sFlow.org
http://www.sFlow.org/
info@sflow.org

Peter Phaal
InMon Corp.

Marc Lavine
Foundry Networks

July 2004

**sFlow Version 5**

**Протокол sFlow версии 5**



**Тезисы**

Этот документ определяет систему sFlow от sFlow.org, которая обеспечивает технологию мониторинга трафика в сетях передачи данных с коммутаторами и маршрутизаторами. В частности, определяются механизмы выборки трафика, реализованные в агентах sFlow, база sFlow MIB для настройки таких агентов и формат дейтаграмм sFlow для передачи данных измерения от агентов к коллектору sFlow.

# Оглавление



## *1. Обзор*

sFlow является технологией мониторинга трафика в сетях, содержащих коммутаторы и маршрутизаторы.

Система мониторинга sFlow включает агенты (sFlow Agent - встроенный в коммутатор/маршрутизатор или автономный датчик) и центральный сборщик данных sFlow Collector. Архитектура и методы выборки sFlow разработаны для непрерывного мониторинга трафика в масштабе сайта (и предприятия) высокоскоростных сетей с коммутацией и маршрутизацией. В частности, было уделено специальное внимание:

- точности мониторинга при гигабитных и более высоких скоростях;
- расширяемости системы до десятков тысяч агентов на один коллектор sFlow;
- обеспечения максимально низкой стоимости реализации агентов sFlow.

Агент sFlow использует технологию выборки для сбора статистики трафика с обслуживаемого агентом устройства. Для незамедлительной пересылки собранных данных для анализа в коллекторе sFlow используются специальные дейтаграммы sFlow.

В документе описаны механизмы отбора, применяемые агентами sFlow, база SFLOW MIB, используемая коллектором для управления агентами, а также формат дейтаграмм sFlow, служащих для передачи данных коллектору.

В документе описан протокол sFlow версии 5, который служит заменой sFlow версии 4, описанному в RFC 3176 [1]. Различия между версиями протокола перечислены в Приложении A.

# 2. Терминология и архитектура

В этом разделе определены элементы системы sFlow.

## 2.1 Термины

Ниже приведены определения основных терминов, используемых при описании архитектуры sFlow.

***Network Device - сетевое устройство***

Элемент сетевого оборудования, пересылающий пакеты данных (например, коммутатор или маршрутизатор).

***Data Source - источник данных***

Источник данных указывает место в сетевом устройстве, где можно выполнить измерения трафика. Источниками данных могут служить интерфейсы, элементы сетевого устройства (например, системная магистраль или VLAN). Каждый источник данных имеет доступ к подмножеству трафика, проходящего через устройство.

Тип и число источников данных, которые нужны для полного мониторинга устройства, зависят от внутренней архитектуры устройства. Обычно источник данных определяется на каждом физическом интерфейсе устройства, поскольку это позволяет наблюдать каждый пакет, проходящий через устройство.

***Packet Flow - поток пакетов***

Поток пакетов определяется как путь или траектория прохождения пакетов через сетевое устройство (т. е. путь от приёма пакетов на одном интерфейсе через принятие решения о коммутации или маршрутизации до передачи через выходной интерфейс). При этом входной и выходной интерфейс могут совпадать, а для групповых и широковещательных пакетов используется множество выходных интерфейсов.

***Packet Flow Sampling - выборка из потока пакетов***

Выборка из потока пакетов означает произвольный (случайный) отбор части потока, наблюдаемой в источнике данных.

***Sampling Rate - период выборки***

Период выборки определяется отношением числа пакетов, наблюдаемых в источнике данных, к числу отобранных. Например, при периоде 100 будет выбираться в среднем 1 пакет из 100 наблюдаемых.

***Packet Flow Record - запись для потока пакетов***

Запись для потока пакетов описывает атрибуты потока. В записи имеется два типа информации:

1. информация о самом пакете (обычно заголовок, размер и инкапсуляция);
2. информация о пути пакета через устройство, включая данные, относящиеся к выбору пути пересылки.

***Counter Sampling - выборка счётчика***

Периодическая выборка или опрос счётчиков, связанных с источником данных.

***Sampling Interval - интервал выборки***

Интервал времени между последовательными выборками счётчика.

***Counter Record - запись для счётчика***

Запись, содержащая значения счётчика, связанные с источником данных в конце интервала выборки.

***sFlow Instance - экземпляр sFlow***

Экземпляр sFlow - это измерительный процесс, связанный с источником данных. В одном источнике данных может присутствовать множество экземпляров sFlow.

Каждый экземпляр sFlow работает независимо от других экземпляров sFlow, например, экземпляры выборки из потоков отбирают данные со своими периодами, а экземпляры выборки счётчиков - со своими интервалами.

***sFlow Agent - агент sFlow***

Агент sFlow обеспечивает интерфейс для настройки экземпляров sFlow на устройстве. Агент может поддерживать настройку из командной строки и/или с помощью протокола SNMP.

Агент также отвечает за поддержку сеансов измерения с коллекторами sFlow. Он собирает данные в дейтаграммы sFlow для передачи коллекторам. По завершении сессии агент sFlow освобождает ресурсы.

***sFlow Sub-Agent - субагент sFlow***

При реализации sFlow на устройствах с распределенной архитектурой может оказаться желательным распределение функциональности агентов sFlow. Каждый субагент sFlow отвечает за определённое подмножество источников данных.

***sFlow Collector - коллектор sFlow***

Коллектор sFlow получает дейтаграммы sFlow от одного или множества агентов sFlow. Коллектор может также настраивать экземпляры sFlow с использованием механизмов, предоставляемых агентами sFlow.

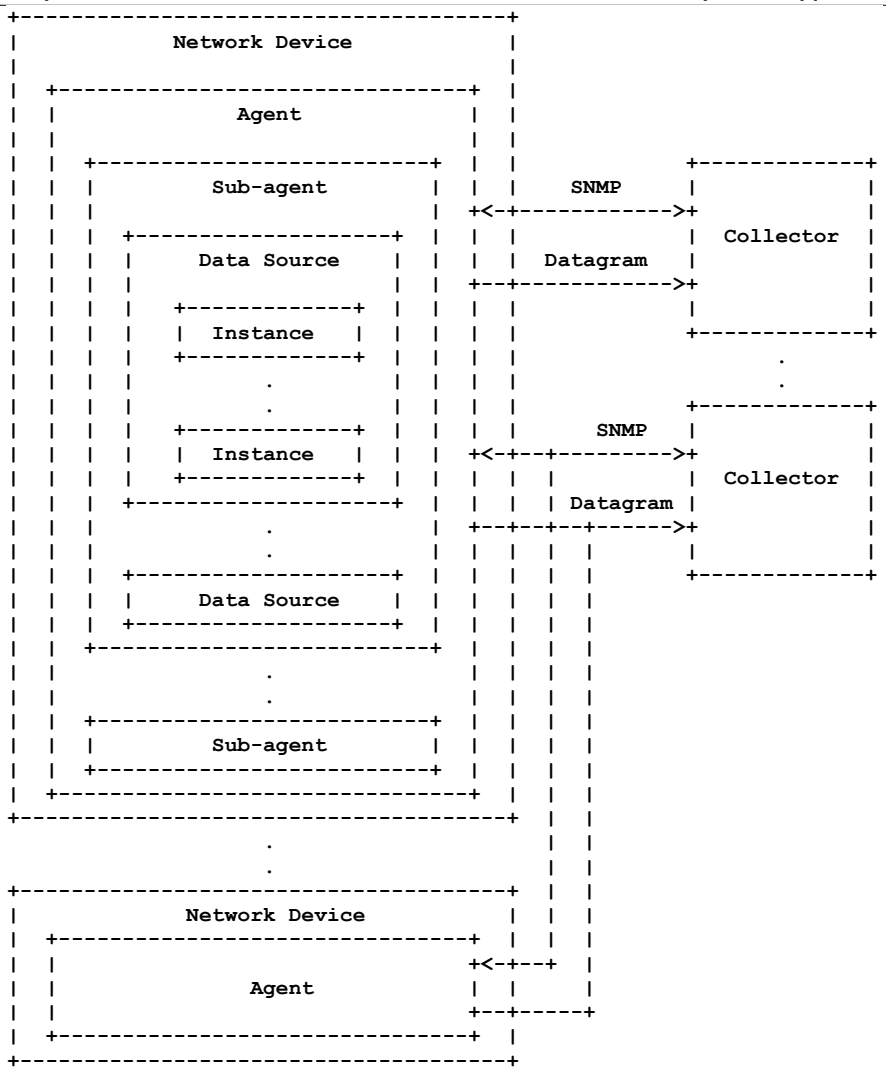
***sFlow Datagram - дейтаграмма sFlow***

Дейтаграмм sFlow представляет собой дейтаграмму UDP, содержащую результаты измерения вместе с информацией об источнике и измерительном процессе. Формат дейтаграмм sFlow определён в этом документе.

## 2.2 Эталонная модель sFlow

Связи между различными элементами системы sFlow показаны на рисунке.

Коллектор sFlow использует протокол SNMP для взаимодействия с агентом sFlow, чтобы настроить мониторинг sFlow на сетевом устройстве. База sFlow MIB описывает управляемые объекты, требуемые для настройки агента sFlow. Выборки счётчиков и потоков выполняются экземплярами sFlow, связанными с отдельными источниками данных в агенте sFlow. Для выполнения выборки из потока пакетов на экземпляре sFlow задаётся период выборки (Sampling Rate). Процесс выборки из потока пакетов приводит к генерации записей Packet Flow Record. Для выборки счётчика на экземпляре sFlow задаётся интервал выборки (Sampling Interval). Агент sFlow собирает записи для счётчиков и потоков, а затем передаёт их в дейтаграммах sFlow коллекторам sFlow.




# 3. Механизмы отбора

Агенты sFlow используют две формы выборки - статистическая выборка из коммутируемых или маршрутизируемых потоков пакетов и выборка значений счётчиков по времени.

## 3.1 Выборка из потока пакетов

Механизм выборки из потока, выполняемой каждым экземпляром sFlow, должен обеспечивать равную вероятность отбора любого наблюдаемого в источнике данных пакета, независимо от потоков, к которым пакет относится.

Выборка пакетов из потока выполняется в процессе их обработки. При поступлении пакета на интерфейс сетевое устройство применяет фильтры, что может приводить к отбрасыванию некоторых пакетов. Если пакет не отбрасывается, для него выбирается выходной интерфейс с помощью функции коммутации или маршрутизации. В этот момент принимается и решение о выборке. Механизм отбора пакетов включает счётчик, значение которого декрементируется с каждым пакетом, и при достижении нулевого значения происходит выборка пакета. Значение счётчика Total_Packets инкрементируется независимо от того, был ли пакет отобран, т. е. Total_Packets учитывает все пакеты, которые могли быть отобраны.

Выборка пакета включает копирование его заголовка или извлечение информации из пакета. Различные формы выборки рассмотрены в описании дейтаграмм sFlow.

При каждой выборке пакета значение счётчика Total_Samples инкрементируется, т. е. этот счётчик указывает общее число отобранных образцов. Выборки передаются экземпляром sFlow агенту sFlow для обработки. Выборка включает информацию о пакете, а также значения счётчиков Total_Packets и Total_Samples. Агент sFlow может использовать полученные образцы для получения дополнительной информации о прохождении пакета через устройство. Такая информация зависит от функций пересылки пакетов в устройстве. Примерами информации о прохождении пакета через устройство являются входной и выходной интерфейсы, исходная и целевая VLAN, подсеть следующего интервала (next hop), полный путь AS. Более подробно это рассмотрено в описании формата дейтаграмм sFlow.

При выполнении выборки значение счётчика пропускаемых до следующей выборки пакетов следует установить заново. Для этого счётчика следует устанавливать случайные целочисленные значения, которые обеспечат в среднем выполнение условия

```
Total_Packets/Total_Samples = Sampling Rate   (1)
```

Другим вариантом отбора образцов из потока пакетов является генерация для каждого пакета случайного числа, сравнение этого числа с заданным заранее пороговым значением и выборка пакета, если случайное число для него меньше заданного порога. Расчёт порогового значения зависит от характеристик генератора случайных чисел, однако результат должен удовлетворять уравнению (1).

Требования к генератору случайных чисел приведены в Приложении B.

## 3.2 Выборка счётчиков

Основной целью выборки значений счётчиков является эффективный периодический экспорт значений, связанных с источниками данных.

Обычно источник данных связывается с каждым интерфейсом устройства, который может служить входом или выходом для потока пакетов. Эти источники данных будут использоваться для экспорта значений счётчиков, относящихся к интерфейсам.

Для каждого экземпляра sFlow, связанного с интерфейсным источником данных, задаётся максимальный интервал выборки, но агент sFlow может указать свой интервал опроса для обеспечения максимальной эффективности.

Выборки из потока пакетов и счётчиков являются частями интегрированной системы. Оба типа образцов передаются в дейтаграммах sFlow. Поскольку выборки из потоков создают случайный, но устойчивый поток дейтаграмм sFlow, передаваемых коллектору, выборки счётчиков могут выполняться произвольно для заполнения этих дейтаграмм.

Одна из стратегий выборки счётчиков заключается в поддержке агентом sFlow списка опрашиваемых счётчиков. При генерации выборки из потока агент sFlow проверяет список и добавляет значения счётчиков в дейтаграмму выборки из потока, беря из списка счётчики, которые опрашивались наиболее давно. При этом в дейтаграмму добавляются лишь те счётчики, для которых отклонение от заданного интервалом (см. sFlowCpInterval[1] в SFLOW MIB) момента выборки невелико (скажем, 5 секунд). Всякий раз при добавлении счётчика в дейтаграмму выборки обновляется время выборки для этого счётчика и счётчик перемещается в конец очереди на опрос. Периодически (например, каждую секунду) агент sFlow просматривает список счётчиков и передаёт контроллеру значения всех счётчиков, для которых истекает интервал выборки.

Если агент sFlow выбирает регулярный опрос счётчиков, ему следует задать для каждого счётчика своё начало отсчёта времени (предпочтительно случайное), чтобы выборки счётчиков не происходили синхронно в рамках одного или множества агентов.

# *4. sFlow MIB*

База sFlow MIB обеспечивает стандартный механизм для удалённого управления и настройки агентов sFlow.

## 4.1 Схема управления SNMP

Модель управления SNMP в настоящее время включает пять основных компонент, перечисленных ниже.

- Общая архитектура, описанная в RFC 2571 [2].
- Механизмы именования и описания объектов и событий для целей управления. Первая версия структуры данных управления (SMI[2]) называется SMIv1 и описана в STD 16 RFC 1155 [3], STD 16 RFC 1212 [4] и RFC 1215 [5]. Вторая версия - SMIv2 описана в STD 58 RFC 2578 [6], STD 58 RFC 2579 [7] и STD 58 RFC 2580 [8].
- Протоколы сообщений для обмена данными управления. Первая версия протокола сообщений SNMP под названием SNMPv1 была описана в STD 15 RFC 1157 [9]. Вторая версия, которая не стала стандартом Internet, называется SNMPv2c и описана в RFC 1901 [10] и RFC 1906 [11]. Третья версия протокола называется SNMPv3 и описана в RFC 1906 [11], RFC 2572 [12] и RFC 2574 [13].
- Протокольные операции для доступа к данным управления. Первый набор протокольных операций и форматов связанных с ними PDU описан в STD 15 RFC 1157 [9]. Второй набор операций и форматов PDU описана в RFC 1905 [14].
- Набор базовых приложений описан в RFC 2573 [15], а механизмы контроля доступа на основе представлений - в RFC 2575 [16].

Дополнительную информацию о текущей модели сетевого управления SNMP можно найти в RFC 2570 [17].

Доступ к управляемым объектам осуществляется через виртуальное хранилище информации MIB[3]. Объекты в MIB определяются с использованием механизмов, заданных в SMI.

Этот документ задаёт модуль MIB, соответствующий SMIv2. Модуль MIB, соответствующий SMIv1, можно получить с помощью подходящей трансляции. Транслированный модуль MIB должен быть семантически эквивалентен, за исключениям случаев, когда объекты или событие пропускаются по причине невозможности трансляции (использование Counter64). Часть машиночитаемой информации SMIv2 будет при трансляции преобразована в текстовые описания SMIv1. Однако потеря машиночитаемой информации не считается изменением семантики MIB.

## 4.2 Структура модуля SFLOW MIB

MIB состоит из трёх групп объектов - группа получателей, группа выборки из потоков и группа опроса счётчиков.

### *4.2.1 Группа Receiver*

Группа получателей определяет набор объектов, используемых для поддержки сессии sFlow между агентом и коллектором sFlow.

Перед тем или иным изменением конфигурации коллектор sFlow должен сначала найти свободную строку в таблице получателей, а затем заявить её путём записи своей строки владельца и времени резервирования в эту пустую строку. Сессия будет автоматически завершаться по тайм-ауту с освобождением всех связанных с ней ресурсов, если запись не будет периодически обновляться коллектором. Периодически обновляя свою запись в таблице получателей, коллектор sFlow обеспечивает получение его адреса (обучение) всеми мостами на пути к агенту sFlow, что сводит к минимуму вероятность лавинной рассылки дейтаграмм sFlow мостами.

[1] В оригинале допущена ошибка. См. https://sflow.org/developers/errata.php. *Прим. перев.*
[2] Structure of Management Information.
[3] Management Information Base - база управляющей информации.

Записи не могут добавляться в таблицу получателей или удаляться из неё. Разработчикам агентов sFlow следует ограничивать число записей, чтобы число одновременных сессий sFlow не превысило возможностей устройства.

Получив строку в таблице получателей, коллектор sFlow задаёт адрес и порт, которые он будет использовать для приёма дейтаграмм sFlow. Для предотвращения фрагментации пакетов может быть установлен максимальный размер дейтаграмм sFlow.

### *4.2.2 Группа Flow Sampling*

Группа выборки из потоков определяет набор мест (источников данных) в устройстве, которые способны выполнять выборку из потока пакетов. Источники данных могут соответствовать интерфейсам, VLAN и другим элементам устройства. Набор источников данных, анонсируемый агентом sFlow, зависит от архитектуры устройства. Например, устройство может включать средства отбора пакетов, интегрированные в интерфейсные ASIC, и в этом случае будут анонсироваться источники данных для каждого интерфейса. Программный маршрутизатор может иметь просто один источник данных, связанный с модулем маршрутизации.

Каждый источник данных может быть способен поддерживать более одного независимого процесса выборки и тогда с ним будет связано множество экземпляров sFlow, каждый из которых может свой период выборки.

Даже если оборудование источника данных способно генерировать лишь один поток образцов пакетов, агент sFlow может использовать субвыборки для создания множества экземпляров sFlow на одном источнике данных. Предположим в качестве примера, два экземпляра sFlow, у одного из которых Sampling Rate составляет 512, а у другого - 1024. Оборудование можно настроить для выборки с периодом 512, а затем делать субвыборки на программном уровне с интервалом 1024. Привлекательным является использование периодов в виде степени 2, поскольку это позволяет задать на аппаратном уровне наименьшее значение Sampling Rate, а остальные скорости реализовать субвыборками на программном уровне.

Экземпляр выборки из потока может иметь минимальное разрешённое значение Sampling Rate. Установка консервативного значения, при котором агент sFlow никогда не будет перегружаться выборками из потока пакетов даже при худшей ситуации, не рекомендуется. Это приводило бы к слишком высоким минимальным значениям Sampling Rate, которые не отражали бы реальную картину трафика. Агент может реализовать автоматическое одностороннее снижение скорости отбора, которое запускается при генерации избыточного числа пакетов в секунду. При срабатывании триггера агент может удваивать значение Sampling Rate. При следующем превышении порога Sampling Rate удваивается ещё раз. Значение Sampling Rate будет быстро приходить к установившемуся уровню. После этого значение скорости отбора должно сохраняться без возврата к заданному изначально. Начальное значение может быть возвращено вручную с помощью командного интерфейса или sFlow MIB. Такая схема защищает от неудачного выбора Sampling Rate и неожиданных изменений при пиках трафика, но позволяет без опаски устанавливать низкие значения Sampling Rate, когда это приемлемо.

### *4.2.3 Группа Counter Polling*

Группа опроса счётчиков определяет места (источники данных) в устройстве, где можно получить показания счётчиков.

Обычно источниками данных служат интерфейсы устройства. Каждый источник данных может быть способен поддерживать более одного независимого процесса опроса. В таких случаях с источником данных будет связано множество экземпляров опроса счётчиков, каждый из которых может использовать свой интервал опроса.

## 4.3 Определения

```
SFLOW-MIB DEFINITIONS ::= BEGIN

IMPORTS

      MODULE-IDENTITY, OBJECT-TYPE, Integer32, enterprises
              FROM SNMPv2-SMI
      TEXTUAL-CONVENTION
              FROM SNMPv2-TC
      SnmpAdminString
              FROM SNMP-FRAMEWORK-MIB
      OwnerString
              FROM RMON-MIB
      InetAddressType, InetAddress
              FROM INET-ADDRESS-MIB
      MODULE-COMPLIANCE, OBJECT-GROUP
              FROM SNMPv2-CONF;

      sFlowMIB  MODULE-IDENTITY
        LAST-UPDATED "200309240000Z"   -- 24 сентября 2003 г.
        ORGANIZATION "sFlow.org"
        CONTACT-INFO
               "Peter Phaal
                sFlow.org
                http://www.sflow.org/

                Tel:  +1-415-283-3260
                Email: peter.phaal@sflow.org"
        DESCRIPTION
                "MIB для управления генерацией и транспортировкой записей sFlow."

        --
        -- История выпусков
        --

        REVISION    "200310180000Z"     -- 18 ноября 2003 г.
```

```
        DESCRIPTION
                "Версия 1.3 (вариант 5)

                 Разрешает устанавливать SflowReceiver, если это не меняет
                 значение."

        REVISION    "200309240000Z"     --  24 сентября 2003 г.
        DESCRIPTION
                "Версия 1.3 (вариант 4)

                 По умолчанию для sFlowRcvrAddress следует использовать
                 шестнадцатеричное значение 00000000, для sFlowCpReceiver - 0."

        REVISION    "200304080000Z"     --  8 апреля 2003 г.
        DESCRIPTION
                "Версия 1.3 (вариант 3)

                 Разъяснена семантика интервала опроса счётчиков sFlowCpInterval."

        REVISION    "200209170000Z"     -- 17 сентября 2002 г.
        DESCRIPTION
                "Версия 1.3 (вариант 2)

                 Добавлена поддержка множества сборщиков sFlow на sFlowDataSource.
                 Номер организации сменен на sflow.org. Разделены выборки из потока
                 и счётчиков, а также спецификация получателя в разные таблицы."

        REVISION    "200107310000Z"     -- 31 июля 2001 г.
        DESCRIPTION
                "Версия 1.2

                 Преобразование структуры MIB в соответствии с SMIv2."

        REVISION    "200105010000Z"      -- 1 мая 2001 г.
        DESCRIPTION
                 "Версия 1.1

                  Добавлена переменная sfDatagramVersion."

        ::= { enterprises sflow(14706) 1 }

    sFlowAgent OBJECT IDENTIFIER ::= { sFlowMIB 1 }

    SFlowDataSource ::= TEXTUAL-CONVENTION
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Указывает источник данных sFlow.

              Ниже перечислены определённые в настоящее время источники.

              - ifIndex.<I>
              SflowDataSource этой традиционной формы называются port-based.
              Идеальный элемент отбора будет делать выборки из всех потоков,
              начинающихся или завершающихся на заданном интерфейсе. Однако,
              если архитектура коммутатора разрешает лишь входную и выходную
              выборку, агент выборки сможет брать образцы лишь из входных или
              выходных потоков. Каждый пакет для выборки должен рассматриваться
              лишь однократно, независимо от числа портов, куда он пересылается.
              Примечание. Порт 0 служит для указания всех портов устройства
                 как одного источника данных. sFlowFsPacketSamplingRate
                 применяется ко всем портам устройства, способным отбирать пакеты.

              - smonVlanDataSource.<V>
              SFlowDataSource для этой формы указывает Packet-based VLAN и
              называется источником данных VLAN-based. <V> указывает идентификатор
              VLAN, соответствующий стандарту IEEE 802.1Q. Он может принимать
              значения от 1 до 4094, включительно и представляет 802.1Q
              VLAN-ID со значимостью в масштабе домена на базе мостов.
              Выборка выполняется для всех пакетов, относящихся к заданной
              VLAN (порт не имеет значения). Каждый пакет учитывается при
              выборке лишь один раз, независимо от числа выходных портов.

              - entPhysicalEntry.<N>
              SFlowDataSource для этой формы указывает на физический элемент
              в агенте (например, entPhysicalClass = backplane(4)) и называется
              источником данных entity-based. Выборка выполняется из всех
              пакетов, входящих в ресурс (например, при выборке из системной шины
              все пакеты, проходящие через магистраль, будут рассматриваться при
              отборе образцов, независимо от номеров портов).

              Примечание. Поскольку каждый источник функционирует независимо,
                 пакеты, проходящие через несколько источников, могут создавать
                 множество записей для потоков."
            SYNTAX      OBJECT IDENTIFIER

    SFlowInstance ::= TEXTUAL-CONVENTION
```

```
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "При наличии более одного отборщика проб sFlow для данного
               SFlowDataSource эти отдельные отборщики различаются значением
               SFlowInstance. Значения переменной берутся из диапазона от 1
               до n, где n - число отборщиков, связанный с источником данных.

               Примечание. Каждый экземпляр отборщика sFlow должен работать
                  независимо от всех других экземпляров. Установка атрибута
                  для одного экземпляра не должна менять поведение и
                  настройки других экземпляров."
            SYNTAX      Integer32 (1..65535)

      SFlowReceiver ::= TEXTUAL-CONVENTION
            STATUS       current
            DESCRIPTION
              "Указывает получателя sFlow, связанного с этим ресурсом.

               Нулевое значение говорит о доступности ресурса, отличные от 0
               значения должны соответствовать действительным sFlowRcvrIndex.

               Если в настоящий момент установлено значение 0, можно задать
               значение любой активной записи из sFlowRcvrTable. Для ненулевых
               значений будет возникать ошибка SNMP (bad value) при задании
               значения, отличного от 0 и текущего значения.

               Установка значения 0 освобождает ресурс и возвращает для записи
               принятые по умолчанию значения.

               Если срок действия записи в sFlowRcvrTable завершается в результате
               установки для sFlowRcvrOwner пустой строки или обнуления таймера
               sFlowRcvrTimeout, агент должен отметить все связанные с ней
               ресурсы как доступные (установив 0 в соответствующей записи
               SflowReceiver), а для записи должны быть установлены принятые
               по умолчанию значения.

               Этот механизм не включает принудительного выполнения и опирается
               на кооперацию элементов управления для разрешения конфликтов при
               доступе к ресурсам. Элементам управления не следует менять
               какие-либо ресурсы без предварительного их приобретения путём
               записи своего значения sFlowRcvrIndex в качестве SFlowReceiver."
            SYNTAX       Integer32

      sFlowVersion OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SnmpAdminString
            MAX-ACCESS  read-only
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Однозначно указывает версию и реализацию этого модуля MIB.
               Строка версии должна иметь структуру
                  <MIB Version>;<Organization>;<Software Revision>
               где
                  <MIB Version>  - должно быть 1.3, номер версии данного MIB.
                  <Organization> - название организации, ответственной за
                                   реализацию агента.
                  <Revision>     - выпуск данного агента.

               Например, строка '1.3;InMon Corp.;2.1.1' указывает, что агент
               реализует SFLOW MIB версии '1.2', разработанный 'InMon Corp.'
               с номером выпуска '2.1.1'.

               Версия MIB будет меняться в каждом новом выпуске SFLOW MIB.

               Элементы управления должны проверять версию MIB и не пытаться
               управлять агентами, с номером версии больше того, для которого
               модуль MIB был разработан.

               Примечание. Формат дейтаграмм sFlow использует свой номер версии,
                  который может меняться независимо от <MIB Version>. Версия MIB
                  относится лишь к структуре и семантике SFLOW MIB."
            DEFVAL { "1.3;;" }
            ::= { sFlowAgent 1 }

      sFlowAgentAddressType OBJECT-TYPE
            SYNTAX      InetAddressType
            MAX-ACCESS  read-only
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Тип адреса, связанного с агентом. Поддерживаются лишь ipv4 и ipv6."
            ::= { sFlowAgent 2 }

      sFlowAgentAddress OBJECT-TYPE
            SYNTAX      InetAddress
            MAX-ACCESS  read-only
            STATUS      current
            DESCRIPTION
```

```
            "IP-адрес, связанный с агентом. Для многодомных агентов следует
             указывать loopback-адрес агента. Адрес sFlowAgent должен
             обеспечивать SNMP-связность с агентом. Поле адреса следует сохранять
             при перенастройке, включении, отключении, добавлении и удалении
             интерфейсов. Менеджер должен иметь возможность использовать
             sFlowAgentAddress для однозначного указания агента в течение срока
             поддержки истории работы."
          ::= { sFlowAgent 3 }

--
-- Таблица получателей
--

sFlowRcvrTable OBJECT-TYPE
        SYNTAX      SEQUENCE OF SFlowRcvrEntry
        MAX-ACCESS  not-accessible
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Таблица получателей информации sFlow."
        ::= { sFlowAgent 4 }

sFlowRcvrEntry OBJECT-TYPE
        SYNTAX      SFlowRcvrEntry
        MAX-ACCESS  not-accessible
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Атрибуты получателя sFlow."
        INDEX { sFlowRcvrIndex }
        ::= { sFlowRcvrTable 1 }

SFlowRcvrEntry ::= SEQUENCE {
        sFlowRcvrIndex                  Integer32,
        sFlowRcvrOwner                  OwnerString,
        sFlowRcvrTimeout                Integer32,
        sFlowRcvrMaximumDatagramSize    Integer32,
        sFlowRcvrAddressType            InetAddressType,
        sFlowRcvrAddress                InetAddress,
        sFlowRcvrPort                   Integer32,
        sFlowRcvrDatagramVersion        Integer32
}

sFlowRcvrIndex OBJECT-TYPE
        SYNTAX      Integer32 (1..65535)
        MAX-ACCESS  not-accessible
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Индекс в таблице sFlowReceiverTable."
        ::= { sFlowRcvrEntry 1 }
sFlowRcvrOwner OBJECT-TYPE
        SYNTAX      OwnerString
        MAX-ACCESS  read-write
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Элемент, использующий эту запись sFlowRcvrTable. Пустая строка
           говорит, что элемент не заявлен. Элемент, желающий заявить
           запись sFlowRcvrTable, должен убедиться, что эта запись свободна.
           Запись заявляется установкой строки владельца. Запись должна быть
           заявлена до того, как могут быть внесены какие-либо изменения в
           другие объекты отборщика.

           Для предотвращения конфликтов объект, контролирующий отборщик,
           должен установить владельца и значения для sFlowRcvrTimeout
           в одном запросе SNMP.

           Когда элемент управления завершает использование отборщика, ему
           следует снова установить пустое значения для sFlowRcvrOwner.
           Агент должен восстановить для всех других элементов этой строки
           принятые по умолчанию значения при удалении владельца. Он также
           должен освободить все другие ресурсы, связанные с записью
           sFlowRcvrTable.

           Этот механизм не включает принудительного выполнения и опирается
           на кооперацию элементов управления для разрешения конфликтов при
           доступе к ресурсам. "
        DEFVAL { "" }
        ::= { sFlowRcvrEntry 2 }

sFlowRcvrTimeout OBJECT-TYPE
        SYNTAX      Integer32
        MAX-ACCESS  read-write
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Число секунд до освобождения отборщика и остановки выборки.
           При установленном значении владелец организует контроль времени.
           При считывании возвращается оставшееся время.
```

```
                Элемент управления, желающий контролировать отборщик, отвечает
                за установку нового значения до истечения прежнего.

                По завершении интервала агент отвечает за восстановление для всех
                других элементов принятых по умолчанию значений. Он должен также
                освободить все ресурсы, связанные с этой записью sFlowRcvrTable."
            DEFVAL { 0 }
            ::= { sFlowRcvrEntry 3 }

    sFlowRcvrMaximumDatagramSize OBJECT-TYPE
            SYNTAX      Integer32
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
                "Максимальное число байтов данных, которые могут быть переданы в
                 одной дейтаграмме выборки. Менеджеру следует установить значение,
                 предотвращающее фрагментирование дейтаграмм sFlow."
            DEFVAL { 1400 }
            ::= { sFlowRcvrEntry 4 }

    sFlowRcvrAddressType OBJECT-TYPE
            SYNTAX      InetAddressType
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Тип адреса sFlowRcvrCollectorAddress."
            DEFVAL { ipv4 }
            ::= { sFlowRcvrEntry 5 }

    sFlowRcvrAddress OBJECT-TYPE
            SYNTAX      InetAddress
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "IP-адрес коллектора sFlow.
               При установке 0.0.0.0 дейтаграммы sFlow не будут передаваться."
            DEFVAL { '00000000'h }  -- 0.0.0.0
            ::= { sFlowRcvrEntry 6 }
    sFlowRcvrPort OBJECT-TYPE
            SYNTAX      Integer32
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Порт получателя дейтаграмм sFlow."
            DEFVAL { 6343 }
            ::= { sFlowRcvrEntry 7 }

    sFlowRcvrDatagramVersion OBJECT-TYPE
            SYNTAX      Integer32
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Версия дейтаграмм sFlow, которые следует передавать.

               При передаче не поддерживаемого агентом значения агенту следует
               указать максимальный поддерживаемый номер (меньше предложенного)
               или вернуть ошибку SNMP bad value, если такого значения нет."
            DEFVAL { 5 }
            ::= { sFlowRcvrEntry 8 }

    --
    -- Таблица выборки из потоков
    --

    sFlowFsTable OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SEQUENCE OF SFlowFsEntry
            MAX-ACCESS  not-accessible
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Таблица отборщиков потока в устройстве."
            ::= { sFlowAgent 5 }

    sFlowFsEntry OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SFlowFsEntry
            MAX-ACCESS  not-accessible
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Атрибуты отборщика потоков."
            INDEX { sFlowFsDataSource, sFlowFsInstance }
            ::= { sFlowFsTable 1 }

    SFlowFsEntry ::= SEQUENCE {
            sFlowFsDataSource               SFlowDataSource,
            sFlowFsInstance                 SFlowInstance,
            sFlowFsReceiver                 SFlowReceiver,
            sFlowFsPacketSamplingRate       Integer32,
```

```
        sFlowFsMaximumHeaderSize        Integer32
    }

    sFlowFsDataSource OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SFlowDataSource
            MAX-ACCESS  not-accessible
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "sFlowDataSource для данного отборщика потоков."
            ::= { sFlowFsEntry 1 }

    sFlowFsInstance OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SFlowInstance
            MAX-ACCESS  not-accessible
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Экземпляр sFlow для этого отборщика потоков."
            ::= { sFlowFsEntry 2 }

    sFlowFsReceiver OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SFlowReceiver
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Получатель SFlowReceiver для этого отборщика потоков."
            DEFVAL { 0 }
            ::= { sFlowFsEntry 3 }

    sFlowFsPacketSamplingRate OBJECT-TYPE
            SYNTAX      Integer32
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Статистический период выборки для пакетов из этого источника.

               Значение N задаёт выборку 1/N пакетов из контролируемых потоков.
               Агенту следует выбрать свой алгоритм для добавления вариаций к
               периоду выборки, чтобы не отбирался в точности каждый N-й пакет.
               Значение 1 задаёт выборку каждого пакета, 0 отключает выборку.

               Агенту разрешено иметь минимальное и максимальное разрешённое
               значение для периода выборки. Минимальное значение ограничивает
               издержки, связанные с отбором пакетов, а максимальное может
               быть связано с аппаратными ограничениями (например, размер
               счётчика). Кроме того, не все разрешения между минимумом и
               максимумом могут использоваться для периода отбора (это
               вопрос реализации).

               Когда период выборки установлен, агент может регулировать его в
               диапазоне от минимального до максимального значения, выбирая
               ближайшее приемлемое значение.

               При чтении агент должен возвращать используемое значение периода
               отбора (после своей регулировки). Алгоритм отбора должен
               сходиться так, чтобы в среднем отбиралось 1/N пакетов из общего
               числа в контролируемом потоке."
            DEFVAL { 0 }
            ::= { sFlowFsEntry 4 }

    sFlowFsMaximumHeaderSize OBJECT-TYPE
            SYNTAX      Integer32
            MAX-ACCESS  read-write
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Максимальное число байтов, которые следует копировать из
               выбранного пакета. Агент может иметь внутренние ограничения
               минимального и максимального размера. При попытке выйти за
               пределы разрешённых значений агенту следует установить
               ближайшее разрешённое значение."
            DEFVAL { 128 }
            ::= { sFlowFsEntry 5 }

    --
    -- Таблица опроса счётчиков
    --

    sFlowCpTable OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SEQUENCE OF SFlowCpEntry
            MAX-ACCESS  not-accessible
            STATUS      current
            DESCRIPTION
              "Таблица считывателей счётчиков в устройстве."
            ::= { sFlowAgent 6 }

    sFlowCpEntry OBJECT-TYPE
            SYNTAX      SFlowCpEntry
```

```
        MAX-ACCESS  not-accessible
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Атрибуты считывателя счётчиков."
        INDEX { sFlowCpDataSource, sFlowCpInstance }
        ::= { sFlowCpTable 1 }

SFlowCpEntry ::= SEQUENCE {
        sFlowCpDataSource               SFlowDataSource,
        sFlowCpInstance                 SFlowInstance,
        sFlowCpReceiver                 SFlowReceiver,
        sFlowCpInterval                 Integer32
}

sFlowCpDataSource OBJECT-TYPE
        SYNTAX      SFlowDataSource
        MAX-ACCESS  not-accessible
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Указывает источник данных для считывателя счётчиков."
        ::= { sFlowCpEntry 1 }

sFlowCpInstance OBJECT-TYPE
        SYNTAX      SFlowInstance
        MAX-ACCESS  not-accessible
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Экземпляр sFlowInstance для считывателя счётчиков."
        ::= { sFlowCpEntry 2 }

sFlowCpReceiver OBJECT-TYPE
        SYNTAX      SFlowReceiver
        MAX-ACCESS  read-write
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Получатель SflowReciever, связанный со считывателем счётчиков."
        DEFVAL { 0 }
        ::= { sFlowCpEntry 3 }

sFlowCpInterval OBJECT-TYPE
        SYNTAX      Integer32
        MAX-ACCESS  read-write
        STATUS      current
        DESCRIPTION[1]
          "Максимальное число секунд между последовательными опросами
           счётчиков, связанных с этим источником данных. Значение 0
           отключает выборку счётчиков.

           Агенту разрешено иметь минимальное и максимальное разрешённое
           значение для интервала опроса. Минимальное значение ограничивает
           издержки, связанные с опросом счётчиков, а максимальное может
           быть связано с аппаратными ограничениями (например, размер
           счётчика). Кроме того, не все разрешения между минимумом и
           максимумом могут использоваться для периода отбора (это
           вопрос реализации).

           При чтении агент должен возвращать используемое значение периода
           отбора (после своей регулировки, как указано выше).

        DEFVAL { 0 }
        ::= { sFlowCpEntry 4 }

 --
 -- Заявления о соответствии
 --

sFlowMIBConformance OBJECT IDENTIFIER ::= { sFlowMIB 2 }
sFlowMIBGroups      OBJECT IDENTIFIER ::= { sFlowMIBConformance 1 }
sFlowMIBCompliances OBJECT IDENTIFIER ::= { sFlowMIBConformance 2 }

sFlowCompliance MODULE-COMPLIANCE
        STATUS      current
        DESCRIPTION
          "Заявления о совместимости для агента sFlow."

        MODULE - данный модуль
            MANDATORY-GROUPS { sFlowAgentGroup }

            OBJECT     sFlowAgentAddressType
            SYNTAX     InetAddressType { ipv4(1) }
            DESCRIPTION
              "От агента нужна лишь поддержка ipv4."

            OBJECT sFlowRcvrAddressType
```

[1] В оригинале допущена ошибка. См. https://sflow.org/developers/errata.php. *Прим. перев.*

```
                SYNTAX InetAddressType { ipv4(1) }
                DESCRIPTION
                  "От агента нужна лишь поддержка ipv4."
              ::= { sFlowMIBCompliances 1 }
      sFlowAgentGroup OBJECT-GROUP
              OBJECTS { sFlowVersion, sFlowAgentAddressType, sFlowAgentAddress,
                        sFlowRcvrOwner, sFlowRcvrTimeout,
                        sFlowRcvrMaximumDatagramSize, sFlowRcvrAddressType,
                        sFlowRcvrAddress, sFlowRcvrPort,
                        sFlowRcvrDatagramVersion, sFlowFsReceiver,
                        sFlowFsPacketSamplingRate, sFlowFsMaximumHeaderSize,
                        sFlowCpReceiver, sFlowCpInterval }
               STATUS current
               DESCRIPTION
                 "набор объектов для управления генерацией и транспортировкой
                  записей sFlow."
                ::= { sFlowMIBGroups 1 }

END
```

sFlow MIB ссылается на определения из других RFC, включая [18], [19], [20] и [21].

# *5. Формат дейтаграмм sFlow*

Формат дейтаграмм sFlow определяет стандартный формат, используемый агентом sFlow для передачи данных выборки удалённому коллектору sFlow.

Формат дейтаграмм задаётся с использованием стандарта XDR [32]. Это обеспечивает более компактное по сравнению с ASN.1 представление и упрощает кодирование в агентах sFlow и декодирование в коллекторах.

Выборки передаются в пакетах UDP с использованием адреса и порта, заданных в SFLOW MIB. Для протокола sFlow задан (и по умолчанию используется в SFLOW MIB) порт 6343. Всем агентам sFlow следует по умолчанию использовать порт UDP 6343. Стандартный номер порта позволяет избавиться от проблем несогласованности агентов и коллекторов sFlow, упрощает идентификацию пакетов sFlow, а также пересылку таких пакетов через промежуточные устройства (например, межсетевые экраны).

Недостаточная надёжность транспорта UDP не оказывает значительного влияния на точность измерений агента sFlow.

- Если будет потеряна выборка счётчика, при следующем опросе будут переданы новые значения. Вероятность перехода через 0 в течение этого времени пренебрежимо мала. В дейтаграммах sFlow передаются 64-битовые счётчики, а интервал опроса составляет обычно от 20 до 120 секунд, поэтому вероятность потери значительного числа дейтаграмм с переходом счётчика через 0 очень мала.
- Потери выборок из пакетов в конечном итоге приводят лишь к незначительному снижению частоты отбора.

Использование UDP снижает объем памяти для буферизации данных, а также обеспечивает надёжные способы своевременной доставки трафика в периоды высокой нагрузки (например, во время DoS[1]-атаки). Протокол UDP более устойчив к отказам по сравнению с транспортом с гарантированной доставкой, поскольку единственным результатом перегрузок является незначительный рост задержки при передаче и числа теряемых пакетов, что не оказывает существенного влияния на работу системы мониторинга sFlow. Использование механизмов гарантированной доставки будет приводить к значительным задержкам при перегрузке и существенному росту размера буферов у агента.

Хотя структура дейтаграмм sFlow позволяет включать множество выборок в одну дейтаграмму, агент sFlow не обязан ждать заполнения буфера образцами и может передать дейтаграмму sFlow раньше. Протокол sFlow предназначен для своевременной доставке информации о трафике. Агент sFlow может задерживать выборку не более чем на 1 сек.

Агенту sFlow следует пытаться добавлять выборки счётчиков в поток дейтаграмм от выборки из пакетов. Перед отправкой дейтаграммы свободное пространство буфера может быть дополнено выборками счётчиков. Агент sFlow имеет право сам определять время опроса счётчиков, а значение sFlowCounterSamplingInterval указывает максимальный интервал между выборками. Если значения счётчиков должны быть переданы в соответствии с максимальным интервалом выборки, должна передаваться дейтаграмма со значениями соответствующих счётчиков.

Ниже приведено описание дейтаграмм sFlow в формате XDR.

```
/* Формат дейтаграмм sFlow версии 5 (вариант 10) */

/* История выпусков
   - в версии 5 добавлена поддержка:
         расширенного кодирования для flow_sample и counter_sample;
         неизвестных типов адресов;
         субагентов;
         информации об отбрасывании пакетов;
         фирменных расширений;
         информации о размере полей данных;
         информации о размере типов выборки;
         семантики сброса порядковых номеров flow_sample, counter_sample.
         определение дейтаграмм отделено от определения данных потоков и счётчиков.
            Примечание. История выпусков определений данных sFlow сейчас является
               частью документа с определениями данных. */

/* Типы адресов */

typedef opaque ip_v4[4];
typedef opaque ip_v6[16];
```

[1]Denial of service attack - атака на отказ служб.

```
enum address_type {
   UNKNOWN  = 0,
   IP_V4    = 1,
   IP_V6    = 2
}
union address (address_type type) {
   case UNKNOWN:      void;
   case IP_V4: ip_v4;
   case IP_V6: ip_v6;
}

/* Формат данных
     Значение data_format однозначно указывает формат структуры opaque в
     спецификации sFlow. Синтаксис data_format показан ниже.
       - старшие 20 битов соответствуют коду SMI Private Enterprise для
         элемента, отвечающего за определение структуры. Нулевое значение
         указывает стандартные структуры, определённые sflow.org;
       - младшие 12 указывают номер формата структуры, определённый
         организацией, который должен быть уникальным.

     В настоящее время определены 3 структуры opaque со значениями data_format:
       1. sample_data;
       2. counter_data;
       3. flow_data.

     Один и тот же номера формата можно использовать в разных контекстах.
     Например, (inmon,1) может указывать определённый набор счётчиков для
     описания counter_data и набор атрибутов потока для описания flow_data.

     Разработчикам sFlow следует по возможности использовать стандартные
     структуры даже при их частичном заполнении. Фирменные структуры
     разрешены, но применять их следует лишь в дополнение к имеющимся или
     для передачи информации, которая ещё не стандартизована.

     Организациям рекомендуется публиковать определения структур в формате
     XDR на сайте www.sflow.org. В документ с определением структур следует
     включать определение XDR с комментарием, указывающим структуры, к
     которым он относится, номером организации и номером структуры. Примерами
     могут служить определения counter_sample и flow_sample.

     Примечание. Организациям, определяющим структуры sFlow, можно расширять
        такие определения структур в конце без смены номера структуры. Все
        изменения полей в опубликованных определениях структур должны
        выполняться со сменой номера структуры. Это правило позволяет
        добавлять данные в структуры, сохраняя совместимость с прежними
        версиями. Приложения, получающие данные sFlow всегда должны
        использовать данные о размере при декодировании структур opaque<>,
        чтобы расширенные структуры не вызывали ошибок. Отметим, что эти
        правила относятся и к стандартным структурам. */

typedef unsigned int data_format;

/* Кодирование sFlowDataSource показано ниже.

     Старший байт source_id служит для указания типа sFlowDataSource:
        0 = ifIndex
        1 = smonVlanDataSource
        2 = entPhysicalEntry
     Три младших байта содержат значение подходящего индекса. */

typedef unsigned int sflow_data_source;

/* Входной/выходной порт.
     Кодирует интерфейсы на пути пакета через устройство.

     0 - интерфейс не известен.
     Два старших бита указывают формат 30-битового значения.

        - format = 0 - один интерфейс
            Значением служит ifIndex этого интерфейса. Максимальное
            значение 0x3FFFFFFF указывает отсутствие входного или
            выходного интерфейса (в зависимости от поля, где указано).
            Это используется для описания трафика, который не
            пересылается устройством, но отслеживается агентом,
            поскольку адресован устройству или создаётся им. Во входном
            поле это значение указывает пакеты, созданные устройством
            (например, пакет RIP, созданный маршрутизатором). В выходном
            поле это значение указывает пакеты, адресованные устройству
            (например, индивидуальный или групповой отклик RIP, принятый
            маршрутизатором IP).

        - format = 1 - пакет отброшен
            Значение указывает код причины:
                0 - 255 используются коды ICMP Destination Unreachable,
                        список которых доступен на сайте www.iana.org.
                        В параграфе 5.2.7.1 RFC 1812 описаны текущие
```

```
                        коды. Отметим, что применение этих кодов не
                        предполагает, что пакет относится к протоколу
                        IP, а для пакетов IP не предполагается генерация
                        каких-либо сообщений ICMP.
                          0  сеть не доступна
                          1  хост не доступен
                          2  протокол не доступен
                          3  порт не доступен
                          4  нужна фрагментация, но установлен флаг DF
                          5  отказ на заданном источником маршруте
                          6  целевая сеть не известна
                          7  целевой хост не доступен
                          8  исходных хост изолирован
                          9  связь с целевой сетью административно запрещена
                         10  связь с целевым хостом административно запрещена
                         11  целевая сеть не доступна для ToS
                         12  целевой хост не доступен для ToS
                         13  связь административно запрещена
                         14  нарушение предпочтений хоста
                         15  действует отсечка предпочтений
                    256 = неизвестно
                    257 = завершилось время жизни
                    258 = ACL
                    259 = нет места в буфере
                    260 = RED
                    261 = формование трафика или ограничение скорости
                    262 = слишком большой пакет (для протоколов без фрагментирования)

                Примечание. С течением времени могут публиковаться дополнительные
                   коды причин. Приложения, получающие sFlow, должны быть готовы
                   воспринимать дополнительные коды. Актуальный список кодов
                   будет поддерживаться на сайте www.sflow.org.

           - format = 2 - множество интерфейсов-получателей
               Значение указывает число интерфейсов. 0 указывает неизвестное
               число интерфейсов больше 1.

         Примечание. Форматы 1 и 2 применимы только к выходному интерфейсу. Пакет
            всегда принимается одним (иногда неизвестным) интерфейсом.

         Примеры:
            0x00000002  указывает ifIndex = 2;
            0x00000000  ifIndex не известен;
            0x40000102  пакет отброшен на основании ACL[1];
            0x80000007  пакет передан в 7 интерфейсов;
            0x80000000  пакет передан в неизвестное число интерфейсов > 1. */

typedef unsigned int interface;

/* Форматы выборки счётчиков и потоков

   Определены компактные и расширенные формы образцов для счётчиков и потоков.
   Агенту недопустимо смешивать компактное и расширенное кодирование. Если
   агент никогда не будет использовать значения ifIndex >= 2^24, он должен
   применять компактное представление для всех интерфейсов, в остальных
   случаях должно использоваться расширенное представление.

   Хотя теоретический диапазон значений ifIndex составляет 2^32, RFC 2863
   рекомендует выделять номера с использованием небольших целых чисел,
   начиная с 1. Для большинства реализаций агентов поддерживается
   2^24 значений ifIndex для компактного представления, которое
   более адекватно и экономит пропускную способность. Расширенное
   кодирование позволяет использовать полный диапазон значений
   ifIndex, хотя большие значения ifIndex не приветствуются. */

struct flow_record {
   data_format flow_format;          /* Формат sflow_data */
   opaque flow_data<>;               /* Данные потока однозначно
                                        определяются flow_format. */
}
struct counter_record {
   data_format counter_format;      /* Формат counter_data */
   opaque counter_data<>;           /* Блок счётчиков однозначно
                                       определён counter_format. */
}

/* Компактная форма выборки счётчиков и потоков
      Если ifIndex всегда < 2^24, должна применяться эта форма. */

/* Формат одной выборки из потока. */
/* opaque = sample_data; enterprise = 0; format = 1 */

struct flow_sample {
   unsigned int sequence_number;  /* Инкрементируется для каждой выборки
```

[1]В оригинале допущена ошибка. См. https://sflow.org/developers/errata.php. *Прим. перев.*

```
                                  из потока с этим экземпляром sFlow[1].
                                  Примечание. Если агент сбрасывает
                                     sample_pool, он должен
                                     сбрасывать и sequence_number.*/
   sflow_data_source source_id;   /* sFlowDataSource */
   unsigned int sampling_rate;    /* sFlowPacketSamplingRate */
   unsigned int sample_pool;      /* Общее число пакетов, которые могут
                                     быть отобраны (т. е. пропущенные
                                     пакеты и общее число выборок) */
   unsigned int drops;            /* Общее число случаев, когда агент sFlow
                                     обнаружил отбрасывание помеченного для
                                     выборки пакета по причине нехватки
                                     ресурсов. Счётчик указывает общее число
                                     обнаруженных фактов с момента сброса
                                     агента. Большое число отбрасываний
                                     показывает, что агент управления не
                                     способен обрабатывать выборки со
                                     скоростью их создания оборудованием.
                                     Увеличение sampling_rate снизит скорость
                                     отбрасывания. Если агент не может
                                     обнаружить отбрасывание, он сообщает 0. */
   interface input;               /* Интерфейс, принявший пакет. */
   interface output;              /* Интерфейс, передавший пакет. */
   flow_record flow_records<>;    /* Информация о выбранном пакете. */
}

/* Формат одной выборки счётчика. */
/* opaque = sample_data; enterprise = 0; format = 2 */

struct counters_sample {
   unsigned int sequence_number;   /* Инкрементируется с каждой выборкой
                                      для этого экземпляра sFlow[1].
                                      Примечание. Если агент сбрасывает любой
                                         из счётчиков, он должен также
                                         сбрасывать sequence_number. Для
                                         source_id на базе ifIndex порядковый
                                         номер должен сбрасываться при каждом
                                         изменении ifCounterDiscontinuityTime. */
   sflow_data_source source_id;    /* sFlowDataSource */
   counter_record counters<>;      /* Счётчики, опрашиваемые для этого источника. */
}

/* Расширенный формат выборки счётчиков и потоков.
      Если ifIndex может быть >= 2^24, должен применяться этот формат. */

struct sflow_data_source_expanded {
   unsigned int source_id_type;   /* Тип sFlowDataSource */
   unsigned int source_id_index;  /* Индекс sFlowDataSource */
}

struct interface_expanded {
  unsigned int format;            /* Формат интерфейса */
  unsigned int value;             /* Значение интерфейса */
}

/* Формат одной расширенной выборки из потока. */
/* opaque = sample_data; enterprise = 0; format = 3 */



struct flow_sample_expanded {
   unsigned int sequence_number;  /* Инкрементируется для каждой выборки
                                     из потока с с этим экземпляром sFlow[2].
                                     Примечание. Если агент сбрасывает
                                           sample_pool, он должен
                                           сбрасывать и sequence_number.*/
   sflow_data_source_expanded source_id; /* sFlowDataSource */
   unsigned int sampling_rate;    /* sFlowPacketSamplingRate */
   unsigned int sample_pool;      /* Общее число пакетов, которые могут
                                     быть отобраны (т. е. пропущенные
                                     пакеты и общее число выборок) */
   unsigned int drops;            /* Общее число случаев, когда агент sFlow
                                     обнаружил отбрасывание помеченного для
                                     выборки пакета по причине нехватки
                                     ресурсов. Счётчик указывает общее число
                                     обнаруженных фактов с момента сброса
                                     агента. Большое число отбрасываний
                                     показывает, что агент управления не
                                     способен обрабатывать выборки со
                                     скоростью их создания оборудованием.
                                     Увеличение sampling_rate снизит скорость
                                     отбрасывания. Если агент не может
```

[1]В оригинале допущена ошибка. См. https://sflow.org/developers/errata.php. *Прим. перев.*
[2]В оригинале допущена ошибка. См. https://sflow.org/developers/errata.php. *Прим. перев.*

```
                                    обнаружить отбрасывание, он сообщает 0. */
   interface_expanded input;      /* Интерфейс, принявший пакет. */
   interface_expanded output;     /* Интерфейс, передавший пакет. */
   flow_record flow_records<>;    /* Информация о выбранном пакете. */
}

/* Формат одной расширенной выборки счётчика. */
/* opaque = sample_data; enterprise = 0; format = 4 */
struct counters_sample_expanded {
   unsigned int sequence_number;   /* Инкрементируется с каждой выборкой
                                      для этого экземпляра sFlow[2].
                                      Примечание. Если агент сбрасывает любой
                                         из счётчиков, он должен также
                                         сбрасывать sequence_number. Для
                                         source_id на базе ifIndex порядковый
                                         номер должен сбрасываться при каждом
                                         изменении ifCounterDiscontinuityTime. */
   sflow_data_source_expanded source_id; /* sFlowDataSource */
   counter_record counters<>;      /* Счётчики, опрашиваемые для этого источника. */
}

/* Формат дейтаграммы с выборкой. */

struct sample_record {
   data_format sample_type;       /* Указывает тип данных выборки. */
   opaque sample_data<>;          /* Структура, соответствующая sample_type. */
}

/* Информация заголовка для дейтаграмм sFlow версии 5.

   Поле субагента используется в тех случаях, когда агент sFlow реализован в
   распределенной архитектуре и для передачи непрактичны выборки в одной точке.

   Однако настоятельно рекомендуется не применять механизм субагентов без
   крайней необходимости. Если в устройстве доступно множество процессоров,
   разные задачи, связанные с выборками из потоков и счётчиков, можно
   распределять между этими процессорами. Однако архитектуру агента следует
   организовать так, чтобы все образцы отправлялись в один поток дейтаграмм.
   Финальная задача отправки образцов включает минимальную обработку, но может
   существенно влиять на расширяемость системы sFlow. За счёт снижения числа
   пакетов UDP и потоков, связанные с sFlow издержки на приёмной стороне
   существенно снижаются.

   Каждый источник sFlowDataSource должен быть связан лишь с одним субагентом.
   Привязка sFlowDataSource к субагенту должна сохраняться в течение всей
   сессии sFlow. */
struct sample_datagram_v5 {
   address agent_address          /* IP-адрес агента выборки sFlowAgentAddress. */
   unsigned int sub_agent_id;     /* Служит для обозначения потоков дейтаграмм от
                                     разных элементов агента в устройстве. */
   unsigned int sequence_number;  /* Инкрементируется для каждой дейтаграммы выборки
                                     созданной субагентом в рамках агента. */
   unsigned int uptime;           /* Текущее время (в миллисекундах с момента
                                     загрузки устройства). Следует устанавливать
                                     время, близкое к моменту передачи дейтаграммы.
                                     Примечание. Хотя субагенту нужно пытаться
                                        отслеживать глобальное значение sysUptime,
                                        получателю пакетов sFlow недопустимо
                                        предполагать синхронность субагентов. */
   sample_record samples<>;        /* Массив записей с выборками. */
}

enum datagram_version {
   VERSION5 = 5
}

union sample_datagram_type (datagram_version version) {
   case VERSION5:
      sample_datagram_v5 datagram;
}

struct sample_datagram {
   sample_datagram_type version;
}
```

Дейтаграмма sFlow содержит список записей из потоков и счётчиков. Формат каждой записи Packet Flow указан значением data_format. Пространство значений data_format может расширяться для добавления к стандартным типам фирменных расширений производителей.

Число стандартных типов записей определено. Однако агенты sFlow не обязаны поддерживать все типы записей и могут ограничиться лишь теми, которые применимы к трактовкам конкретных пакетов, о которых сообщает агент. Например, коммутатор L2 не будет информировать о подсетях, поскольку он не выполняет маршрутизации. Коммутатор L2/3 будет сообщать данные L2 для коммутируемых пакетов и данные L2 и L3 для маршрутизируемых.

Ниже приведено описание наборов данных дейтаграмм sFlow в формате XDR.

```
/* Предложенные стандартные форматы данных sFlow (вариант 14) */
```

```
/* История выпусков
   - версия 5
         уточнены определения extended_switch для портов без тега;
         добавлена информация о загрузке CPU и памяти;
         добавлена информация о туннелях mpls, виртуальных каналах и fec;
         уточнены определения next_hop;
         добавлен урезанный счётчик в sampled_header;
         добавлен POS header_protocol;
         добавлен BGP next hop router;
         уточнено определение размера пакета;
         снято ограничение для размера заголовка пакетов;
         добавлено поле host к расширению URL и уточнено url_direction;
         определён url как строка запроса http
         добавлена информация о кодировке символов для данных пользователя;
         добавлена поддержка NAT;
         добавлена информация MPLS.
   - в версии 4 добавлена поддержка групп BGP.
   - в версии 3 добавлена поддержка extended_url. */

/* Enterprise = 0 указывает стандартные структуры sFlow. Разработчикам
   sFlow следует применять стандартные структуры, когда это возможно, даже
   если они не используются полностью. Фирменные структуры разрешены, но
   их следует применять лишь в дополнение к имеющимся структурам или для
   передачи информации, которая ещё не стандартизована.

   Приведённые ниже значения следует применять для неизвестных полей
   (если в определении структуры не указано иное).
      - Неизвестное целое число. Используйте значение 0.
      - Неизвестный счётчик. Используйте максимальное значение
        счётчика для индикации его недоступности. В любой данной
        сессии sFlow конкретный счётчик должен быть всегда доступным
        или всегда недоступным. Доступные счётчики могут временно
        иметь максимальное значение перед сбросом в 0. Это разрешено.
      - Неизвестная строка. Используйте пустую строку (размера 0). */

/* Типы данных потока.

   В flow_sample должна содержаться информация о заголовке пакета.
   Предпочтителен формат sampled_header, однако при недоступности
   заголовка для процесса выборки можно использовать 1 или несколько
   sampled_ethernet, sampled_ipv4, sampled_ipv6. */



/* Данные заголовка пакета. */

/* Нумерация header_protocol может со временем расширяться.
   Приложения, получающие sFlow, должны быть готовы воспринимать
   структуры sampled_header с неизвестными значениями.

   Актуальный список номеров поддерживается на сайте www.sflow.org. */

enum header_protocol {
   ETHERNET-ISO88023    = 1,
   ISO88024-TOKENBUS    = 2,
   ISO88025-TOKENRING   = 3,
   FDDI                 = 4,
   FRAME-RELAY          = 5,
   X25                  = 6,
   PPP                  = 7,
   SMDS                 = 8,
   AAL5                 = 9,
   AAL5-IP              = 10, /* например, Cisco AAL5 мультиплекс */
   IPv4                 = 11,
   IPv6                 = 12,
   MPLS                 = 13,
   POS                  = 14  /* RFC 1662, 2615 */
}

/* Заголовок необработанных (Raw) пакетов */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1 */

struct sampled_header {
   header_protocol protocol;       /* Формат выбранного заголовка. */
   unsigned int frame_length;      /* Исходный размер пакета до выборки.
                                      Примечание. Для header_protocol
                                         канального уровня - общее число
                                         октетов данных, полученных из
                                         сети (без битов кадрирования, но
                                         с учётом FCS). Аппаратные
                                         ограничения могут препятствовать
                                         указанию точно размера кадра на
                                         канальном уровне, но агенту следует
                                         по возможности соблюдать точность.
                                         Октеты, добавленные к frame_length
```

```
                                    для компенсации удаленной инкапсуляции,
                                    должны учитываться в числе вырезанных. */
   unsigned int stripped;          /* Число октетов, удалённых из пакета до
                                      извлечения октетов  header<>. Данные
                                      трейлера, соответствующего удаленной
                                      инкапсуляции, также должны вырезаться.
                                      Данные трейлера для внешнего протокола,
                                      включённого в выборку, должны вырезаться.

                                      Для пакета 802.3 без инкапсуляции вырезается
                                      не менее 4 октетов, поскольку в дополнение к
                                      FCS может вырезаться тег VLAN.

                                      Внешняя инкапсуляция, которая не однозначна
                                      или не относится к стандартным header_protocol,
                                      должна вырезаться. */
   opaque header<>;                /* Байты заголовка. */
}

typedef opaque mac[6];

/* Данные кадра Ethernet. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 2 */

struct sampled_ethernet {
     unsigned int length;   /* Размер кадра MAC, полученного из сети, без
                               учёта инкапсуляции нижележащих уровней и
                               кадрирования, но с учётом октетов FCS. */
     mac src_mac;           /* MAC-адрес отправителя. */
     mac dst_mac;           /* MAC-адрес получателя. */
     unsigned int type;     /* Тип пакета Ethernet. */
}

/* Данные пакета IPv4. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 3 */
struct sampled_ipv4 {
   unsigned int length;     /* Размер пакета IP без учёта инкапсуляции
                               нижележащих уровней. */
   unsigned int protocol;   /* Тип протокола IP (например, TCP = 6, UDP = 17) */
   ip_v4 src_ip;            /* IP-адрес отправителя. */
   ip_v4 dst_ip;            /* IP-адрес получателя. */
   unsigned int src_port;   /* Порт отправителя TCP/UDP или его эквивалент. */
   unsigned int dst_port;   /* Порт получателя TCP/UDP или его эквивалент. */
   unsigned int tcp_flags;  /* Флаги TCP. */
   unsigned int tos;        /* IP TOS. */
}

/* Данные пакета IPv6. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 4 */

struct sampled_ipv6 {
   unsigned int length;     /* Размер пакета IP без учёта инкапсуляции
                               нижележащих уровней. */
   unsigned int protocol;   /* IP next header (например, TCP = 6, UDP = 17) */
   ip_v6 src_ip;            /* IP-адрес отправителя. */
   ip_v6 dst_ip;            /* IP-адрес получателя. */
   unsigned int src_port;   /* Порт отправителя TCP/UDP или его эквивалент. */
   unsigned int dst_port;   /* Порт получателя TCP/UDP или его эквивалент. */
   unsigned int tcp_flags;  /* Флаги TCP. */
   unsigned int priority;   /* IP priority */
}

/* Расширенные данные потока.

   Расширенные типы данных обеспечивают дополнительную информацию о
   выбранном пакете. В каждую выборку следует включать все применимые
   расширенные данные. */

/* Расширенные данные коммутатора. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1001 */
/* Примечание. Для входных портов без тегов используются назначенные
      значения vlan и приоритета в качестве src_vlan и src_priority.
      Для выходных портов без тегов используются значения dst_vlan и
      dst_priority, которые будут помещаться в тег 802.1Q и делать
      порт членом VLAN. */

struct extended_switch {
   unsigned int src_vlan;     /* 802.1Q VLAN из входящего кадра.
                                 0xffffffff, если тег не известен. */
   unsigned int src_priority; /* Приоритет 802.1p из входящего кадра.
                                 0Xffffffff, если приоритет не известен. */
   unsigned int dst_vlan;     /* 802.1Q VLAN исходящего кадра.
                                 0xffffffff, если тег не известен. */
   unsigned int dst_priority; /* Приоритет 802.1p исходящего кадра.
                                 0Xffffffff, если приоритет не известен. */
```

```
}[1]

/* Следующий интервал маршрута IP.
   ipForwardNextHop (RFC 2096) для маршрутов IPv4.
   ipv6RouteNextHop (RFC 2465) для маршрутов IPv6. */

typedef next_hop address;

/* Расширенные данные маршрутизатора. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1002 */

struct extended_router {
   next_hop nexthop;            /* IP-адрес следующего маршрутизатора. */
   unsigned int src_mask_len;   /* Число битов в маске префикса отправителя. */
   unsigned int dst_mask_len;   /* Число битов в маске префикса получателя. */
}

enum as_path_segment_type {
   AS_SET      = 1,             /* Неупорядоченный набор AS. */
   AS_SEQUENCE = 2              /* Упорядоченный набор AS. */
}



union as_path_type (as_path_segment_type) {
   case AS_SET:
      unsigned int as_set<>;
   case AS_SEQUENCE:
      unsigned int as_sequence<>;
}

/* Расширенные данные шлюза. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1003 */

struct extended_gateway {
   next_hop nexthop;           /* Адрес граничного маршрутизатора
                                  для целевой сети. */
   unsigned int as;            /* Номер AS для маршрутизатора. */
   unsigned int src_as;        /* Номер AS источника */
   unsigned int src_peer_as;   /* Номер AS партнёра со стороны источника. */
   as_path_type dst_as_path<>; /* Путь AS к получателю */
   unsigned int communities<>; /* Группы, связанные с маршрутом. */
   unsigned int localpref;     /* LocalPref для маршрута. */
}

/* Кодировка символов
     Значение MIBEnum набора символов, используемого в строках, см. RFC 2978
     По возможности следует применять кодировку UTF-8 (MIBEnum=106).
     0 указывает неизвестную кодировку. */

typedef unsigned int charset;

/* Расширенные данные пользователя. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1004 */

struct extended_user {
   charset src_charset;        /* Кодировка для src_user. */
   opaque src_user<>;          /* Идентификатор пользователя, связанный
                                  с источником пакета. */
   charset dst_charset;        /* Кодировка для dst_user. */
   opaque dst_user<>;          /* Идентификатор пользователя, связанный
                                  с адресатом пакета. */
}

enum url_direction {
   src    = 1,                 /* Источником является сервер. */
   dst    = 2                  /* Получателем является сервер. */
}

/* Расширенные данные URL. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1005 */

struct extended_url {
   url_direction direction;    /* Направление соединения. */
   string url<>;               /* Строка запроса HTTP (см. RFC 2616). */
   string host<>;              /* Поле host из заголовка HTTP. */
}

/* Стек меток MPLS.
    - При неизвестном значении может возвращаться пустой стек.
    - Если известна лишь внешняя метка, стек может содержать 1 запись.
    - Кодирование меток описано в RFC 3032.
    - Метки используют сетевой порядок байтов. */
```

[1] В оригинале допущена ошибка. См. https://sflow.org/developers/errata.php. *Прим. перев.*

```
typedef int label_stack<>;

/* Расширенные данные MPLS. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1006 */

struct extended_mpls {
   next_hop nexthop;           /* Адрес следующего интервала. */
   label_stack in_stack;       /* Стек меток принятого пакета. */
   label_stack out_stack;      /* Стек меток передаваемого пакета. */
}

/* Расширенные данные NAT.
   Записи для заголовка пакета указывают адрес, видимый в sFlowDataSource.
   Структура extended_nat указывает адрес отправителя и/или получателя
   после трансляции. Если адрес не меняется, он должен совпадать с
   указанным для заголовка. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1007 */
struct extended_nat {
     address src_address;           /* Адрес отправителя. */
     address dst_address;           /* Адрес получателя. */
}

/* Расширенные данные туннеля MPLS. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1008 */

struct extended_mpls_tunnel {
   string tunnel_lsp_name<>;   /* Имя туннеля. */
   unsigned int tunnel_id;     /* Идентификатор туннеля. */
   unsigned int tunnel_cos;    /* COS для туннеля. */
}

/* Расширенные данные MPLS VC. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1009 */

struct extended_mpls_vc {
   string vc_instance_name<>;  /* Имя экземпляра VC. */
   unsigned int vll_vc_id;     /* Идентификатор экземпляра VLL/VC. */
   unsigned int vc_label_cos;  /* COS для VC Label. */
}

/* Расширенные данные MPLS FEC.
    - Определения из MPLS-FTN-STD-MIB mplsFTNTable */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1010 */

struct extended_mpls_FTN {
   string mplsFTNDescr<>;
   unsigned int mplsFTNMask;
}

/* Расширенные данные MPLS LVP FEC.
    - Определения из MPLS-LDP-STD-MIB mplsFecTable
    Примечание. Данные mplsFecAddrType, mplsFecAddr доступны из заголовка */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1011 */

struct extended_mpls_LDP_FEC {
   unsigned int mplsFecAddrPrefixLength;
}

/* Расширенные данные туннеля VLAN.
   Запись внешней инкапсуляции VLAN, которая была вырезана. Следует
   сообщать информацию extended_vlantunnel лишь при выполнении
   всех перечисленных ниже условий.
     1. Пакет имеет вложенные теги VLAN.
     2. Рапортующее устройство осведомлено о VLAN.
     3. Один или несколько тегов VLAN были вырезаны в результате
        использования фирменной инкапсуляции или по причине того,
        что оборудование коммутатора автоматически вырезает внешнюю
        инкапсуляцию VLAN.
   Передача информации extended_vlantunnel не замещает передачу
   extended_switch. Данные extended_switch должны передаваться всегда
   для описания входящей/исходящей информации VLAN для пакета.
   Данные extended_vlantunnel применимы лишь к вложенным VLAN и только
   при вырезании одного или нескольких тегов VLAN. */
/* opaque = flow_data; enterprise = 0; format = 1012 */

extended_vlantunnel {
  unsigned int stack<>;  /* Список вырезанных уровней 802.1Q TPID/TCI. Каждая
                            пара TPID,TCI представляется 32-битовым целым числом.
                            Уровни указываются от внешнего к внутреннему. */
}

/* Типы данных счётчиков

   По возможности следует включать блок if_counters. Могут включаться также
   связанные со средой счётчики. */
```

```
/* Базовые счётчики интерфейсов - RFC 2233 */
/* opaque = counter_data; enterprise = 0; format = 1 */

struct if_counters {
   unsigned int ifIndex;
   unsigned int ifType;
   unsigned hyper ifSpeed;
   unsigned int ifDirection;    /* Взято из MAU MIB (RFC 2668)
                                   0 = неизвестно, 1=полнодуплексный,
                                   2=полудуплексный, 3 = вход, 4=выход */
   unsigned int ifStatus;       /* битовое поле
                                   бит 0 = ifAdminStatus (0 = down, 1 = up)
                                   бит 1 = ifOperStatus (0 = down, 1 = up) */
   unsigned hyper ifInOctets;
   unsigned int ifInUcastPkts;
   unsigned int ifInMulticastPkts;
   unsigned int ifInBroadcastPkts;
   unsigned int ifInDiscards;
   unsigned int ifInErrors;
   unsigned int ifInUnknownProtos;
   unsigned hyper ifOutOctets;
   unsigned int ifOutUcastPkts;
   unsigned int ifOutMulticastPkts;
   unsigned int ifOutBroadcastPkts;
   unsigned int ifOutDiscards;
   unsigned int ifOutErrors;
   unsigned int ifPromiscuousMode;
}

/* Счётчики интерфейса Ethernet, см. RFC 2358 */
/* opaque = counter_data; enterprise = 0; format = 2 */

struct ethernet_counters {
   unsigned int dot3StatsAlignmentErrors;
   unsigned int dot3StatsFCSErrors;
   unsigned int dot3StatsSingleCollisionFrames;
   unsigned int dot3StatsMultipleCollisionFrames;
   unsigned int dot3StatsSQETestErrors;
   unsigned int dot3StatsDeferredTransmissions;
   unsigned int dot3StatsLateCollisions;
   unsigned int dot3StatsExcessiveCollisions;
   unsigned int dot3StatsInternalMacTransmitErrors;
   unsigned int dot3StatsCarrierSenseErrors;
   unsigned int dot3StatsFrameTooLongs;
   unsigned int dot3StatsInternalMacReceiveErrors;
   unsigned int dot3StatsSymbolErrors;
}

/* Счётчики Token Ring, см. RFC 1748 */
/* opaque = counter_data; enterprise = 0; format = 3 */

struct tokenring_counters {
  unsigned int dot5StatsLineErrors;
  unsigned int dot5StatsBurstErrors;
  unsigned int dot5StatsACErrors;
  unsigned int dot5StatsAbortTransErrors;
  unsigned int dot5StatsInternalErrors;
  unsigned int dot5StatsLostFrameErrors;
  unsigned int dot5StatsReceiveCongestions;
  unsigned int dot5StatsFrameCopiedErrors;
  unsigned int dot5StatsTokenErrors;
  unsigned int dot5StatsSoftErrors;
  unsigned int dot5StatsHardErrors;
  unsigned int dot5StatsSignalLoss;
  unsigned int dot5StatsTransmitBeacons;
  unsigned int dot5StatsRecoverys;
  unsigned int dot5StatsLobeWires;
  unsigned int dot5StatsRemoves;
  unsigned int dot5StatsSingles;
  unsigned int dot5StatsFreqErrors;
}

/* Счётчики интерфейса 100BaseVG, см. RFC 2020 */
/* opaque = counter_data; enterprise = 0; format = 4 */

struct vg_counters {
  unsigned int dot12InHighPriorityFrames;
  unsigned hyper dot12InHighPriorityOctets;
  unsigned int dot12InNormPriorityFrames;
  unsigned hyper dot12InNormPriorityOctets;
  unsigned int dot12InIPMErrors;
  unsigned int dot12InOversizeFrameErrors;
  unsigned int dot12InDataErrors;
  unsigned int dot12InNullAddressedFrames;
  unsigned int dot12OutHighPriorityFrames;
  unsigned hyper dot12OutHighPriorityOctets;
```

```
  unsigned int dot12TransitionIntoTrainings;
  unsigned hyper dot12HCInHighPriorityOctets;
  unsigned hyper dot12HCInNormPriorityOctets;
  unsigned hyper dot12HCOutHighPriorityOctets;
}

/* Счётчики VLAN */
/* opaque = counter_data; enterprise = 0; format = 5 */

struct vlan_counters {
  unsigned int vlan_id;
  unsigned hyper octets;
  unsigned int ucastPkts;
  unsigned int multicastPkts;
  unsigned int broadcastPkts;
  unsigned int discards;
}

/* Проценты указываются в сотых долях, т. е. 100 = 1%.
   Если значение не известно, используется -1. */

typedef int percentage;

/* Данные о процессоре */
/* opaque = counter_data; enterprise = 0; format = 1001 */

struct processor {
   percentage 5s_cpu;          /* средняя загрузка CPU в течение 5 секунд */
   percentage 1m_cpu;          /* средняя загрузка CPU в течение 1 минуты */
   percentage 5m_cpu;          /* средняя загрузка CPU в течение 5 минут */
   unsigned hyper total_memory /* размер памяти (в байтах) */
   unsigned hyper free_memory  /* свободная память (в байтах) */
}
```

В спецификациях дейтаграмм sFlow и записей данных используются определения из множества опубликованных RFC, включая [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31].

# *6. Вопросы безопасности*

При развёртывании системы мониторинга трафика возникает ряд вопросов, связанных с безопасностью. sFlow не обеспечивает каких-либо механизмов защиты, опираясь на продуманное развёртывание и настройку конфигурации для обеспечения адекватного уровня защиты.

Хотя развёртывание системы мониторинга связано с некоторым риском, этот мониторинг обеспечивает также мощные средства обнаружения и отслеживания несанкционированных действий в сети.

В этом разделе представлена информация, которая поможет оценить возможные риски и параметры конфигурации, позволяющие снизить риск.

## 6.1 Конфигурация

sFlow MIB применяется для настройки агентов sFlow. Защита SNMP со списками управления доступом обычно считается адекватной для корпоративных сред. Однако в некоторых ситуациях эти меры защиты не эффективны (например, при настройке маршрутизаторов ядра Internet) и настройку по протоколу SNMP отключают.

При отключённой поддержке SNMP обычно используется командный интерфейс через консоль управления. Аргументы, используемые для настройки выборки sFlow на интерфейсе, приведены ниже.

```
   -SFlowDataSource               <source>
   -sFlowFsPacketSamplingRate     <rate>
   -sFlowFsMaximumHeaderSize      <header size>
   -sFlowCpInterval               <interval>
   -sFlowRcvrMaximumDatagramSize  <datagram size>
   -sFlowRcvrCollectorAddress     <address>
   -sFlowRcvrCollectorPort        <port>
```

Если командный интерфейс используется вместе с SNMP для настройки агента sFlow, разработчикам агента следует обеспечить независимую работу этих механизмов или передачу внесённых с помощью команд изменений в sFlow MIB. Обычно внесённые с помощью команд изменения имеют более высокий приоритет, нежели изменения по протоколу SNMP. Записи, созданные с помощью команд, следует делать неизменяемыми для SNMP. Тогда строки в каждой из таблиц SNMP будут либо принадлежать командному интерфейсу (и не могут быть изменены с помощью SNMP), либо будут относиться к агенту SNMP с возможностью изменения по протоколу SNMP.

## 6.2 Транспорт

Информация о трафике передаётся от агентов sFlow коллекторам через сеть без шифрования, что делает возможным её перехват. Риск можно снизить путём организации защищённой измерительной сети и передачи дейтаграмм sFlow через эту сеть. Выбор технологии для защищённой измерительной сети определяется реализацией и может включать VLAN и/или туннели VPN.

Коллекторы sFlow уязвимы для атак с использованием фиктивных дейтаграмм sFlow. Для снижения риска коллекторам sFlow следует проверять порядковые номера дейтаграмм и адреса их отправителей. При использовании защищённой измерительной сети следует обрабатывать лишь дейтаграммы sFlow, принятые из этой сети.

## 6.3 Конфиденциальность

Данные о трафике могут раскрывать конфиденциальную информацию об отдельных пользователях сети. Степень раскрытия данных прикладного уровня можно контролировать путём ограничения размера заголовков, собираемых агентами sFlow. Кроме того, механизмы выборки делают практически невозможным захват последовательных пакетов из отдельной транзакции.

Картины трафика, различаемые при декодировании дейтаграмм sFlow в коллекторе, могут раскрывать детали действий конкретных пользователей, поэтому требуется защитить доступ к коллекторам sFlow.

# *7. Литература*


[1] Phaal, P., Panchen, S., and N. McKee, "InMon Corporation's sFlow: A Method for Monitoring Traffic in Switched and Routed Networks", RFC 3176, September 2001.

[2] Harrington, D., Presuhn, R., and B. Wijnen, "An Architecture for Describing SNMP Management Frameworks", RFC 2571, April 1999.

[3] Rose, M., and K. McCloghrie, "Structure and Identification of Management Information for TCP/IP-based Internets", STD 16, RFC 1155, May 1990.

[4] Rose, M., and K. McCloghrie, "Concise MIB Definitions", STD 16, RFC 1212, March 1991.

[5] Rose, M., "A Convention for Defining Traps for use with the SNMP", RFC 1215, March 1991.

[6] McCloghrie, K., Perkins, D., Schoenwaelder, J., Case, J., Rose, M., and S. Waldbusser, "Structure of Management Information Version 2 (SMIv2)", STD 58, RFC 2578, April 1999.

[7] McCloghrie, K., Perkins, D., Schoenwaelder, J., Case, J., Rose, M., and S. Waldbusser, "Textual Conventions for SMIv2", STD 58, RFC 2579, April 1999.

[8] McCloghrie, K., Perkins, D., Schoenwaelder, J., Case, J., Rose, M., and S. Waldbusser, "Conformance Statements for SMIv2", STD 58, RFC 2580, April 1999.

[9] Case, J., Fedor, M., Schoffstall, M., and J. Davin, "Simple Network Management Protocol", STD 15, RFC 1157, May 1990.

[10] Case, J., McCloghrie, K., Rose, M., and S. Waldbusser, "Introduction to Community-based SNMPv2", RFC 1901, January 1996.

[11] Case, J., McCloghrie, K., Rose, M., and S. Waldbusser, "Transport Mappings for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)", RFC 1906, January 1996.

[12] Case, J., Harrington D., Presuhn R., and B. Wijnen, "Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)", RFC 2572, April 1999.

[13] Blumenthal, U., and B. Wijnen, "User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)", RFC 2574, April 1999.

[14] Case, J., McCloghrie, K., Rose, M., and S. Waldbusser, "Protocol Operations for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)", RFC 1905, January 1996.

[15] Levi, D., Meyer, P., and B. Stewart, "SNMPv3 Applications", RFC 2573, April 1999.

[16] Wijnen, B., Presuhn, R., and K. McCloghrie, "View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)", RFC 2575, April 1999.

[17] Case, J., Mundy, R., Partain, D., and B. Stewart, "Introduction to Version 3 of the Internet-standard Network Management Framework", RFC 2570, April 1999.

[18] S. Waldbusser, "Remote Network Monitoring Management Information Base", RFC 2819, May 2000.

[19] Waterman, R., Lahaye, B., Romascanu, D., and S. Waldbusser, "Remote Network Monitoring MIB Extensions for Switched Networks Version 1.0", RFC 2613, June 1999.

[20] Daniele, M., Haberman, B., Routhier, S., and J. Schoenwaelder, "Textual Conventions for Internet Network Addresses", RFC 2851, June 2000.

[21] N. Brownlee, "Traffic Flow Measurement: Meter MIB", RFC 2720, October 1999.

[22] Smith, A., Flick, J., de Graaf, K., Romanscanu, D., McMaster, D., McCloghrie, K., and S. Roberts, "Definition of Managed Objects for IEEE 802.3 Medium Attachment Units (MAUs)", RFC 2668, August 1999.

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

[24] Flick, J., and J. Johnson, "Definition of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types", RFC 2358, June 1998.

[25] J. Case, "FDDI Management Information Base", RFC 1512, September 1993.

[26] McCloghrie, K., and E. Decker, "IEEE 802.5 MIB using SMIv2", RFC 1748, December 1994.

[27] J. Flick, "Definitions of Managed Objects for IEEE 802.12 Interfaces", RFC 2020, October 1996.

[28] Willis, S., Burruss, J., and J. Chu, "Definitions of Managed Objects for the Fourth Version of the Border Gateway Protocol (BGP-4) using SMIv2", RFC 1657, July 1994.

[29] Baker, F. (Editor), "Requirements for IP Version 4 Routers", RFC 1812, June 1995.

[30] F. Baker, "IP Forwarding Table MIB", RFC 2096, January 1997. [31] D. Haskin and S. Onishi, "Management Information Base for IP Version 6", RFC 2465, December 1998.

[32] R. Srinivasan, "XDR: External Data Representation Standard", RFC 1832, August 1995.

# 8. Адреса авторов

**Peter Phaal**

InMon Corp.

580 California Street, 5th Floor

San Francisco, CA 94104

Phone: (415) 283-3263

EMail: peter.phaal@inmon.com

**Marc Lavine**

Foundry Networks

2100 Gold Street

P.O. Box 649100

San Jose, CA 95164-9100

Phone: (408) 586-1700

EMail: mlavine@foundrynet.com

**Перевод на русский язык**

Николай Малых

nmalykh@protokols.ru

# Приложение A. Различия sFlow версий 4 и 5

Архитектура sFlow не изменилась, но было внесено множество изменений в формат дейтаграмм и sFlow MIB. Эти изменения подробно описаны в истории изменений каждой из этих спецификаций.

Главным отличием sFlow MIB версии 5 является деление sFlowTable на три отдельных таблицы:

- sFlowRcvrTable для поддержки сессии с коллектором sFlow;
- sFlowFsTable для настройки выборки пакетов;
- sFlowCpTable для настройки опроса счётчиков интерфейсов.

Основные изменения в формате дейтаграмм sFlow связаны с расширяемостью. Записи в дейтаграммах теперь включают TLV[1]. Определено глобальное пространство имён для типов записей, позволяющее разработчикам создавать свои типы записей. Это также позволяет добавлять новые типы записей без изменения опубликованного протокола sFlow.

# Приложение B. Генерация случайных чисел

Важным свойством генератора случайных чисел является сходимость среднего значения генерируемых значений к требуемой частоте выборки.

Генераторы с однородным распределением очень эффективны. Диапазон числа пропусков (дисперсия) не оказывает существенного влияния на результат и даже небольших случайных возмущений достаточно для того, чтобы процесс выборки не синхронизировался с периодичностью в потоке пакетов.

Генератор случайных чисел должен гарантировать возможность выдачи всех значений между минимальным и максимальным. Генераторы, способные выдавать лишь чётные числа или числа с каким-либо общим делителем, не подходят.

Новое значение пропуска требуется лишь при выполнении каждой выборки.

[1]Tag, length and value - тег, размер и значение.