

Расширение BGP не меняет состояния безопасности существующего протокола BGP за исключением указанного ниже.

Несогласованность атрибутов AS\_PATH и AS4\_PATH может приводить к возникновению петель в информации AS path и, потенциально, в маршрутах, как отмечено выше. Эта особенность может быть использована для организации атак.

## 9. Благодарности

Авторы благодарят Yakov Rekhter, Chaitanya Kodeboyina и Jeffrey Haas за плодотворные дискуссии при подготовке документа.

## 10. Нормативные документы

[BGP] Rekhter, Y., Ed., Li, T., Ed., and S. Hares, Ed., "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)", [RFC 4271](#), January 2006.

[RFC1997] Chandra, R., Traina, P., and T. Li, "BGP Communities Attribute", [RFC 1997](#), August 1996.

[RFC3392] Chandra, R. and J. Scudder, "Capabilities Advertisement with BGP-4", [RFC 3392](#), November 2002.

[RFC3065] Traina, P., McPherson, D., and J. Scudder, "Autonomous System Confederations for BGP", [RFC 3065](#), February 2001.

[RFC2119] Bradner, S., "Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels", BCP 14, [RFC 2119](#), March 1997.

## 11. Дополнительные ссылки

[AS-EXT-COM] Rekhter, Y., Ramachandra, S., and D. Tappan, "Four-octet AS Specific BGP Extended Community", Work in Progress<sup>1</sup>, April 2007.

## Адреса авторов

### Quaizar Vohra

Juniper Networks  
1194 N.Mathilda Ave  
Sunnyvale, CA 94089  
E-Mail: [quaizar.vohra@gmail.com](mailto:quaizar.vohra@gmail.com)

### Enke Chen

Cisco Systems, Inc.  
170 W. Tasman Dr.  
San Jose, CA 95134  
E-Mail: [enkechen@cisco.com](mailto:enkechen@cisco.com)

## Перевод на русский язык

Николай Малых

[nmalykh@protokols.ru](mailto:nmalykh@protokols.ru)

## Полное заявление авторских прав

Copyright (C) The IETF Trust (2007).

К этому документу применимы права, лицензии и ограничения, указанные в BCP 78, и, за исключением указанного там, авторы сохраняют свои права.

Этот документ и содержащаяся в нем информация представлены "как есть" и автор, организация, которую он/она представляет или которая выступает спонсором (если таковой имеется), Internet Society и IETF отказываются от каких-либо гарантий (явных или подразумеваемых), включая (но не ограничиваясь) любые гарантии того, что использование представленной здесь информации не будет нарушать чьих-либо прав, и любые предполагаемые гарантии коммерческого использования или применимости для тех или иных задач.

## Интеллектуальная собственность

IETF не принимает какой-либо позиции в отношении действительности или объема каких-либо прав интеллектуальной собственности (Intellectual Property Rights или IPR) или иных прав, которые, как может быть заявлено, относятся к реализации или использованию описанной в этом документе технологии, или степени, в которой любая лицензия, по которой права могут или не могут быть доступны, не заявляется также применение каких-либо усилий для определения таких прав. Сведения о процедурах IETF в отношении прав в документах RFC можно найти в BCP 78 и BCP 79.

Копии раскрытия IPR, предоставленные секретариату IETF, и любые гарантии доступности лицензий, а также результаты попыток получить общую лицензию или право на использование таких прав собственности разработчиками или пользователями этой спецификации, можно получить из сетевого репозитория IETF IPR по ссылке <http://www.ietf.org/ipr>.

IETF предлагает любой заинтересованной стороне обратить внимание на авторские права, патенты или использование патентов, а также иные права собственности, которые могут потребоваться для реализации этого стандарта. Информацию следует направлять в IETF по адресу [ietf-ipr@ietf.org](mailto:ietf-ipr@ietf.org).

## Подтверждение

Финансирование функций RFC Editor в настоящее время обеспечивается Internet Society.

<sup>1</sup>Работа опубликована в RFC 5668. Прим. перев.