

## A YANG Data Model for Interface Management

### Модель данных YANG для управления интерфейсом

#### Аннотация

В этом документе определена модель данных YANG для управления сетевыми интерфейсами. Предполагается добавление (augment) расширений для конкретных типов интерфейсов к определенной здесь базовой модели. Модель включает данные конфигурации и состояния (информация о состоянии и счетчики статистики).

#### 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>. Не все одобренные IESG документы претендуют на статус Internet Standard (см. раздел 2 в RFC 5741).

Информацию о текущем статусе документа, ошибках и способах обратной связи можно найти по ссылке <http://www.rfc-editor.org/info/rfc7223>.

#### Авторские права

Авторские права (Copyright (c) 2014) 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.....   | 2  |
| 1.2. Диаграммы деревьев.....                                       | 2  |
| 2. Цели.....   | 2  |
| 3. Модель данных интерфейса.....                                   | 3  |
| 3.1. Списки интерфейсов.....                                       | 3  |
| 3.2. Указание интерфейсов.....                                     | 4  |
| 3.3. Уровни интерфейсов.....                                       | 4  |
| 4. Связь с IF-MIB.....   | 4  |
| 5. Модуль YANG.....  | 5  |
| 6. Взаимодействие с IANA.....                                      | 13 |
| 7. Вопросы безопасности.....                                       | 13 |
| 8. Благодарности.....  | 13 |
| 9. Литература.....   | 13 |
| 9.1. Нормативные документы.....                                    | 13 |
| 9.2. Дополнительная литература.....                                | 13 |
| Приложение А. Пример модуля для интерфейса Ethernet.....           | 13 |
| Приложение В. Пример модуля для связки интерфейсов Ethernet.....   | 14 |
| Приложение С. Пример модуля для интерфейса VLAN.....               | 15 |
| Приложение D. Пример отклика NETCONF <get>.....                    | 15 |
| Приложение Е. Примеры схем именования интерфейсов.....             | 17 |
| Е.1. Маршрутизатор с ограничениями для имен интерфейсов.....       | 17 |
| Е.2. Маршрутизатор с произвольными именами интерфейсов.....        | 17 |
| Е.3. Коммутатор Ethernet с ограничениями для имен интерфейсов..... | 17 |
| Е.4. Типовой хост с ограничениями для имен интерфейсов.....        | 18 |
| Е.5. Типовой хост с произвольными именами интерфейсов.....         | 18 |

## 1. Введение

Этот документ определяет модель данных YANG [RFC6020] для управления сетевыми интерфейсами. Предполагается, что базовая модель будет дополнена (augment) моделями данных для конкретных типов интерфейсов.

Сетевые интерфейсы являются важной частью управления для множества протоколов Internet. Поэтому важно разработать общую модель данных для идентификации, настройки и мониторинга интерфейсов.

<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.

Модель включает данные конфигурации и состояния (информация о состоянии и счетчики статистики).

## 1.1. Терминология

Ключевые слова **необходимо** (MUST), **недопустимо** (MUST NOT), **требуется** (REQUIRED), **нужно** (SHALL), **не нужно** (SHALL NOT), **следует** (SHOULD), **не следует** (SHOULD NOT), **рекомендуется** (RECOMMENDED), **не рекомендуется** (NOT RECOMMENDED), **возможно** (MAY), **необязательно** (OPTIONAL) в данном документе должны интерпретироваться в соответствии с BCP 14 [RFC2119].

Ниже приведены определения используемых в документе терминов.

### **system-controlled interface – управляемый системой интерфейс**

Интерфейс называют управляемым системой (system-controlled), если система создает или удаляет интерфейс независимо от того, был ли он явно настроен. Примерами являются интерфейсы, представляющий физические компоненты, которые могут добавляться в систему или удаляться из нее (например, линейные платы или подключаемые в процессе работы беспроводные интерфейсы). Управляемые системой интерфейсы могут появляться при включении той или иной функциональности (например, loopback-интерфейс при включении стека IP).

### **user-controlled interface – управляемый пользователем интерфейс**

Интерфейс называют управляемым пользователем (user-controlled), если создание интерфейса определяется его явной настройкой в хранилище рабочей конфигурации, а удаление - явным удалением конфигурации интерфейса из этого хранилища. Примерами являются интерфейсы VLAN, настроенные на управляемых системой интерфейсах Ethernet.

Ниже приведен список используемых терминов из [RFC6241].

- client - клиент;
- configuration data - данные конфигурации;
- server - сервер;
- state data - данные состояния.

Ниже приведен список используемых терминов из [RFC6020].

- augment - дополнение;
- data model - модель данных;
- data node - узел данных;
- presence container - контейнер присутствия.

## 1.2. Диаграммы деревьев

В этом документе применяется упрощенное графическое представление данных. Назначение символов описано ниже.

- Ключи списков указываются в квадратных скобках [].
- Сокращения перед именами узлов задают режим доступа - rw для данных конфигурации (чтение и запись), ro для данных состояния (только чтение).
- Символ ? после узла данных указывает необязательный узел, ! - контейнер присутствия, \* - список или лист-список.
- В круглых скобках указываются узлы выбора (choice) и вариантов (case), последние также маркируются двоеточием (:).
- Трехточие (...) указывает пропущенное содержимое субдерева.

## 2. Цели

В этом разделе описаны некоторые из целей разработки модели, представленной в разделе 5.

- Ясно, что существующие реализации будут отображать описанную здесь модель на свои фирменные, естественные модели данных. Для облегчения этого модель данных должна быть простой.
- Модель данных должна подходить для новых реализаций без отображения на естественную модель.
- Ссылки на интерфейсы должны быть как можно проще, предпочтительно с использованием одного leafref.
- Отображение на ifIndex [RFC2863], используемое протоколом SNMP<sup>1</sup> для указания интерфейсов, должно быть четким.
- Модель должна поддерживать уровни интерфейсов - как (1) простые, где один интерфейс работает поверх единственного другого, так и (2) более сложные, где один интерфейс может быть результатом агрегирования N других интерфейсов или N интерфейсов могут мультиплексироваться в один.
- Модель данных должна поддерживать представление предварительно подготовленной конфигурации интерфейса, т. е. возможность настройки конфигурации для отсутствующего в системе физического интерфейса. В устройствах, поддерживающих динамическое добавление и удаление физических интерфейсов рекомендуется также поддерживать предварительную настройку конфигурации интерфейса.
- Модель данных должна поддерживать как физические, так и логические интерфейсы.

<sup>1</sup>Simple Network Management Protocol - простой протокол сетевого управления.

- В модель данных следует включать доступные только для чтения счетчики, обеспечивающие сбор статистики переданных и принятых октетов и байтов, числа пакетов, принятых с ошибками, а также пакетов, которые не были переданы по причине ошибок.

### 3. Модель данных интерфейса

Этот документ определяет модуль YANG `ietf-interfaces`, структура которого показана ниже.

```

+--rw interfaces
| +--rw interface* [name]
| | +--rw name string
| | +--rw description? string
| | +--rw type identityref
| | +--rw enabled? boolean
| | +--rw link-up-down-trap-enable? enumeration
+--ro interfaces-state
  +--ro interface* [name]
    +--ro name string
    +--ro type identityref
    +--ro admin-status enumeration
    +--ro oper-status enumeration
    +--ro last-change? yang:date-and-time
    +--ro if-index int32
    +--ro phys-address? yang:phys-address
    +--ro higher-layer-if* interface-state-ref
    +--ro lower-layer-if* interface-state-ref
    +--ro speed? yang:gauge64
    +--ro statistics
      +--ro discontinuity-time yang:date-and-time
      +--ro in-octets? yang:counter64
      +--ro in-unicast-pkts? yang:counter64
      +--ro in-broadcast-pkts? yang:counter64
      +--ro in-multicast-pkts? yang:counter64
      +--ro in-discards? yang:counter32
      +--ro in-errors? yang:counter32
      +--ro in-unknown-protos? yang:counter32
      +--ro out-octets? yang:counter64
      +--ro out-unicast-pkts? yang:counter64
      +--ro out-broadcast-pkts? yang:counter64
      +--ro out-multicast-pkts? yang:counter64
      +--ro out-discards? yang:counter32
      +--ro out-errors? yang:counter32

```

#### 3.1. Списки интерфейсов

Представленная в документе модель данных использует плоский список интерфейсов, каждый из которых указывается именем. Кроме того, каждый интерфейс имеет обязательный лист `type`.

Модуль `iana-if-type` [RFC7224] определяет отождествления YANG для типов интерфейсов в поддерживаемом IANA реестре «ifType definitions».

Имеется один список настроенных интерфейсов (`/interfaces/interface`) и отдельный список рабочих состояний интерфейсов (`/interfaces-state/interface`).

Предполагается, что модели данных для конкретных типов дополняют списки интерфейсов и возможно будут использовать лист `type`, чтобы сделать дополнения условными.

В качестве примера возможного дополнения для конкретного типа интерфейса рассмотрим приведенный ниже фрагмент кода YANG. Более полный пример приведен в Приложении А.

```

import interfaces {
  prefix "if";
}
import iana-if-type {
  prefix ianaift;
}

augment "/if:interfaces/if:interface" {
  when "if:type = 'ianaift:ethernetCsmacd'";

  container ethernet {
    leaf duplex {
      ...
    }
  }
}

```

Для управляемых системой интерфейсов `name` является зависимым от устройства именем интерфейса. Не являющийся конфигурационным (`config false`) список «`/interfaces-state/interface`» содержит все имеющиеся на устройстве интерфейсы.

Если устройство поддерживает произвольное именование управляемых пользователем интерфейсов, сервер NETCONF<sup>1</sup> анонсирует свойство `arbitrary-names`. Если устройство не анонсирует это свойство, имена управляемых пользователем интерфейсов **должны** соответствовать схеме именования для устройства. Способ получения клиентом информации о схемах именования таких устройств выходит за рамки документа. Примеры приведены в приложениях E.1 и E.2.

<sup>1</sup>Network Configuration Protocol - протокол настройки конфигурации сети.

Когда система создает управляемый ею интерфейс, она пытается применить конфигурацию из `/interfaces/interface` с именем нового интерфейса. Если такой конфигурации не найдено или заданный в конфигурации тип не соответствует типу реального интерфейса, система создает интерфейс без применения явной конфигурации.

При создании управляемого пользователем интерфейса имя этого интерфейса определяет конфигурация.

В зависимости от операционной системы и физической точки, к которой интерфейс подключается или из которой удаляется, для реализации может оказаться невозможным обеспечение предсказуемых и согласованных имен для управляемых системой интерфейсов в циклах вставки-удаления, а также в ожидании первой вставки. Поэтому возможность предоставлять конфигурации для таких интерфейсов зависит от реализации и не может предполагаться во всех случаях.

## 3.2. Указание интерфейсов

Интерфейс указывается именем, которое уникально в рамках сервера. Это свойство фиксируется в определениях типов (`typedef`) `interface-ref` и `interface-state-ref`, которые другим модулям YANG **следует** применять, когда нужно указать настраиваемый или используемый в работе интерфейс, соответственно.

## 3.3. Уровни интерфейсов

Не существует общего механизма настройки интерфейса так, чтобы он размещался «поверх» некоего другого интерфейса. Предполагается, что модели для конкретных типов интерфейсов будут определять свои узлы данных для уровней интерфейсов с помощью типов `interface-ref` для указания нижележащих уровней.

Ниже приведен пример модели с такими узлами. Более полный пример представлен в Приложении В.

```
import interfaces {
    prefix "if";
}
import iana-if-type {
    prefix ianaift;
}

augment "/if:interfaces/if:interface" {
    when "if:type = 'ianaift:ieee8023adLag'";

    leaf-list slave-if {
        type if:interface-ref;
        must "/if:interfaces/if:interface[if:name = current()]"
            + "/if:type = 'ianaift:ethernetCsmacd'" {
            description
                "Ведомый (slave) интерфейс должен иметь тип
                 'ethernetCsmacd'.";
        }
    }
}
// Другие параметры настройки связи, время восстановления и пр.
```

Хотя параметры уровней настраиваются в моделях для конкретных типов интерфейсов, два базовых `leaf-list` (`higher-layer-if` и `lower-layer-if`) представляют доступную только для чтения иерархию уровней интерфейсов.

## 4. Связь с IF-MIB

Если устройство реализует IF-MIB [RFC2863], каждая запись списка `/interfaces-state/interface` обычно отображается на один элемент `ifEntry`. Лист `if-index` **должен** содержать `ifIndex` соответствующего элемента `ifEntry`.

В большинстве случаев `name` из записи `/interfaces-state/interface` отображается на `ifName`. База IF-MIB позволяет двум разным `ifEntry` иметь общее имя `ifName`. Поддерживающие такую возможность устройства, которые соответствуют также определенной в этом документе модели данных, не могут иметь взаимно-однозначного отображения между листом `name` и `ifName`.

Указанное в конфигурации описание (`description`) интерфейса традиционно отображается некоторыми реализациями в `ifAlias`. Этот документ разрешает такие отображения, но рекомендует разработчикам учитывать различия в пространстве значений и постоянстве этих объектов. Подробности приведены в определении листа `description` представленного в разделе 5 модуля YANG.

IF-MIB определяет также открытый для записи объект `ifPromiscuousMode`. Поскольку агенты SNMP обычно не реализуют этот объект как конфигурационный, он не отображается в модуль `ietf-interfaces`.

Объект `ifMtu` из IF-MIB не отображается в модуль `ietf-interfaces`. Предполагается, что модули YANG для конкретных типов интерфейсов будут представлять MTU с помощью дополнения модели `ietf-interfaces`.

В IF-MIB имеется множество счетчиков, существующих в 32-битовом и 64-битовом варианте. 64-битовые счетчики были добавлены для поддержки интерфейсов со скоростью выше 20000000 бит/с. Современные реализации обычно поддерживают такие интерфейсы, поэтому модель данных включает лишь 64-битовые счетчики. Отметим, что NETCONF и SNMP могут различаться по частоте обращения к этим счетчикам. Например, многие реализации SNMP кэшируют значения счетчиков в течение некоторого времени.

Объекты `ifDescr` и `ifConnectorPresent` из IF-MIB не отображаются в модуль `ietf-interfaces`.

Ниже приведены таблицы сопоставления узлов данных YANG и объектов IF-MIB.

Узлы YANG для данных состояния и соответствующие объекты IF-MIB.

| Узел данных YANG в <code>/interfaces-state/interface</code> | Объект IF-MIB       |
|---|---------------------|
| <code>name</code>   | <code>ifName</code> |

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| type                               | ifType                     |
| admin-status                       | ifAdminStatus              |
| oper-status                        | ifOperStatus               |
| last-change                        | ifLastChange               |
| if-index                           | ifIndex                    |
| link-up-down-trap-enable           | ifLinkUpDownTrapEnable     |
| phys-address                       | ifPhysAddress              |
| higher-layer-if and lower-layer-if | ifStackTable               |
| speed                              | ifSpeed and ifHighSpeed    |
| discontinuity-time                 | ifCounterDiscontinuityTime |
| in-octets                          | ifHCInOctets               |
| in-unicast-pkts                    | ifHCInUcastPkts            |
| in-broadcast-pkts                  | ifHCInBroadcastPkts        |
| in-multicast-pkts                  | ifHCInMulticastPkts        |
| in-discards                        | ifInDiscards               |
| in-errors                          | ifInErrors                 |
| in-unknown-protos                  | ifInUnknownProtos          |
| out-octets                         | ifHCOctets                 |
| out-unicast-pkts                   | ifHCOUcastPkts             |
| out-broadcast-pkts                 | ifHCOBroadcastPkts         |
| out-multicast-pkts                 | ifHCOMulticastPkts         |
| out-discards                       | ifOutDiscards              |
| out-errors                         | ifOutErrors                |

YANG Config Data Nodes and Related IF-MIB Objects

Узел данных YANG в /interfaces/interface

Объект IF-MIB

description

ifAlias

## 5. Модуль YANG

Этот модуль YANG импортирует определения типов (typedef) из [RFC6991].

```
<CODE BEGINS> file "ietf-interfaces@2014-05-08.yang"

module ietf-interfaces {

    namespace "urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-interfaces";
    prefix if;

    import ietf-yang-types {
        prefix yang;
    }

    organization
        "IETF NETMOD (NETCONF Data Modeling Language) Working Group";

    contact
        "WG Web: <http://tools.ietf.org/wg/netmod/>
        WG List: <mailto:netmod@ietf.org>

        WG Chair: Thomas Nadeau
                 <mailto:tnadeau@lucidvision.com>

        WG Chair: Juergen Schoenwaelder
                 <mailto:j.schoenwaelder@jacobs-university.de>

        Editor: Martin Bjorklund
               <mailto:mbj@tail-f.com>";

    description
        "Этот модуль содержит набор определений YANG для управления
        сетевыми интерфейсами.

        Авторские права (Copyright (c) 2014) принадлежат IETF Trust
        и лицам, указанным как авторы кода. Все права защищены.

        Распространение и использование в исходной и двоичной форме
        с изменениями или без них разрешается в соответствии с условиями,
        указанными в упрощенной лицензии BSD, изложенной в разделе 4.с
        Правового положения IETF Trust применительно к документам IETF
        (http://trustee.ietf.org/license-info)."

        Эта версия модуля YANG является частью RFC 7223, где
        правовые аспекты выражены более полно.";

    revision 2014-05-08 {
        description
            "Первый выпуск.";
        reference
            "RFC 7223: A YANG Data Model for Interface Management";
    }

    /*
     * Определения типов
```

```
*/

typedef interface-ref {
  type leafref {
    path "/if:interfaces/if:interface/if:name";
  }
  description
  "Этот тип применяется моделями данных, которым нужно
  указывать настроенные интерфейсы.";
}

typedef interface-state-ref {
  type leafref {
    path "/if:interfaces-state/if:interface/if:name";
  }
  description
  "Этот тип применяется моделями данных, которым нужно
  указывать работающие интерфейсы.";
}

/*
 * Отождествления
 */

identity interface-type {
  description
  "Базовое отождествление, из которого выводятся конкретные типы.";
}

/*
 * Возможности
 */

feature arbitrary-names {
  description
  "Это свойство показывает, что управляемые пользователем интерфейсы
  могут иметь произвольные имена.";
}

feature pre-provisioning {
  description
  "Это свойство показывает, что устройство поддерживает подготовленные
  заранее конфигурации интерфейсов, т. е. можно настроить интерфейс,
  которого еще нет в системе.";
}

feature if-mib {
  description
  "Это свойство указывает поддержку устройством IF-MIB.";
  reference
  "RFC 2863: The Interfaces Group MIB";
}

/*
 * Узлы конфигурационных данных
 */

container interfaces {
  description
  "Конфигурационные параметры интерфейса.";
  list interface {
    key "name";

    description
    "Список настроенных на устройстве интерфейсов.

    Рабочее состояние интерфейса доступно в списке
    /interfaces-state/interface. Если конфигурация управляемого
    системой интерфейса не может использоваться системой
    (например, установленное оборудование не соответствует типу
    интерфейса), конфигурация не применяется к управляемому
    системой интерфейсу из списка /interfaces-state/interface.
    Если конфигурация управляемого пользователем интерфейса не
    может применяться системой, настроенный интерфейс не
    включается в список /interfaces-state/interface.";

    leaf name {
      type string;
      description
      "Имя интерфейса.

      Устройство МОЖЕТ ограничивать разрешенные для этого листа
      значения, возможно в зависимости от типа интерфейса.

      Для управляемых системой интерфейсов этот лист содержит
      зависимое от устройства имя интерфейса. Список
```

/interfaces-state/interface (config false) содержит имеющиеся в устройстве интерфейсы.

Когда клиент пытается создать конфигурацию для управляемого системой интерфейса, которого нет в списке /interfaces-state/interface, сервер МОЖЕТ отвергнуть запрос, если система не поддерживает предварительной настройки интерфейсов или имя указывает интерфейс, который не может присутствовать в системе. Сервер NETCONF ДОЛЖЕН вернуть отклик rpc-error с error-tag 'invalid-value'.

Если устройство поддерживает предварительную настройку интерфейсов, анонсируется свойство 'pre-provisioning'.

Если устройство разрешает произвольные имена для управляемых пользователем интерфейсов, анонсируется свойство 'arbitrary-names'.

Когда управляемый пользователем интерфейс создается системой, он указывается с этим именем в /interface-state/interface.;

}

leaf description {

type string;

description

"Текстовое описание интерфейса.

Реализация сервера МОЖЕТ отображать этот лист на объект MIB ifAlias. Такие реализации должны использовать тот или иной механизм для обработки различий в размере и разрешенных символах для этого листа и ifAlias. Определение таких механизмов выходит за рамки документа.

Поскольку ifAlias определяется для сохранения в энергонезависимой памяти, реализация MIB ДОЛЖНА отображать ifAlias на значение 'description' в постоянном хранилище.

В частности, если устройство поддерживает ':startup', при считывании ifAlias устройство ДОЛЖНО возвращать значение 'description' из хранилища 'startup', а при записи значение ДОЛЖНО сохраняться в хранилищах 'running' и 'startup'. Отметим, что реализация должна решить, следует ли изменить только лист в хранилище 'startup' или неявно выполнить copy-config из хранилища 'running' в хранилище 'startup'.

Если устройство не поддерживает ':startup', значение ifAlias ДОЛЖНО отображаться в лист 'description' хранилища 'running'.;

reference

"RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifAlias";

}

leaf type {

type identityref {

base interface-type;

}

mandatory true;

description

"Тип интерфейса.

При создании записи для интерфейса сервер МОЖЕТ инициализировать лист type действующим значением, например, если можно вывести тип из имени интерфейса.

Если клиент пытается установить для типа интерфейса значение, которое никогда не используется системой (например, тип не поддерживается или не соответствует имени), сервер ДОЛЖЕН отвергнуть запрос. Сервер NETCONF ДОЛЖЕН вернуть отклик rpc-error с error-tag 'invalid-value' в таком случае.;

reference

"RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifType";

}

leaf enabled {

type boolean;

default "true";

description

"Этот лист содержит настроенное, желаемое состояние интерфейса.

Системы, реализующие IF-MIB, используют значение этого листа в хранилище running для установки в IF-MIB.ifAdminStatus значения up или down после инициализации ifEntry как описано в RFC 2863.

Изменение этого листа в хранилище running отражается в ifAdminStatus, но при изменении ifAdminStatus с помощью SNMP этот лист не меняется.;

reference

```
"RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifAdminStatus";
}

leaf link-up-down-trap-enable {
  if-feature if-mib;
  type enumeration {
    enum enabled {
      value 1;
    }
    enum disabled {
      value 2;
    }
  }
  description
    "Указывает следует ли генерировать уведомления SNMP
    linkUp/linkDown для этого интерфейса.

    Если этот узел не настроен, значение enabled применяется
    сервером для интерфейсов, которые не работают поверх другого
    интерфейса (т. е. нет записей lower-layer-if), и disabled
    в остальных случаях.";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifLinkUpDownTrapEnable";
}
}
}

/*
 * Узлы данных состояния
 */

container interfaces-state {
  config false;
  description
    "Узлы данных для операционных состояний интерфейсов.";

  list interface {
    key "name";
    description
      "Список интерфейсов в устройстве.
      Системно-управляемые интерфейсы, созданные системой, всегда
      присутствуют в этом списке, независимо от их конфигурации.";

    leaf name {
      type string;
      description
        "Имя интерфейса.

        Реализация сервера МОЖЕТ отображать этот лист на объект
        MIB ifName. Такие реализации должны использовать тот или
        иной механизм для обработки различий в размере и разрешенных
        символах для этого листа и ifName. Определение механизмов
        выходит за рамки этого документа.";
      reference
        "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifName";
    }

    leaf type {
      type identityref {
        base interface-type;
      }
      mandatory true;
      description
        "Тип интерфейса.";
      reference
        "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifType";
    }
  }

  leaf admin-status {
    if-feature if-mib;
    type enumeration {
      enum up {
        value 1;
        description
          "Готов пропускать пакеты.";
      }
      enum down {
        value 2;
        description
          "Не готов пропускать пакеты и не находится в режиме теста.";
      }
      enum testing {
        value 3;
        description
          "Находится в режиме тестирования.";
      }
    }
  }
}
```



```

    }
    mandatory true;
    description
        "Желаемое состояние интерфейса.

        Этот лист имеет такую же семантику, как ifAdminStatus.";
    reference
        "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifAdminStatus";
}

leaf oper-status {
    type enumeration {
        enum up {
            value 1;
            description
                "Готов пропускать пакеты.";
        }
        enum down {
            value 2;
            description
                "Интерфейс не пропускает никаких пакетов.";
        }
        enum testing {
            value 3;
            description
                "В режиме тестирования. Не может пропускать рабочих
                пакетов.";
        }

        enum unknown {
            value 4;
            description
                "Состояние не может быть определено по каким-то причинам.";
        }
        enum dormant {
            value 5;
            description
                "Ожидание внешнего события.";
        }
        enum not-present {
            value 6;
            description
                "Отсутствует тот или иной (обычно аппаратный) компонент.";
        }

        enum lower-layer-down {
            value 7;
            description
                "Не работает вследствие состояния нижележащего интерфейса.";
        }
    }
    mandatory true;
    description
        "Текущее операционное состояние интерфейса.

        Этот лист имеет такую же семантику, как ifOperStatus.";
    reference
        "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifOperStatus";
}

leaf last-change {
    type yang:date-and-time;
    description
        "Время перехода интерфейса в текущее операционное состояние.
        Если текущее состояние началось до предыдущей реинициализации
        локальной подсистемы сетевого управления, этого узла не будет.";
    reference
        "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifLastChange";
}

leaf if-index {
    if-feature if-mib;
    type int32 {
        range "1..2147483647";
    }
    mandatory true;
    description
        "Значение ifIndex для ifEntry, представленной этим интерфейсом.";
    reference
        "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifIndex";
}

leaf phys-address {
    type yang:phys-address;
    description
        "Адрес интерфейса на его протокольном подуровне. Например,
```

```
для интерфейса 802.x этот объект обычно содержит MAC1-адрес
Зависящие от среды модули должны определять порядок битов
и байтов, а также формат значения для этого объекта. Для
интерфейсов, не имеющих такого адреса (например,
последовательная линия), этого узла не будет.";
reference
  "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifPhysAddress";
}

leaf-list higher-layer-if {
  type interface-state-ref;
  description
    "Список ссылок на интерфейсы, работающие поверх этого
    интерфейса.";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifStackTable";
}

leaf-list lower-layer-if {
  type interface-state-ref;
  description
    "Список ссылок на интерфейсы под этим интерфейсом.";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifStackTable";
}

leaf speed {
  type yang:gauge64;
  units "bits/second";
  description
    "Оценка текущей пропускной способности интерфейса в бит/с.
    Для интерфейсов, не меняющих пропускной способности или
    не позволяющих точно оценить ее, в этом узле следует
    указывать номинальную пропускную способность. Для
    интерфейсов, не использующих концепцию пропускной
    способности, этот узел не присутствует.";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifSpeed, ifHighSpeed";
}

container statistics {
  description
    "Набор связанных с интерфейсом объектов статистики.";

  leaf discontinuity-time {
    type yang:date-and-time;
    mandatory true;
    description
      "Время последнего события, когда один или несколько
      счетчиков интерфейса подверглись разрыву. Если таких
      событий не было с момента последней реинициализации
      локальной подсистемы управления, указывается время с
      момента этой реинициализации.";
  }

  leaf in-octets {
    type yang:counter64;
    description
      "Общее число октетов, принятых на интерфейсе с учетом
      символов кадрирования.

      Разрыв значения этого счетчика может происходить при
      реинициализации системы управления или иных событиях
      указанных временем 'discontinuity-time'.";
    reference
      "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifHCInOctets";
  }

  leaf in-unicast-pkts {
    type yang:counter64;
    description
      "Число пакетов, доставленных этим подуровнем на
      вышележащий (под)уровень, которые не были направлены по
      широковещательному или групповому адресу этого подуровня.

      Разрыв значения этого счетчика может происходить при
      реинициализации системы управления или иных событиях
      указанных временем 'discontinuity-time'.";
    reference
      "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifHCInUcastPkts";
  }

  leaf in-broadcast-pkts {
    type yang:counter64;
```

<sup>1</sup>Media Access Control - управление доступом к среде передачи.

```

description
  "Число пакетов, доставленных этим подуровнем на
  вышележащий (под)уровень, которые были направлены по
  широковещательному адресу этого подуровня.
  Разрыв значения этого счетчика может происходить при
  реинициализации системы управления или иных событиях
  указанных временем 'discontinuity-time'. ";
reference
  "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifHCInBroadcastPkts";
}
leaf in-multicast-pkts {
  type yang:counter64;
  description
    "Число пакетов, доставленных этим подуровнем на
    вышележащий (под)уровень, которые были направлены по
    групповому адресу этого подуровня. Для протокола
    уровня MAC учитываются групповые (Group) и
    функциональные (Functional) адреса.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB -
      ifHCInMulticastPkts";
}
leaf in-discards {
  type yang:counter32;
  description
    "Число входящих пакетов, которые несмотря на отсутствие
    ошибок были выбраны для отбрасывания с целью предотвратить
    их доставку протоколу вышележащего уровня. Одной из
    возможных причин отбрасывания является освобождение буферов.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifInDiscards";
}
leaf in-errors {
  type yang:counter32;
  description
    "Для ориентированных на пакеты интерфейсов - число входящих
    пакетов с ошибками, препятствующими передаче протоколу
    вышележащего уровня. Для ориентированных на символы
    интерфейсов и интерфейсов с фиксированным размером блоков -
    число входящих блоков передачи с ошибками, препятствующими
    доставке протоколу вышележащего уровня.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifInErrors";
}
leaf in-unknown-protos {
  type yang:counter32;
  description
    "Для ориентированных на пакеты интерфейсов - число принятых
    через интерфейс пакетов, которые были отброшены по причине
    неизвестного или не поддерживаемого протокола. Для символично-
    ориентированных интерфейсов и интерфейсов с фиксированным
    размером блока и поддержкой мультиплексирования протоколов -
    число принятых через интерфейс блоков передачи, которые были
    отброшены по причине неизвестного или не поддерживаемого
    протокола. Для интерфейсов, не поддерживающих
    мультиплексирование протоколов, этот счетчик не присутствует.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
  reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifInUnknownProtos";
}
leaf out-octets {
  type yang:counter64;
  description
    "Общее число переданных интерфейсом октетов, включая символы
    кадрирования.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при

```

```
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
    reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifHCOutOctets";
}

leaf out-unicast-pkts {
    type yang:counter64;
    description
    "Общее число пакетов, для которых протокол вышележащего
    уровня запросил передачу по адресу, не являющемуся
    широковещательным или групповым адресам для этого
    подуровня, включая отброшенные и не переданные пакеты.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
    reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifHCOutUcastPkts";
}

leaf out-broadcast-pkts {
    type yang:counter64;
    description
    "Общее число пакетов, для которых протокол вышележащего
    уровня запросил передачу, направленных по
    широковещательным адресам для этого подуровня,
    включая отброшенные и не переданные пакеты.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
    reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB -
    ifHCOutBroadcastPkts";
}

leaf out-multicast-pkts {
    type yang:counter64;
    description
    "Общее число пакетов, для которых протокол вышележащего
    уровня запросил передачу, направленных по
    групповым адресам для этого подуровня, включая
    отброшенные и не переданные пакеты. Для протокола уровня
    MAC это включает групповые и функциональные адреса.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
    reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB -
    ifHCOutMulticastPkts";
}

leaf out-discards {
    type yang:counter32;
    description
    "Число исходящих пакетов, которые были выбраны для
    отбрасывания, несмотря на отсутствие препятствующих
    передаче ошибок. Возможной причиной такого отбрасывания
    является освобождение буферного пространства.

    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
    reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifOutDiscards";
}

leaf out-errors {
    type yang:counter32;
    description
    "Для пакетно-ориентированных интерфейсов - число исходящих
    пакетов, которые не были переданы по причине ошибок. Для
    символьных интерфейсов и интерфейсов с постоянным размером
    блока - число блоков, не переданных из-за ошибок.
    Разрыв значения этого счетчика может происходить при
    реинициализации системы управления или иных событиях
    указанных временем 'discontinuity-time'. ";
    reference
    "RFC 2863: The Interfaces Group MIB - ifOutErrors";
}
}
}
}
```

&lt;CODE ENDS&gt;

## 6. Взаимодействие с IANA

Этот документ регистрирует URI в реестре «IETF XML Registry» [RFC3688]. В соответствии с форматом RFC 3688 выполнена приведенная ниже регистрация.

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

Документ регистрирует модуль YANG в реестре «YANG Module Names» [RFC6020].

```
name: ietf-interfaces
namespace: urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-interfaces
prefix: if
reference: RFC 7223
```

## 7. Вопросы безопасности

Определенный в этом документе модуль YANG предназначен для доступа по протоколу NETCONF [RFC6241]. Нижним уровнем NETCONF является защищенный транспорт с обязательной поддержкой SSH [RFC6242]. Модель управления доступом NETCONF [RFC6536] обеспечивает способы ограничения доступа отдельным пользователям NETCONF заданным подмножеством всех доступных операций и содержимого NETCONF.

В модуле YANG имеется множество узлов данных, доступных для чтения, создания и удаления (например, с принятым по умолчанию `config true`). Эти узлы могут быть конфиденциальными или уязвимыми в некоторых сетевых средах. Операции записи (например, `<edit-config>`) в эти узлы без подобающей защиты могут оказывать негативное влияние на работу сети. Ниже перечислены субдеревья и узлы данных с указанием уязвимости.

### `/interfaces/interface`

Этот список указывает настроенные в устройстве интерфейсы. Несанкционированный доступ к списку может вынуждать устройство игнорировать пакеты, которые оно должно принимать и обрабатывать.

### `/interfaces/interface/enabled`

Этот лист управляет включением и выключением интерфейса. Несанкционированный доступ к списку может вынуждать устройство игнорировать пакеты, которые оно должно принимать и обрабатывать.

## 8. Благодарности

Автор благодарит Alexander Clemm, Per Hedeland, Ladislav Lhotka, Juergen Schoenwaelder за полезные замечания.

## 9. Литература

### 9.1. Нормативные документы

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

[RFC2863] McCloghrie, K. and F. Kastenholz, "The Interfaces Group MIB", RFC 2863, June 2000.

[RFC3688] Mealling, M., "The IETF XML Registry", BCP 81, [RFC 3688](#), January 2004.

[RFC6020] Bjorklund, M., "YANG - A Data Modeling Language for the Network Configuration Protocol (NETCONF)", [RFC 6020](#)<sup>1</sup>, October 2010.

[RFC6991] Schoenwaelder, J., "Common YANG Data Types", [RFC 6991](#), July 2013.

### 9.2. Дополнительная литература

[RFC6241] Enns, R., Bjorklund, M., Schoenwaelder, J., and A. Bierman, "Network Configuration Protocol (NETCONF)", [RFC 6241](#), June 2011.

[RFC6242] Wasserman, M., "Using the NETCONF Protocol over Secure Shell (SSH)", [RFC 6242](#), June 2011.

[RFC6536] Bierman, A. and M. Bjorklund, "Network Configuration Protocol (NETCONF) Access Control Model", [RFC 6536](#)<sup>2</sup>, March 2012.

[RFC7224] Bjorklund, M., "IANA Interface Type YANG Module", [RFC 7224](#), May 2014.

## Приложение A. Пример модуля для интерфейса Ethernet

В этом приложении приведен простой пример определения модуля для интерфейса Ethernet, демонстрирующий условное добавление зависимых от среды конфигурационных параметров в список базовых интерфейсов. Показано также условное добавление параметров рабочего состояния. Пример на является законченным модулем для Ethernet.

```
module ex-ethernet {
  namespace "http://example.com/ethernet";
  prefix "eth";

  import ietf-interfaces {
    prefix if;
  }
  import iana-if-type {
    prefix ianaift;
  }
}
```

<sup>1</sup>В [RFC 7950](#) определена новая версия языка моделирования YANG, не отменяющая данную. *Прим. перев.*

<sup>2</sup>Этот документ заменен [RFC 8341](#). *Прим. перев.*

```
// Конфигурационные параметры для интерфейсов Ethernet
augment "/if:interfaces/if:interface" {
    when "if:type = 'ianaift:ethernetCsmacd'";

    container ethernet {
        choice transmission-params {
            case auto {
                leaf auto-negotiate {
                    type empty;
                }
            }
            case manual {
                leaf duplex {
                    type enumeration {
                        enum "half";
                        enum "full";
                    }
                }

                leaf speed {
                    type enumeration {
                        enum "10Mb";
                        enum "100Mb";
                        enum "1Gb";
                        enum "10Gb";
                    }
                }
            }
        }
    }
    // Другие параметры, относящиеся к Ethernet ...
}

// Параметры рабочего состояния для интерфейсов Ethernet
augment "/if:interfaces-state/if:interface" {
    when "if:type = 'ianaift:ethernetCsmacd'";

    container ethernet {
        leaf duplex {
            type enumeration {
                enum "half";
                enum "full";
            }
        }
    }
    // Другие параметры, относящиеся к Ethernet ...
}
}
```

## Приложение В. Пример модуля для связки интерфейсов Ethernet

В этом приложении представлен пример определения уровней интерфейсов. Определен интерфейс связки Ethernet, объединяющей несколько интерфейсов Ethernet в один логический интерфейс.

```
module ex-ethernet-bonding {
    namespace "http://example.com/ethernet-bonding";
    prefix "bond";

    import ietf-interfaces {
        prefix if;
    }
    import iana-if-type {
        prefix ianaift;
    }

    augment "/if:interfaces/if:interface" {
        when "if:type = 'ianaift:ieee8023adLag'";

        leaf-list slave-if {
            type if:interface-ref;
            must "/if:interfaces/if:interface[if:name = current()]"
                + "/if:type = 'ianaift:ethernetCsmacd'" {
                description
                    "Ведомый (slave) интерфейс должен иметь тип 'ethernetCsmacd'.";
            }
        }
    }
    leaf bonding-mode {
        type enumeration {
            enum round-robin;
            enum active-backup;
            enum broadcast;
        }
    }
    // Другие параметры конфигурации связки, время восстановления и пр.
}
}
```

**Приложение С. Пример модуля для интерфейса VLAN**

В этом приложении представлен пример определения интерфейса VLAN.

```

module ex-vlan {
  namespace "http://example.com/vlan";
  prefix "vlan";

  import ietf-interfaces {
    prefix if;
  }
  import iana-if-type {
    prefix ianaift;
  }

  augment "/if:interfaces/if:interface" {
    when "if:type = 'ianaift:ethernetCsmacd' or
         if:type = 'ianaift:ieee8023adLag'";
    leaf vlan-tagging {
      type boolean;
      default false;
    }
  }

  augment "/if:interfaces/if:interface" {
    when "if:type = 'ianaift:l2vlan'";

    leaf base-interface {
      type if:interface-ref;
      must "/if:interfaces/if:interface[if:name = current()]"
        + "/vlan:vlan-tagging = 'true'" {
        description
          "На базовом интерфейсе должны быть разрешены теги VLAN.";
      }
    }
  }
  leaf vlan-id {
    type uint16 {
      range "1..4094";
    }
    must "../base-interface" {
      description
        "При определении vlan-id должен быть указан базовый интерфейс.";
    }
  }
}

```

**Приложение D. Пример отклика NETCONF <get>**

В этом приложении дан пример отклика на запрос NETCONF <get> для устройства, реализующего приведенный выше пример модели данных.

```

<rpc-reply
  xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:netconf:base:1.0"
  message-id="101">
  <data>

  <interfaces
    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-interfaces"
    xmlns:ianaift="urn:ietf:params:xml:ns:yang:iana-if-type"
    xmlns:vlan="http://example.com/vlan">

    <interface>
      <name>eth0</name>
      <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
      <enabled>>false</enabled>
    </interface>

    <interface>
      <name>eth1</name>
      <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
      <enabled>>true</enabled>
      <vlan:vlan-tagging>true</vlan:vlan-tagging>
    </interface>

    <interface>
      <name>eth1.10</name>
      <type>ianaift:l2vlan</type>
      <enabled>>true</enabled>
      <vlan:base-interface>eth1</vlan:base-interface>
      <vlan:vlan-id>10</vlan:vlan-id>
    </interface>

    <interface>
      <name>lo1</name>
      <type>ianaift:softwareLoopback</type>
      <enabled>>true</enabled>

```

```
</interface>

</interfaces>

<interfaces-state
  xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:yang:ietf-interfaces"
  xmlns:ianaift="urn:ietf:params:xml:ns:yang:iana-if-type">

  <interface>
    <name>eth0</name>
    <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
    <admin-status>down</admin-status>
    <oper-status>down</oper-status>
    <if-index>2</if-index>
    <phys-address>00:01:02:03:04:05</phys-address>
    <statistics>
      <discontinuity-time>
        2013-04-01T03:00:00+00:00
      </discontinuity-time>
      <!-- Здесь показаны счетчики -->
    </statistics>
  </interface>

  <interface>
    <name>eth1</name>
    <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
    <admin-status>up</admin-status>
    <oper-status>up</oper-status>
    <if-index>7</if-index>
    <phys-address>00:01:02:03:04:06</phys-address>
    <higher-layer-if>eth1.10</higher-layer-if>
    <statistics>
      <discontinuity-time>
        2013-04-01T03:00:00+00:00
      </discontinuity-time>
      <!-- Здесь показаны счетчики -->
    </statistics>
  </interface>

  <interface>
    <name>eth1.10</name>
    <type>ianaift:l2vlan</type>
    <admin-status>up</admin-status>
    <oper-status>up</oper-status>
    <if-index>9</if-index>
    <lower-layer-if>eth1</lower-layer-if>
    <statistics>
      <discontinuity-time>
        2013-04-01T03:00:00+00:00
      </discontinuity-time>
      <!-- Здесь показаны счетчики -->
    </statistics>
  </interface>

  <!-- Этот интерфейс не настроен -->
  <interface>
    <name>eth2</name>
    <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
    <admin-status>down</admin-status>
    <oper-status>down</oper-status>
    <if-index>8</if-index>
    <phys-address>00:01:02:03:04:07</phys-address>
    <statistics>
      <discontinuity-time>
        2013-04-01T03:00:00+00:00
      </discontinuity-time>
      <!-- Здесь показаны счетчики -->
    </statistics>
  </interface>

  <interface>
    <name>lo1</name>
    <type>ianaift:softwareLoopback</type>
    <admin-status>up</admin-status>
    <oper-status>up</oper-status>
    <if-index>1</if-index>
    <statistics>
      <discontinuity-time>
        2013-04-01T03:00:00+00:00
      </discontinuity-time>
      <!-- Здесь показаны счетчики -->
    </statistics>
  </interface>

</interfaces-state>
</data>
```



## Приложение E. Примеры схем именования интерфейсов

В этом приложении приведены примеры стратегии развертывания.

В примерах используется модель данных ex-vlan (Приложение C) для показа настройки управляемых пользователем интерфейсов.

### E.1. Маршрутизатор с ограничениями для имен интерфейсов

В этом примере маршрутизатор имеет 4 линейных платы с восемью портами на каждой. Гнезда для плат имеют физические номера от 0 до 3, а порты на каждой плате - от 0 до 7. Каждая плата имеет порты Fast Ethernet или Gigabit Ethernet.

Обусловленными устройством именами физических интерфейсов будут fastethernet-N/M или gigabitethernet-N/M.

Имена интерфейсов VLAN ограничены формой <physical-interface-name>.<subinterface-number>.

Предполагается, что схема именования известна оператору. Реализация автоматически инициализирует значение type в соответствии с именем интерфейса.

Сервер NETCONF не анонсирует возможность arbitrary-names в сообщении <hello>.

Оператор может настроить физический интерфейс, передавая команду <edit-config>, содержащую

```
<interface nc:operation="create">
  <name>fastethernet-1/0</name>
</interface>
```

При получении сервером такого запроса он будет устанавливать для листа type значение ianaift:ethernetCsmacd. Если клиент передаст команду <get-config> после приведенной выше команды <edit-config>, он получит

```
<interface>
  <name>fastethernet-1/0</name>
  <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
</interface>
```

Клиент может настроить интерфейс VLAN с помощью команды <edit-config>, содержащей

```
<interface nc:operation="create">
  <name>fastethernet-1/0.10005</name>
  <type>ianaift:l2vlan</type>
  <vlan:base-interface>fastethernet-1/0</vlan:base-interface>
  <vlan:vlan-id>5</vlan:vlan-id>
</interface>
```

Если клиент попытается изменить тип физического интерфейса командой <edit-config>, содержащей

```
<interface nc:operation="merge">
  <name>fastethernet-1/0</name>
  <type>ianaift:tunnel</type>
</interface>
```

сервер вернет ошибку invalid-value, поскольку новый тип не соответствует имени.

### E.2. Маршрутизатор с произвольными именами интерфейсов

В этом примере маршрутизатор имеет 4 линейных платы с восемью портами на каждой. Гнезда для плат имеют физические номера от 0 до 3, а порты на каждой плате - от 0 до 7. Каждая плата имеет порты Fast Ethernet или Gigabit Ethernet.

Обусловленными устройством именами физических интерфейсов будут fastethernet-N/M или gigabitethernet-N/M.

Реализация не ограничивает управляемые пользователем имена. Это позволяет оператору более гибко применять конфигурации к разным интерфейсам. Однако это несколько усложняет отображение имен интерфейсов, найденных в других протоколах, на записи в конфигурации.

Сервер NETCONF анонсирует возможность arbitrary-names в сообщении <hello>.

Физические интерфейсы настраиваются в соответствии с приложением E.1.

Оператор может настроить интерфейс VLAN с помощью команды <edit-config>, содержащей

```
<interface nc:operation="create">
  <name>acme-interface</name>
  <type>ianaift:l2vlan</type>
  <vlan:base-interface>fastethernet-1/0</vlan:base-interface>
  <vlan:vlan-id>5</vlan:vlan-id>
</interface>
```

При необходимости оператор может перенести конфигурацию с именем acme-interface на другой физический интерфейс с помощью команды <edit-config>, содержащей

```
<interface nc:operation="merge">
  <name>acme-interface</name>
  <vlan:base-interface>fastethernet-1/1</vlan:base-interface>
</interface>
```

### E.3. Коммутатор Ethernet с ограничениями для имен интерфейсов

В этом примере коммутатор Ethernet имеет множество портов, каждый из которых указывается простым номером.

Зависящие от устройства имена физических интерфейсов являются номерами, соответствующими номерам физических портов.

Оператор может настроить физический интерфейс с помощью команды `<edit-config>`, содержащей

```
<interface nc:operation="create">
  <name>6</name>
</interface>
```

Когда сервер получает такой запрос, он устанавливает для листа `type` значение `ianaift:ethernetCsmacd`. Если клиент выполнит команду `<get-config>` после показанной выше команды `<edit-config>`, он получит

```
<interface>
  <name>6</name>
  <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
</interface>
```

## Е.4. Типовой хост с ограничениями для имен интерфейсов

В этом примере обычный хост имеет интерфейсы, именуемые ядром. Система идентифицирует физические интерфейсы по именам, назначенным операционной системой.

Имена интерфейсов VLAN ограничены формой `<physical-interface-name>:<vlan-number>`.

Сервер NETCONF не анонсирует возможность `arbitrary-names` в сообщении `<hello>`.

Оператор может настроить интерфейс с помощью команды `<edit-config>`, содержащей

```
<interface nc:operation="create">
  <name>eth8</name>
</interface>
```

Когда сервер получает такой запрос, он устанавливает для листа `type` значение `ianaift:ethernetCsmacd`. Если клиент выполнит команду `<get-config>` после показанной выше команды `<edit-config>`, он получит

```
<interface>
  <name>eth8</name>
  <type>ianaift:ethernetCsmacd</type>
</interface>
```

Клиент может настроить интерфейс VLAN с помощью команды `<edit-config>`, содержащей

```
<interface nc:operation="create">
  <name>eth8:5</name>
  <type>ianaift:l2vlan</type>
  <vlan:base-interface>eth8</vlan:base-interface>
  <vlan:vlan-id>5</vlan:vlan-id>
</interface>
```

## Е.5. Типовой хост с произвольными именами интерфейсов

В этом примере обычный хост имеет интерфейсы, именуемые ядром. Система идентифицирует физические интерфейсы по именам, назначенным операционной системой.

Реализация не ограничивает управляемые пользователем имена. Это позволяет оператору более гибко применять конфигурации к разным интерфейсам. Однако это несколько усложняет отображение имен интерфейсов, найденных в других протоколах, на записи в конфигурации.

Сервер NETCONF анонсирует возможность `arbitrary-names` в сообщении `<hello>`.

Физические интерфейсы настраиваются как в приложении Е.4.

Оператор может настроить интерфейс VLAN с помощью команды `<edit-config>`, содержащей

```
<interface nc:operation="create">
  <name>acme-interface</name>
  <type>ianaift:l2vlan</type>
  <vlan:base-interface>eth8</vlan:base-interface>
  <vlan:vlan-id>5</vlan:vlan-id>
</interface>
```

При необходимости оператор может перенести конфигурацию с именем `acme-interface` на другой физический интерфейс с помощью команды `<edit-config>`, содержащей

```
<interface nc:operation="merge">
  <name>acme-interface</name>
  <vlan:base-interface>eth3</vlan:base-interface>
</interface>
```

### Адрес автора

Martin Bjorklund

Tail-f Systems

E-Mail: [mbj@tail-f.com](mailto:mbj@tail-f.com)

### Перевод на русский язык

Николай Малых

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