

Internet Engineering Task Force (IETF)  
Request for Comments: 8294  
Category: Standards Track  
ISSN: 2070-1721

X. Liu  
Jabil  
Y. Qu  
Futurewei Technologies, Inc.  
A. Lindem  
Cisco Systems  
C. Hopps  
Deutsche Telekom  
L. Berger  
LabN Consulting, L.L.C.  
December 2017

## Common YANG Data Types for the Routing Area

Базовые типы данных YANG для маршрутизации

### Аннотация

Этот документ определяет набор базовых типов данных, используя язык моделирования данных YANG. Эти типы предназначены для импорта в другие модули, заданные в сфере маршрутизации.

### Статус документа

Документ относится к категории Internet Standards Track.

Документ является результатом работы IETF<sup>1</sup> и представляет согласованный взгляд сообщества IETF. Документ прошёл открытое обсуждение и был одобрен для публикации IESG<sup>2</sup>. Дополнительную информацию о стандартах Internet можно найти в разделе 2 в RFC 7841.

Информация о текущем статусе документа, найденных ошибках и способах обратной связи доступна по ссылке <https://www.rfc-editor.org/info/rfc8294>.

### Авторские права

Copyright (c) 2017. Авторские права принадлежат IETF Trust и лицам, указанным в качестве авторов документа. Все права защищены.

К документу применимы права и ограничения, указанные в BCP 78 и IETF Trust Legal Provisions и относящиеся к документам IETF (<http://trustee.ietf.org/license-info>), на момент публикации данного документа. Прочтите упомянутые документы внимательно. Фрагменты программного кода, включённые в этот документ, распространяются в соответствии с упрощённой лицензией BSD, как указано в параграфе 4.e документа IETF Trust Legal Provisions, без каких-либо гарантий (как указано в Simplified BSD License).

## Оглавление

1. Введение.....	1
1.1. Терминология.....	1
2. Обзор.....	2
3. Модуль ietf-routing-types.....	3
4. Модуль iana-routing-types.....	11
5. Взаимодействие с IANA.....	17
5.1. Модуль iana-routing-types.....	17
6. Вопросы безопасности.....	17
7. Литература.....	18
7.1. Нормативные документы.....	18
7.2. Дополнительная литература.....	18
Благодарности.....	18
Адреса авторов.....	19

## 1. Введение

Язык моделирования данных YANG [RFC6020] [RFC7950] применяется в моделях данных конфигурации, состояния, вызовов удалённых процедур (Remote Procedure Call или RPC) и уведомлений для протоколов управления сетями. Язык YANG поддерживает небольшой набор встроенных типов данных и обеспечивает механизмы добавления производных типов на основе встроенных.

Этот документ определяет набор типов данных общего назначения, выведенных из встроенных типов YANG. Производные типы предназначены для моделирования данных, связанных с маршрутизацией.

### 1.1. Терминология

Терминология для описания моделей данных YANG представлена в [RFC7950].

<sup>1</sup>Internet Engineering Task Force - комиссия по решению инженерных задач Internet.

<sup>2</sup>Internet Engineering Steering Group - комиссия по инженерным разработкам Internet.

## 2. Обзор

Этот документ определяет два модуля YANG `ietf-routing-types` и `iana-routing-types` с типами данных общего назначения для маршрутизации. Импортируются лишь модули `ietf-yang-types` и `ietf-inet-types` (см. раздел 3) из [RFC6991]. Модуль `ietf-routing-types` содержит базовые типы данных маршрутизации, отличные от соответствующих напрямую сопоставлениям IANA и перечисленные ниже.

### ***router-id***

Идентификаторы маршрутизаторов обычно применяются для указания узлов в протоколах маршрутизации и иных протоколах плоскости управления. Примеры использования `router-id` можно найти в [OSPF-YANG].

### ***route-target***

Цели маршрутов (Route Target или RT) обычно служат для управления распространением данных виртуальной маршрутизации и пересылки (Virtual Routing and Forwarding или VRF) [RFC4364] для поддержки BGP/MPLS IP VPN и BGP/MPLS Ethernet VPN [RFC7432]. Примеры использования можно найти в [L2VPN-YANG].

### ***ipv6-route-target***

IPv6 RT похожи на RT, но являются IPv6 Address Specific BGP Extended Community, как описано в [RFC5701]. IPv6 RT имеет размер 20 октетов и включает адрес IPv6 в качестве глобального администратора.

### ***route-target-type***

Задаёт правила импорта и экспорта RT, как описано в параграфе 4.3.1 [RFC4364].

### ***route-distinguisher***

Различители маршрутов (Route Distinguisher или RD) обычно служат для указания отдельных маршрутов в поддержку VPN. Например, как описано в [RFC4364], RD применяются для идентификации независимых VPN и VRF и, в более общем случае, для идентификации разных маршрутов к одному префиксу.

### ***route-origin***

Источник маршрута (Route Origin) обычно служит для указания источника (Site of Origin) сведений VRF (см. [RFC4364]) в поддержку BGP/MPLS IP VPN и BGP/MPLS Ethernet VPN [RFC7432].

### ***ipv6-route-origin***

IPv6 Route Origin также служит для указания источника данных VRF (см. [RFC4364]) в поддержку VPN. IPv6 Route Origin - это IPv6 Address Specific BGP Extended Community, как описано в [RFC5701]. IPv6 Route Origin имеет размер 20 октетов и включает адрес IPv6 в качестве глобального администратора.

### ***ipv4-multicast-group-address***

Задаёт представление группового адреса IPv4 из диапазона 224.0.0.0 - 239.255.255.255. Пример использования имеется в [PIM-YANG].

### ***ipv6-multicast-group-address***

Задаёт представление группового адреса IPv6 из диапазона `ff00::/8`. Пример использования имеется в [PIM-YANG].

### ***ip-multicast-group-address***

Представляет групповой адрес IP в текстовом формате соответствующей версии IP. Пример использования имеется в [PIM-YANG].

### ***ipv4-multicast-source-address***

Представляет адрес источника IPv4 для использования в протоколах групповой передачи. Адрес можно указать шаблоном \*. Пример использования имеется в [PIM-YANG].

### ***ipv6-multicast-source-address***

Представляет адрес источника IPv6 для использования в протоколах групповой передачи. Адрес можно указать шаблоном \*. Пример использования имеется в [PIM-YANG].

### ***bandwidth-ieee-float32***

Представляет пропускную способность в 32-битовом формате с плавающей точкой IEEE 754 [IEEE754]. Обычно применяется It is commonly used in Traffic Engineering control-plane protocols. Пример использования имеется в [OSPF-YANG].

### ***link-access-type***

Указывает тип канала IGP.

### ***timer-multiplier***

Применяется с типом `timer-value` обычно для указания числа интервалов `timer-value`, которые могут пройти до того, как должно произойти конкретное событие. Примеры включают прибытие пакетов обнаружения двухсторонней пересылки (Bidirectional Forwarding Detection или BFD) (параграф 6.8.4 в [RFC5880]) или `hello_interval` [RFC3209].

### ***timer-value-seconds16***

Этот тип служит для таймеров, задаваемых в секундах, не устанавливаемых или устанавливаемых на бесконечность. Поддерживаются значения, которые могут быть представлены как `uint16` (2 октета).

### ***timer-value-seconds32***

Этот тип служит для таймеров, задаваемых в секундах, не устанавливаемых или устанавливаемых на бесконечность. Поддерживаются значения, которые могут быть представлены как `uint32` (4 октета).

### ***timer-value-milliseconds***

Этот тип служит для таймеров, задаваемых в миллисекундах, не устанавливаемых или устанавливаемых на бесконечность. Поддерживаются значения, которые могут быть представлены как `uint32` (4 октета).

### ***percentage***

Тип для указания процентных значений от 0 до 100%. Пример можно найти в [BGP-Model].

### ***timeticks64***

Этот тип основан на типе `timeticks`, заданном в [RFC6991], но использует 64 бита и служит для представления времени в сотых долях секунды между двумя эпохами. Пример можно найти в [BGP-Model].

### ***uint24***

24-битовое целое число без знака. Пример можно найти в [OSPF-YANG].

### ***generalized-label***

Этот тип представляет обобщённую метку для GMPLS (Generalized Multiprotocol Label Switching) [RFC3471]. Метка не задаёт тип, он определяется контекстом. Пример можно найти в [TE-YANG].

### ***mpls-label-special-purpose***

Этот тип представляет значения специальных меток MPLS [RFC2724].

### ***mpls-label-general-use***

20-битовая метка в стеке MPLS, как указано в [RFC3032]. Метка не включает кода Traffic Class и TTL (Time to Live). Диапазон меток этого типа предназначен для общего пользования и не включает специальных меток.

***mpls-label***

20-битовая метка в стеке MPLS, как указано в [RFC3032]. Метка не включает кода Traffic Class и TTL (Time to Live).

Диапазон включает метки общего назначения и специальные метки. Пример можно найти в [MPLS-Base-YANG].

В этом документе определены указанные ниже группировки YANG для многократного использования.

***mpls-label-stack***

Набор узлов схемы, представляющих стек меток MPLS [RFC3032].

***vpn-route-targets***

Набор узлов схемы, представляющих правила импорта-экспорта RT, применяемые в VPN с BGP [RFC4364] [RFC4664]. Пример можно найти в [L2VPN-YANG].

Модуль iana-routing-types содержит общие типы маршрутизации, соответствующие отображениям IANA.

***address-family***

Задаёт значения для использования в идентификаторах семейств адресов на основе реестра IANA Address Family Numbers [IANA-ADDRESS-FAMILY-REGISTRY]. Пример можно найти в [BGP-Model].

***subsequent-address-family***

Значения для использования в идентификаторах следующего семейства адресов (Subsequent Address Family Identifier или SAFI) на основе реестра IANA Subsequent Address Family Identifiers (SAFI) Parameters [IANA-SAFI-REGISTRY].

### 3. Модуль *ietf-routing-types*

```
<CODE BEGINS> file "ietf-routing-types@2017-12-04.yang"

module ietf-routing-types {
  namespace "urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-routing-types";
  prefix rt-types;

  import ietf-yang-types {
    prefix yang;
  }
  import ietf-inet-types {
    prefix inet;
  }

  organization
    "IETF RTGWG - Routing Area Working Group";
  contact
    "WG Web: <https://datatracker.ietf.org/wg/rtgwg/>
    WG List: <mailto:rtgwg@ietf.org>

    Editors: Xufeng Liu
              <mailto:Xufeng.Liu@jabail.com>
              Yingzhen Qu
              <mailto:yingzhen.qu@huawei.com>
              Acee Lindem
              <mailto:acee@cisco.com>
              Christian Hopps
              <mailto:chopps@chopps.org>
              Lou Berger
              <mailto:lberger@labn.com>";

  description
    "Этот модуль содержит набор типов данных YANG, считающихся
    полезными для протоколов маршрутизации.

    Авторские права (Copyright (c) 2017) принадлежат IETF Trust и
    лицам, указанным как авторы. Все права защищены.

    Распространение и применение модуля в исходной или двоичной
    форме с изменениями или без таковых разрешено в соответствии с
    лицензией Simplified BSD License, изложенной в параграфе 4.c
    IETF Trust's Legal Provisions Relating to IETF Documents
    (https://trustee.ietf.org/license-info).

    Эта версия модуля YANG является частью RFC 8294, где правовые
    аспекты приведены более полно.";

  revision 2017-12-04 {
    description "Исходный выпуск.";
    reference
      "RFC 8294: Common YANG Data Types for the Routing Area.
      Section 3.";
  }

  /*** Идентификаторы для MPLS и GMPLS ***/

  identity mpls-label-special-purpose-value {
    description
      "Базовый идентификатор для вывода идентификаторов, описывающих
      метки MPLS специального назначения.";
    reference
      "RFC 7274: Allocating and Retiring Special-Purpose MPLS
      Labels.";
  }
}
```

```
identity ipv4-explicit-null-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку IPv4 Explicit NULL.";
  reference
    "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding. Параграф 2.1.";
}

identity router-alert-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку Router Alert.";
  reference
    "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding. Параграф 2.1.";
}

identity ipv6-explicit-null-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку IPv6 Explicit NULL.";
  reference
    "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding. Параграф 2.1.";
}

identity implicit-null-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку Implicit NULL.";
  reference
    "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding. Параграф 2.1.";
}

identity entropy-label-indicator {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет Entropy Label Indicator.";
  reference
    "RFC 6790: The Use of Entropy Labels in MPLS Forwarding.
    Раздел 3 и параграф 10.1.";
}

identity gal-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку Generic Associated Channel (G-ACh) (GAL).";
  reference
    "RFC 5586: MPLS Generic Associated Channel. Разделы 4 и 10.";
}

identity oam-alert-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку OAM Alert.";
  reference
    "RFC 3429: Assignment of the 'OAM Alert Label' for
    Multiprotocol Label Switching Architecture (MPLS)
    Operation and Maintenance (OAM) Functions. Разделы 3 и 6.";
}

identity extension-label {
  base mpls-label-special-purpose-value;
  description
    "Представляет метку Extension.";
  reference
    "RFC 7274: Allocating and Retiring Special-Purpose MPLS
    Labels. Параграф 3.1 и раздел 5.";
}

/**/ Типы, связанные с маршрутизацией /**/

typedef router-id {
  type yang:dotted-quad;
  description
    "32-битовое число в формате 4 значений через точку, назначаемое
    каждому маршрутизатору. Однозначно указывает маршрутизатор в
    автономной системе (AS).";
}

/**/ Типы, связанные с VPN /**/

typedef route-target {
  type string {
    pattern
      '(0:(6553[0-5]|655[0-2][0-9]|65[0-4][0-9]{2})|'
      + '6[0-4][0-9]{3})|'
      + '[1-5][0-9]{4}|[1-9][0-9]{0,3}|0):(429496729[0-5])|'
```

```

+ '42949672[0-8][0-9] | '
+ '4294967[01][0-9]{2}|429496[0-6][0-9]{3} | '
+ '42949[0-5][0-9]{4} | '
+ '4294[0-8][0-9]{5}|429[0-3][0-9]{6} | '
+ '42[0-8][0-9]{7}|4[01][0-9]{8} | '
+ '[1-3][0-9]{9}|[1-9][0-9]{0,8}|0) | '
+ '(1:((( [0-9] | [1-9][0-9] | 1[0-9]{2} | 2[0-4][0-9] | '
+ '25[0-5] ) \. ) {3} ([0-9] | [1-9][0-9] | '
+ '1[0-9]{2} | 2[0-4][0-9] | 25[0-5] ) ) : (6553[0-5] | '
+ '655[0-2][0-9] | '
+ '65[0-4][0-9]{2} | 6[0-4][0-9]{3} | '
+ '[1-5][0-9]{4} | [1-9][0-9]{0,3}|0) | '
+ '(2: (429496729[0-5] | 42949672[0-8][0-9] | '
+ '4294967[01][0-9]{2} | '
+ '429496[0-6][0-9]{3} | 42949[0-5][0-9]{4} | '
+ '4294[0-8][0-9]{5} | '
+ '429[0-3][0-9]{6} | 42[0-8][0-9]{7} | 4[01][0-9]{8} | '
+ '[1-3][0-9]{9} | [1-9][0-9]{0,8}|0) : '
+ '(6553[0-5] | 655[0-2][0-9] | 65[0-4][0-9]{2} | '
+ '6[0-4][0-9]{3} | '
+ '[1-5][0-9]{4} | [1-9][0-9]{0,3}|0) | '
+ '(6: ([a-fA-F0-9]{2}) {6} ) | '
+ '(( [3-57-9a-fA-F] | [1-9a-fA-F][0-9a-fA-F]{1,3} ) : '
+ '[0-9a-fA-F]{1,12} ) ' ;
}

description
"RT - это 8-октетное значение расширенной группы BGP, исходно
указывающее набор сайтов в BGP VPN (RFC 4364). Однако оно
играет более общую роль в фильтрации маршрутов BGP. RT состоит
из 2 или 3 полей: 2-октетное поле Type, поле администратора и
необязательное поле назначенного номера.

В соответствии с форматом данных для типов 0, 1, 2, 6, заданных
в RFC 4360, RFC 5668, RFC 7432, шаблон кодирования имеет вид:
0:2-octet-asn:4-octet-number
1:4-octet-ipv4addr:2-octet-number
2:4-octet-asn:2-octet-number
6:6-octet-mac-address

Для будущих типов RT дополнительно определён базовый шаблон:
2-octet-other-hex-number:6-octet-hex-number

Примерами служат 0:100:100, 1:1.1.1.1:100,
2:1234567890:203, 6:26:00:08:92:78:00.";

reference
"RFC 4360: BGP Extended Communities Attribute.
RFC 4364: BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs).
RFC 5668: 4-Octet AS Specific BGP Extended Community.
RFC 7432: BGP MPLS-Based Ethernet VPN.";
}

typedef ipv6-route-target {
type string {
pattern
'((:|[0-9a-fA-F]{0,4}):) ([0-9a-fA-F]{0,4}):{0,5}'
+ '((( [0-9a-fA-F]{0,4} ) ? (: | [0-9a-fA-F]{0,4} ) ) | '
+ '((( (25[0-5] | 2[0-4][0-9] | 1[0-9]{2} | [1-9]?[0-9] ) \. ) {3} '
+ '(25[0-5] | 2[0-4][0-9] | 1[0-9]{2} | [1-9]?[0-9] ) ) '
+ ': '
+ '(6553[0-5] | 655[0-2][0-9] | 65[0-4][0-9]{2} | '
+ '6[0-4][0-9]{3} | '
+ '[1-5][0-9]{4} | [1-9][0-9]{0,3}|0) ' ;
pattern '((( [^:]+ ) {6} ([^:]+ [^:]+ ) | (. * \. * . * ) ) | '
+ '((( [^:]+ ) * [^:]+ ) ? : : ( [^:]+ ) * [^:]+ ) ? ) '
+ ': '
+ '(6553[0-5] | 655[0-2][0-9] | 65[0-4][0-9]{2} | '
+ '6[0-4][0-9]{3} | '
+ '[1-5][0-9]{4} | [1-9][0-9]{0,3}|0) ' ;
}
description
"IPv6 RT - 20-октетное значение BGP IPv6 Address Specific
Extended Community, служащее для тех же функций, что и
8-октетные RT, но применяющие только IPv6 как адрес
глобального администратора. Форматом служит
<ipv6-address:2-octet-number>.

Примерами являются 2001:db8::1:6544,
2001:db8::5eb1:791:6b37:17958.";

reference
"RFC 5701: IPv6 Address Specific BGP Extended Community
Attribute.";
}

typedef route-target-type {
type enumeration {

```



```

+ ' [1-5] [0-9] {4} | [1-9] [0-9] {0,3} | 0 ) : ( 429496729 [0-5] | '
+ ' 42949672 [0-8] [0-9] | '
+ ' 4294967 [01] [0-9] {2} | 429496 [0-6] [0-9] {3} | '
+ ' 42949 [0-5] [0-9] {4} | '
+ ' 4294 [0-8] [0-9] {5} | 429 [0-3] [0-9] {6} | '
+ ' 42 [0-8] [0-9] {7} | 4 [01] [0-9] {8} | '
+ ' [1-3] [0-9] {9} | [1-9] [0-9] {0,8} | 0 ) | '
+ ' ( 1 : ( ( [0-9] | [1-9] [0-9] | 1 [0-9] {2} | 2 [0-4] [0-9] | '
+ ' 25 [0-5] ) \. ) {3} ( [0-9] | [1-9] [0-9] | '
+ ' 1 [0-9] {2} | 2 [0-4] [0-9] | 25 [0-5] ) ) : ( 6553 [0-5] | '
+ ' 655 [0-2] [0-9] | '
+ ' 65 [0-4] [0-9] {2} | 6 [0-4] [0-9] {3} | '
+ ' [1-5] [0-9] {4} | [1-9] [0-9] {0,3} | 0 ) | '
+ ' ( 2 : ( 429496729 [0-5] | 42949672 [0-8] [0-9] | '
+ ' 4294967 [01] [0-9] {2} | '
+ ' 429496 [0-6] [0-9] {3} | 42949 [0-5] [0-9] {4} | '
+ ' 4294 [0-8] [0-9] {5} | '
+ ' 429 [0-3] [0-9] {6} | 42 [0-8] [0-9] {7} | 4 [01] [0-9] {8} | '
+ ' [1-3] [0-9] {9} | [1-9] [0-9] {0,8} | 0 ) : '
+ ' ( 6553 [0-5] | 655 [0-2] [0-9] | 65 [0-4] [0-9] {2} | '
+ ' 6 [0-4] [0-9] {3} | '
+ ' [1-5] [0-9] {4} | [1-9] [0-9] {0,3} | 0 ) | '
+ ' ( 6 : [ a-fA-F 0-9 ] {2} ) {6} | '
+ ' ( ( [ 3-57-9a-fA-F ] | [ 1-9a-fA-F ] [ 0-9a-fA-F ] {1,3} ) : '
+ ' [ 0-9a-fA-F ] {1,12} ) ' ;
}
description
"Источник маршрута (Route Origin) - это 8-октетная расширенная
группа BGP, указывающая набор сайтов, откуда идёт маршрут BGP
(RFC 4364). Route Origin имеет такой же формат как RT в
соответствии с RFC 4360 и состоит из 2 или 3 полей:
2-октетное поле Type, поле администратора и необязательное
поле назначенного номера.

В соответствии с форматом данных для типов 0, 1, 2, 6, заданных
в RFC 4360, RFC 5668, RFC 7432, шаблон кодирования имеет вид:
0:2-octet-asn:4-octet-number
1:4-octet-ipv4addr:2-octet-number
2:4-octet-asn:2-octet-number
6:6-octet-mac-address

Для будущих типов RT дополнительно определён базовый шаблон:
2-octet-other-hex-number:6-octet-hex-number

Примерами являются 0:100:100, 1:1.1.1.1:100,
2:1234567890:203, and 6:26:00:08:92:78:00." ;

reference
"RFC 4360: BGP Extended Communities Attribute.
RFC 4364: BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs).
RFC 5668: 4-Octet AS Specific BGP Extended Community.
RFC 7432: BGP MPLS-Based Ethernet VPN." ;
}

typedef ipv6-route-origin {
type string {
pattern
' ( ( : | [ 0-9a-fA-F ] {0,4} ) : ) ( [ 0-9a-fA-F ] {0,4} : ) {0,5} '
+ ' ( ( ( [ 0-9a-fA-F ] {0,4} ) : ) ? ( : | [ 0-9a-fA-F ] {0,4} ) ) | '
+ ' ( ( ( 25 [ 0-5 ] | 2 [ 0-4 ] [ 0-9 ] | 1 [ 0-9 ] {2} | [ 1-9 ] ? [ 0-9 ] ) \. ) {3} | '
+ ' ( 25 [ 0-5 ] | 2 [ 0-4 ] [ 0-9 ] | 1 [ 0-9 ] {2} | [ 1-9 ] ? [ 0-9 ] ) ) '
+ ' : '
+ ' ( 6553 [ 0-5 ] | 655 [ 0-2 ] [ 0-9 ] | 65 [ 0-4 ] [ 0-9 ] {2} | '
+ ' 6 [ 0-4 ] [ 0-9 ] {3} | '
+ ' [ 1-5 ] [ 0-9 ] {4} | [ 1-9 ] [ 0-9 ] {0,3} | 0 ) ' ;
pattern ' ( ( ( [ ^ : ] + ) {6} ( ( [ ^ : ] + : [ ^ : ] + ) | ( . * \. * . * ) ) ) | '
+ ' ( ( ( [ ^ : ] + ) * [ ^ : ] + ) ? : ( ( [ ^ : ] + ) * [ ^ : ] + ) ? ) '
+ ' : '
+ ' ( 6553 [ 0-5 ] | 655 [ 0-2 ] [ 0-9 ] | 65 [ 0-4 ] [ 0-9 ] {2} | '
+ ' 6 [ 0-4 ] [ 0-9 ] {3} | '
+ ' [ 1-5 ] [ 0-9 ] {4} | [ 1-9 ] [ 0-9 ] {0,3} | 0 ) ' ;
}
description
"IPv6 Route Origin - это 20-октетное значение BGP IPv6 Address
Specific Extended Community, служащее для тех же функций, что
и обычный 8-октетный маршрут, но принимающее лишь адрес IPv6
для глобального администратора. Форматом служит
<ipv6-address:2-octet-number>.

Примерами являются 2001:db8::1:6544 и
2001:db8::5eb1:791:6b37:17958." ;
reference
"RFC 5701: IPv6 Address Specific BGP Extended Community
Attribute." ;
}

```





```
ISO/IEC C99: Information technology - Programming
Languages - C.";
}

typedef link-access-type {
    type enumeration {
        enum broadcast {
            description
                "Широковещательная сеть с множественным доступом.";
        }
        enum non-broadcast-multiaccess {
            description
                "Сеть с множественным доступом без широковещания (NBMA).";
        }
        enum point-to-multipoint {
            description
                "Сеть point-to-multipoint.";
        }
        enum point-to-point {
            description
                "Сеть «точка-точка».";
        }
    }
    description
        "Тип доступа к каналу.";
}

typedef timer-multiplier {
    type uint8;
    description
        "Число интервалов таймера, которое следует считать отказом.";
}

typedef timer-value-seconds16 {
    type union {
        type uint16 {
            range "1..65535";
        }
        type enumeration {
            enum infinity {
                description
                    "Таймер установлен на бесконечность.";
            }
            enum not-set {
                description
                    "Таймер не установлен.";
            }
        }
    }
    units "seconds";
    description
        "Значение таймера в секундах (16 битов).";
}

typedef timer-value-seconds32 {
    type union {
        type uint32 {
            range "1..4294967295";
        }
        type enumeration {
            enum infinity {
                description
                    "Таймер установлен на бесконечность.";
            }
            enum not-set {
                description
                    "Таймер не установлен.";
            }
        }
    }
    units "seconds";
    description
        "Значение таймера в секундах (32 бита).";
}

typedef timer-value-milliseconds {
    type union {
        type uint32 {
            range "1..4294967295";
        }
        type enumeration {
            enum infinity {
                description
                    "Таймер установлен на бесконечность.";
            }
            enum not-set {
```

```
        description
            "Таймер не установлен.";
    }
}
units "milliseconds";
description
    "Значение таймера в миллисекундах.";
}

typedef percentage {
    type uint8 {
        range "0..100";
    }
    description
        "Целое число для указания процентов.";
}

typedef timeticks64 {
    type uint64;
    description
        "Этот тип основан на типе timeticks, заданном в RFC 6991, но
        имеет размер 64 бита. Он представляет время по модулю 2^64
        в сотых долях секунды между двумя эпохами.";
    reference
        "RFC 6991: Common YANG Data Types.";
}

typedef uint24 {
    type uint32 {
        range "0..16777215";
    }
    description
        "24-битовое целое число без знака.";
}

/**/ Типы, связанные с MPLS и GMPLS ***/

typedef generalized-label {
    type binary;
    description
        "Обобщённая метка. Узлы, передающие и принимающие такие метки
        знают тип и контекст специфических для канала меток.";
    reference
        "RFC 3471: Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS)
        Signaling Functional Description. Параграф 3.2.";
}

typedef mpls-label-special-purpose {
    type identityref {
        base mpls-label-special-purpose-value;
    }
    description
        "Представляет значения специальных меток MPLS.";
    reference
        "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding.
        RFC 7274: Allocating and Retiring Special-Purpose MPLS
        Labels.";
}

typedef mpls-label-general-use {
    type uint32 {
        range "16..1048575";
    }
    description
        "20-битовое значение метки в стеке MPLS, как указано в
        RFC 3032. Значение не включает кодирование Traffic Class и TTL.
        Диапазон меток этого типа предназначен для общего пользования
        и не включает специальных меток.";
    reference
        "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding.";
}

typedef mpls-label {
    type union {
        type mpls-label-special-purpose;
        type mpls-label-general-use;
    }
    description
        "20-битовое значение метки в стеке MPLS, как указано в RFC 3032.
        Значение не включает кодирование Traffic Class и TTL.
    reference
        "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding.";
}

/**/ Группировки **/
```

```

grouping mpls-label-stack {
  description
    "Задаёт стек меток MPL, представляемый списком записей для
    меток стека. Ключом списка служит идентификатор, задающий
    относительный порядок каждой записи, наименьший идентификатор
    указывает метку на вершине стека.";
  container mpls-label-stack {
    description
      "Контейнер для записей списка стека меток MPLS.";
    list entry {
      key "id";
      description
        "Список меток стека MPLS.";
      leaf id {
        type uint8;
        description
          "Указывает запись с списке меток стека MPLS. Записи
          размещаются в порядке роста значений идентификаторов.
          Значение идентификатора не имеет другой семантики.";
      }
      leaf label {
        type rt-types:mpls-label;
        description
          "Значение метки.";
      }

      leaf ttl {
        type uint8;
        description
          "Время жизни (TTL).";
        reference
          "RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding.";
      }
      leaf traffic-class {
        type uint8 {
          range "0..7";
        }
        description
          "Класс трафика (TC).";
        reference
          "RFC 5462: Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label
          Stack Entry: 'EXP' Field Renamed to 'Traffic Class'
          Field.";
      }
    }
  }
}

grouping vpn-route-targets {
  description
    "Группа, задающая правила импорта и экспорта RT в VPN с BGP.";
  reference
    "RFC 4364: BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs).
    RFC 4664: Framework for Layer 2 Virtual Private Networks
    (L2VPNs).";
  list vpn-target {
    key "route-target";
    description
      "Список RT.";
    leaf route-target {
      type rt-types:route-target;
      description
        "Значение RT.";
    }
    leaf route-target-type {
      type rt-types:route-target-type;
      mandatory true;
      description
        "Тип импорта-экспорта RT.";
    }
  }
}
}
}

```

<CODE ENDS>

#### 4. Модуль *iana-routing-types*

<CODE BEGINS> file "iana-routing-types@2017-12-04.yang"

```

module iana-routing-types {
  namespace "urn:ietf:params:xml:ns:yang:iana-routing-types";
  prefix iana-rt-types;

  organization
    "IANA";

```

```
contact
  "Internet Assigned Numbers Authority

  Postal: ICANN
    12025 Waterfront Drive, Suite 300
    Los Angeles, CA 90094-2536
    United States of America
  Tel: +1 310 301 5800
  <mailto:iana@iana.org>";

description
  "Этот модуль содержит типы данных YANG, считающиеся заданными
  IANA и применяемые для протоколов маршрутизации.

  Авторские права (Copyright (c) 2017) принадлежат IETF Trust и
  лицам, указанным как авторы. Все права защищены.

  Распространение и применение модуля в исходной или двоичной
  форме с изменениями или без таковых разрешено в соответствии с
  лицензией Simplified BSD License, изложенной в параграфе 4.c
  IETF Trust's Legal Provisions Relating to IETF Documents
  (https://trustee.ietf.org/license-info).

  Эта версия модуля YANG является частью RFC 8294, где правовые
  аспекты приведены более полно.";

revision 2017-12-04 {
  description "Исходный выпуск.";
  reference
    "RFC 8294: Common YANG Data Types for the Routing Area.
    Параграф 4.";
}

/**/ Типы IANA, связанные с маршрутизацией /**/
/**/ Перечисление семейств адресов IANA /**/

typedef address-family {
  type enumeration {
    enum ipv4 {
      value 1;
      description
        "Семейство адресов IPv4.";
    }

    enum ipv6 {
      value 2;
      description
        "Семейство адресов IPv6.";
    }

    enum nsap {
      value 3;
      description
        "Семейство адресов OSI NSAP.";
    }

    enum hdlc {
      value 4;
      description
        "Семейство адресов HDLC.";
    }

    enum bbn1822 {
      value 5;
      description
        "Семейство адресов BBN 1822.";
    }

    enum ieee802 {
      value 6;
      description
        "Семейство адресов IEEE 802 MAC.";
    }

    enum e163 {
      value 7;
      description
        "Семейство адресов ITU-T E.163.";
    }

    enum e164 {
      value 8;
      description
        "Семейство адресов ITU-T E.164 (SMDS, Frame Relay, ATM).";
    }
  }
}
```

```
enum f69 {
    value 9;
    description
        "Семейство адресов ITU-T F.69 (Telex).";
}

enum x121 {
    value 10;
    description
        "Семейство адресов ITU-T X.121 (X.25, Frame Relay).";
}

enum ipx {
    value 11;
    description
        "Семейство адресов Novell IPX.";
}

enum appletalk {
    value 12;
    description
        "Семейство адресов AppleTalk.";
}

enum decnet-iv {
    value 13;
    description
        "Семейство адресов DECnet Phase IV.";
}

enum vines {
    value 14;
    description
        "Семейство адресов Banyan Vines.";
}

enum e164-nsap {
    value 15;
    description
        "Семейство адресов ITU-T E.164 с субадресом NSAP.";
}

enum dns {
    value 16;
    description
        "Семейство адресов DNS.";
}

enum distinguished-name {
    value 17;
    description
        "Семейство адресов Distinguished Name.";
}

enum as-num {
    value 18;
    description
        "Семейство адресов автономных систем (AS).";
}

enum xtp-v4 {
    value 19;
    description
        "Семейство адресов XTP по протоколу IPv4.";
}

enum xtp-v6 {
    value 20;
    description
        "Семейство адресов XTP по протоколу IPv6.";
}

enum xtp-native {
    value 21;
    description
        "Семейство адресов естественного режима XTP.";
}

enum fc-port {
    value 22;
    description
        "Семейство адресов Fibre Channel (FC) World-Wide Port Name.";
}

enum fc-node {
    value 23;
```

```
description
  "Семейство адресов FC World-Wide Node Name.";
}

enum gwid {
  value 24;
  description
    "Семейство адресов ATM Gateway Identifier (GWID) Number.";
}

enum l2vpn {
  value 25;
  description
    "Семейство адресов L2VPN.";
}

enum mpls-tp-section-eid {
  value 26;
  description
    "Семейство адресов MPLS-TP) Section Endpoint.";
}

enum mpls-tp-lsp-eid {
  value 27;
  description
    "Семейство адресов MPLS-TP LSP Endpoint Identifier.";
}

enum mpls-tp-pwe-eid {
  value 28;
  description
    "Семейство адресов MPLS-TP Pseudowire Endpoint Identifier.";
}

enum mt-v4 {
  value 29;
  description
    "Семейство адресов Multi-Topology IPv4.";
}

enum mt-v6 {
  value 30;
  description
    "Семейство адресов Multi-Topology IPv6.";
}

enum eigrp-common-sf {
  value 16384;
  description
    "Семейство адресов EIGRP Common Service Family.";
}

enum eigrp-v4-sf {
  value 16385;
  description
    "Семейство адресов EIGRP IPv4 Service Family.";
}

enum eigrp-v6-sf {
  value 16386;
  description
    "Семейство адресов EIGRP IPv6 Service Family.";
}

enum lcaf {
  value 16387;
  description
    "Семейство адресов LISP LCAF.";
}

enum bgp-ls {
  value 16388;
  description
    "Семейство адресов BGP-LS.";
}

enum mac-48 {
  value 16389;
  description
    "Семейство адресов IEEE 48-bit MAC.";
}

enum mac-64 {
  value 16390;
  description
    "Семейство адресов IEEE 64-bit MAC.";
```

```
}

enum trill-oui {
    value 16391;
    description
        "Семейство адресов TRILL OUI.";
}

enum trill-mac-24 {
    value 16392;
    description
        "Семейство адресов TRILL final 3 octets of 48-bit MAC.";
}

enum trill-mac-40 {
    value 16393;
    description
        "Семейство адресов TRILL final 5 octets of 64-bit MAC.";
}

enum ipv6-64 {
    value 16394;
    description
        "Семейство адресов первых 8 октетов (64 бита ) IPv6.";
}

enum trill-rbridge-port-id {
    value 16395;
    description
        "Семейство адресов TRILL RBridge Port ID.";
}

enum trill-nickname {
    value 16396;
    description
        "Семейство адресов TRILL Nickname.";
}
}

description
    "Перечисление всех заданных IANA семейств адресов.";
}

/**/ Идентификаторы SAFI для многопротокольного BGP ***/
typedef bgp-safi {
    type enumeration {
        enum unicast-safi {
            value 1;
            description
                "Unicast SAFI.";
        }

        enum multicast-safi {
            value 2;
            description
                "Multicast SAFI.";
        }

        enum labeled-unicast-safi {
            value 4;
            description
                "Labeled Unicast SAFI.";
        }

        enum multicast-vpn-safi {
            value 5;
            description
                "Multicast VPN SAFI.";
        }

        enum pseudowire-safi {
            value 6;
            description
                "Multi-segment Pseudowire VPN SAFI.";
        }

        enum tunnel-encap-safi {
            value 7;
            description
                "Tunnel Encap SAFI.";
        }

        enum mcast-vpls-safi {
            value 8;
            description

```

```
"VPLS SAFI.";
}

enum tunnel-safi {
  value 64;
  description
    "Tunnel SAFI.";
}

enum vpls-safi {
  value 65;
  description
    "VPLS SAFI.";
}

enum mdt-safi {
  value 66;
  description
    "MDT SAFI.";
}

enum v4-over-v6-safi {
  value 67;
  description
    "IPv4 over IPv6 SAFI.";
}

enum v6-over-v4-safi {
  value 68;
  description
    "IPv6 over IPv4 SAFI.";
}

enum l1-vpn-auto-discovery-safi {
  value 69;
  description
    "Layer 1 VPN Auto-Discovery SAFI.";
}

enum evpn-safi {
  value 70;
  description
    "EVPN SAFI.";
}

enum bgp-ls-safi {
  value 71;
  description
    "BGP-LS SAFI.";
}

enum bgp-ls-vpn-safi {
  value 72;
  description
    "BGP-LS VPN SAFI.";
}

enum sr-te-safi {
  value 73;
  description
    "SR-TE SAFI.";
}

enum labeled-vpn-safi {
  value 128;
  description
    "MPLS Labeled VPN SAFI.";
}

enum multicast-mpls-vpn-safi {
  value 129;
  description
    "Multicast for BGP/MPLS IP VPN SAFI.";
}

enum route-target-safi {
  value 132;
  description
    "RT SAFI.";
}

enum ipv4-flow-spec-safi {
  value 133;
  description
    "IPv4 Flow Specification SAFI.";
}
```



```

enum vpnv4-flow-spec-safi {
    value 134;
    description
        "IPv4 VPN Flow Specification SAFI.";
}

enum vpn-auto-discovery-safi {
    value 140;
    description
        "VPN Auto-Discovery SAFI.";
}
}
description
    "Enumeration for BGP SAFI.";
reference
    "RFC 4760: Multiprotocol Extensions for BGP-4.";
}
}
<CODE ENDS>

```

## 5. Взаимодействие с IANA

Этот документ регистрирует указанные ниже URI пространств имён в реестре IETF XML Registry [RFC3688].

URI: `urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-routing-types`  
 Registrant Contact: The IESG.  
 XML: N/A; the requested URI is an XML namespace.

URI: `urn:ietf:params:xml:ns:yang:iana-routing-types`  
 Registrant Contact: IANA.  
 XML: N/A; the requested URI is an XML namespace.

Документ регистрирует указанные ниже модули YANG в реестре YANG Module Names [RFC6020]

Name: `ietf-routing-types`  
 Namespace: `urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-routing-types`  
 Prefix: `rt-types`  
 Reference: RFC 8294

Name: `iana-routing-types`  
 Namespace: `urn:ietf:params:xml:ns:yang:iana-routing-types`  
 Prefix: `iana-rt-types`  
 Reference: RFC 8294

### 5.1. Модуль iana-routing-types

Этот документ задаёт исходный выпуск поддерживаемого IANA модуля YANG `iana-routing-types` (раздел 4). Модуль `iana-routing-types` предназначен для отражения реестров Address Family Numbers [IANA-ADDRESS-FAMILY-REGISTRY] и Subsequent Address Family Identifiers (SAFI) Parameters [IANA-SAFI-REGISTRY].

Агентство IANA добавило приведённое ниже примечание в реестр `iana-routing-types` YANG Module.

Address Family и Subsequent Address Family недопустимо добавлять напрямую в модуль YANG `iana-routing-types`. Они должны добавляться в реестры Address Family Numbers и Subsequent Address Family Identifiers (SAFI) Parameters.

При добавлении Address Family или Subsequent Address Family в реестр Address Family Numbers или Subsequent Address Family Identifiers (SAFI) Parameters должен добавляться новый оператор `enum` в модуль `iana-routing-types`. Имя оператора `enum` совпадает с соответствующим Address Family или SAFI, но должно быть действительным идентификатором YANG с использованием символов нижнего регистра и разделением слов символом дефиса. Ниже указан оператор `enum` и его субоператоры, которые следует определить.

#### **enum**

Идентификатор YANG `enum` для `address-family` (Address Family) или `bgp-safi` (Subsequent Address Family). Он может совпадать с `address-family` или `bgp-safi` или сокращаться для упрощения использования.

#### **value**

Выделенное IANA значение, соответствующее `address-family` (Address Family) или `bgp-safi` (Subsequent Address Family).

#### **status**

Включается лишь при отмене регистрации (значении `deprecated`) или её устаревании (значение `obsolete`).

#### **description**

Дублирует описание из реестра, если оно есть. Строки должны иметь размер не более 72 символов.

#### **reference**

Дублирует ссылку из реестра при её наличии и включает название документа.

При обновлении модуля `iana-routing-types` в него добавляется оператор `revision` перед имеющимися операторами этого типа.

Агентство IANA добавило приведённое ниже примечание в реестры Address Family Numbers и Subsequent Address Family Identifiers (SAFI) Parameters.

При изменении этого реестра обновляется модуль YANG `iana-routing-types`, как указано в RFC 8294.

## 6. Вопросы безопасности

Этот документ содержит базовые определения типов маршрутизации (операторы `typedef`) с использованием языка моделирования данных YANG. Сами определения не влияют на безопасность и приватность в Internet, но их

использование в других модулях YANG может оказывать такое влияние. Вопросы безопасности, рассмотренные в спецификации YANG 1.1 [RFC7950], применимы и к этому документу.

## 7. Литература

### 7.1. Нормативные документы

- [RFC3688] Mealling, M., "The IETF XML Registry", BCP 81, [RFC 3688](#), DOI 10.17487/RFC3688, January 2004, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc3688>>.
- [RFC6020] Bjorklund, M., Ed., "YANG - A Data Modeling Language for the Network Configuration Protocol (NETCONF)", [RFC 6020](#), DOI 10.17487/RFC6020, October 2010, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc6020>>.
- [RFC6991] Schoenwaelder, J., Ed., "Common YANG Data Types", [RFC 6020](#), DOI 10.17487/RFC6991, July 2013, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc6991>>.
- [RFC7950] Bjorklund, M., Ed., "The YANG 1.1 Data Modeling Language", [RFC 7950](#), DOI 10.17487/RFC7950, August 2016, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc7950>>.
- [IANA-ADDRESS-FAMILY-REGISTRY] "IANA Address Family Numbers Registry", <<https://www.iana.org/assignments/address-family-numbers/>>.
- [IANA-SAFI-REGISTRY] "IANA Subsequent Address Family Identifiers (SAFI) Parameters Registry", <<https://www.iana.org/assignments/safi-namespace/>>.

### 7.2. Дополнительная литература

- [IEEE754] IEEE, "IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic", IEEE 754-2008, DOI 10.1109/IEEESTD.2008.4610935.
- [BGP-Model] Shaikh, A., Ed., Shakir, R., Ed., Patel, K., Ed., Hares, S., Ed., D'Souza, K., Bansal, D., Clemm, A., Zhdankin, A., Jethanandani, M., and X. Liu, "BGP Model for Service Provider Networks", Work in Progress, draft-ietf-idr-bgp-model-02, July 2016.
- [OSPF-YANG] Yeung, D., Qu, Y., Zhang, J., Chen, I., and A. Lindem, "Yang Data Model for OSPF Protocol", Work in Progress, draft-ietf-ospf-yang-09, October 2017.
- [PIM-YANG] Liu, X., McAllister, P., Peter, A., Sivakumar, M., Liu, Y., and F. Hu, "A YANG data model for Protocol-Independent Multicast (PIM)", Work in Progress, draft-ietf-pim-yang-12, December 2017.
- [TE-YANG] Saad, T., Ed., Gandhi, R., Liu, X., Beeram, V., Shah, H., and I. Bryskin, "A YANG Data Model for Traffic Engineering Tunnels and Interfaces", Work in Progress, draft-ietf-teas-yang-te-09, October 2017.
- [L2VPN-YANG] Shah, H., Ed., Brissette, P., Ed., Chen, I., Ed., Hussain, I., Ed., Wen, B., Ed., and K. Tiruveedhula, Ed., "YANG Data Model for MPLS-based L2VPN", Work in Progress, draft-ietf-bess-l2vpn-yang-07, September 2017.
- [MPLS-Base-YANG] Saad, T., Raza, K., Gandhi, R., Liu, X., Beeram, V., Shah, H., Bryskin, I., Chen, X., Jones, R., and B. Wen, "A YANG Data Model for MPLS Base", Work in Progress<sup>1</sup>, draft-ietf-mpls-base-yang-05, July 2017.
- [RFC3032] Rosen, E., Tappan, D., Fedorkow, G., Rekhter, Y., Farinacci, D., Li, T., and A. Conta, "MPLS Label Stack Encoding", [RFC 3032](#), DOI 10.17487/RFC3032, January 2001, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc3032>>.
- [RFC3209] Awduche, D., Berger, L., Gan, D., Li, T., Srinivasan, V., and G. Swallow, "RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels", [RFC 3209](#), DOI 10.17487/RFC3209, December 2001, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc3209>>.
- [RFC3471] Berger, L., Ed., "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Functional Description", [RFC 3471](#), DOI 10.17487/RFC3471, January 2003, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc3471>>.
- [RFC4364] Rosen, E. and Y. Rekhter, "BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs)", [RFC 4364](#), DOI 10.17487/RFC4364, February 2006, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc4364>>.
- [RFC4664] Andersson, L., Ed., and E. Rosen, Ed., "Framework for Layer 2 Virtual Private Networks (L2VPNs)", [RFC 4664](#), DOI 10.17487/RFC4664, September 2006, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc4664>>.
- [RFC5701] Rekhter, Y., "IPv6 Address Specific BGP Extended Community Attribute", [RFC 5701](#), DOI 10.17487/RFC5701, November 2009, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc5701>>.
- [RFC5880] Katz, D. and D. Ward, "Bidirectional Forwarding Detection (BFD)", [RFC 5880](#), DOI 10.17487/RFC5880, June 2010, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc5880>>.
- [RFC7274] Kompella, K., Andersson, L., and A. Farrel, "Allocating and Retiring Special-Purpose MPLS Labels", [RFC 7274](#), DOI 10.17487/RFC7274, June 2014, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc7274>>.
- [RFC7432] Sajassi, A., Ed., Aggarwal, R., Bitar, N., Isaac, A., Uttaro, J., Drake, J., and W. Henderickx, "BGP MPLS-Based Ethernet VPN", [RFC 7432](#), DOI 10.17487/RFC7432, February 2015, <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc7432>>.

### Благодарности

В состав группы разработчиков Routing Area YANG Architecture входили Acee Lindem, Anees Shaikh, Christian Hopps, Dean Bogdanovic, Ebben Aries, Lou Berger, Qin Wu, Rob Shakir, Xufeng Liu, Yingzhen Qu.

<sup>1</sup>Опубликовано в RFC 8960. Прим. перев.

Спасибо Martin Bjorklund, Tom Petch, Stewart Bryant, Radek Krejci за комментарии к модели и тексту документа, Robert Raszuk за предложения по дополнительным базовым типам маршрутизации.

## Адреса авторов

### Xufeng Liu

Jabil  
8281 Greensboro Drive, Suite 200  
McLean, VA 22102  
United States of America  
Email: [Xufeng\\_Liu@jabil.com](mailto:Xufeng_Liu@jabil.com)

### Yingzhen Qu

Futurewei Technologies, Inc.  
2330 Central Expressway  
Santa Clara, CA 95050  
United States of America  
Email: [yingzhen.qu@huawei.com](mailto:yingzhen.qu@huawei.com)

### Acee Lindem

Cisco Systems  
301 Midenhall Way  
Cary, NC 27513  
United States of America  
Email: [acee@cisco.com](mailto:acee@cisco.com)

### Christian Hopps

Deutsche Telekom  
Email: [chopps@chopps.org](mailto:chopps@chopps.org)

### Lou Berger

LabN Consulting, L.L.C.  
Email: [lberger@labn.net](mailto:lberger@labn.net)

## Перевод на русский язык

Николай Малых

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