

Беркут-МХ

Руководство по эксплуатации
МТРГ.465684.001 РЭ
Версия 11.0.0-0, 2015

Метротек

Никакая часть настоящего документа не может быть воспроизведена, передана, преобразована, помещена в информационную систему или переведена на другой язык без письменного разрешения производителя. Производитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления вносить изменения, не влияющие на работоспособность прибора Беркут-МХ, в аппаратную часть или программное обеспечение, а также в настоящее руководство по эксплуатации.

Оглавление

1. Общие сведения	6
1.1. Основные возможности	6
1.2. Варианты исполнения	7
2. Комплект поставки	8
3. Меры безопасности	9
3.1. Общие указания	9
3.2. Электропитание	9
4. Внешний вид	10
5. Подготовка к работе	12
6. Режимы работы	13
6.1. Режим оперативного сбора трафика	13
6.2. Режим маркера	14
6.3. Режим сетевого экрана	15
7. Схемы подключения	16
8. Конфигурация устройства	19
8.1. Общие сведения	19
8.2. Подключение по интерфейсу USB	19
8.2.1. ОС Linux	19
8.2.2. ОС Windows	20
8.3. Подключение по интерфейсу Ethernet	21
8.3.1. ОС Linux	21
8.3.2. ОС Windows	21
8.4. Управление модулями	22
8.5. Права пользователей	22
8.6. Настройка сетевого адреса порта MANAGE	23
8.7. Изменение пароля по умолчанию	23
8.8. Добавление пользователей	24
9. Удаление VLAN-тегов и MPLS-меток	25
9.1. Команды и инструменты	25
9.2. Применение	25

9.3. Пример	26
10. Замена полей пакетов	27
10.1. Команды и инструменты	27
10.2. Применение	27
10.3. Редактирование конфигурационного файла	28
10.4. Применение настроек конфигурационного файла	28
10.5. Изменение одной записи конфигурационного файла	29
10.5.1. Пример	29
10.6. Пример подмены полей пакета	30
11. Энтропометр	32
11.1. Принцип работы	32
11.2. Команды и инструменты	32
11.3. Расчёт энтропии	33
11.4. Значения энтропии	33
11.5. Пример	35
12. Обработка пакетов	38
12.1. Принцип работы	38
12.2. Команды и инструменты	38
12.3. Packet slicing	38
12.4. Инкапсуляция в UDP-пакет	39
12.4.1. Настройка заголовков	39
12.4.2. Применение настроек	40
12.5. Вставка временной метки	40
13. Команды и инструменты	41
13.1. Системные команды	41
help	41
versions	41
uptime	41
history	42
bootup	42
settings	42
13.2. Настройка интерфейсов и получение статусной информации	43
iface	43
13.3. Настройка фильтров	45
filters	45
filter	49
13.4. Настройка удаления VLAN-тегов и MPLS-меток	54
tag_rm	54
13.5. Настройка таблицы замены полей пакетов	56
replace-table	56

13.6. Настройка энтропометра	58
entropy	58
13.7. Настройка удаления части пакета	59
entropy	59
13.8. Настройка вставки временной метки	60
timestamping	60
13.9. Настройка статистики	60
stat	60
14. Обновление программного обеспечения	61
14.1. Подготовка к обновлению	61
14.2. Алгоритм обновления основной платформы	61
14.3. Алгоритм обновления модулей	62
14.3.1. Пример	62
15. Справочные таблицы	65
15.1. Поле DSCP	65
16. Спецификации	67
16.1. Интерфейсы	67
16.2. Тестирование	67
16.3. Общие характеристики Беркут-МХ	68
17. Глоссарий	69
Литература	71

1. Общие сведения

Прибор Беркут-МХ предназначен для оперативного анализа и классификации IP-трафика в сетях, построенных на основе технологии 10G Ethernet.

Беркут-МХ позволяет выполнять фильтрацию потоков данных на основе заданных пользователем правил, перенаправлять принятый и обработанный трафик, а также собирать статистику.



Рис. 1.1. Внешний вид прибора Беркут-МХ

Примечание. Прибор имеет несколько аппаратных модификаций, поэтому внешний вид может отличаться от представленного на рис. 1.3.

1.1. Основные возможности

- Режим фильтрации с трансляцией данных в 1G порт. Критерии выбора определяются пользователем и могут быть заданы для любых уровней модели OSI: MAC-адреса, IP-адреса подсетей и хостов, номера портов протоколов, группировка по диапазонам и дополнительным параметрам (например, чётный/нечётный номер порта или набор символов в содержимом пакета).
- Режим VLAN-маркера.
- Функция firewall при подключении «в разрыв».
- 10G шлейф с одновременным сбором статистических данных¹.

¹ Критерии сбора статистики определяются пользователем, а также опциями поставки.

1.2. Варианты исполнения

Прибор имеет несколько аппаратных модификаций, отличающихся количеством интерфейсов 1G и 10G. При этом маркировка и назначение разъемов и светодиодных индикаторов совпадают с описанием, представленным в разделе 4. Спецификации каждого варианта исполнения приведены в разделе 16.



Рис. 1.2. Автономный вариант прибора Беркут-MX



Рис. 1.3. Варианты исполнения для установки в стойку 19"

2. Комплект поставки

Комплект поставки прибора Беркут-МХ зависит от заказа и приведён в паспорте.

3. Меры безопасности

3.1. Общие указания

- До начала работы с прибором Беркут-МХ внимательно изучите настоящее руководство по эксплуатации.
- Если прибор транспортировался или хранился при отрицательных температурах, то перед включением следует выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 2 часов.
- Условия эксплуатации должны соответствовать условиям, представленным в разделе 16.3.
- При эксплуатации прибора должны выполняться общие требования правил пожарной безопасности.
- Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.
- Необходимо оберегать прибор и блок питания от ударов, попадания влаги и пыли, продолжительного воздействия прямых солнечных лучей.
- При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать блок питания прибора от сети.

3.2. Электропитание

Электропитание прибора, в зависимости от аппаратной модификации, осуществляется либо от внешнего импульсного блока питания (адаптера) напряжением 15–19 В, либо от внутреннего блока питания напряжением 85–264 В. Потребляемая мощность также зависит от аппаратной модификации и составляет 15–30 Вт или до 120 Вт, в зависимости от типа используемых оптических модулей и режима работы.

Адаптер подключается к прибору через специально предназначенный для этого разъём (см. рис. 4.2).

Примечание. Для питания прибора от сети переменного тока используйте только поставляемый блок питания.

Примечание. Во внешнем блоке питания прибора имеется опасное для жизни напряжение. Запрещается эксплуатация блока питания с поврежденным корпусом.

4. Внешний вид

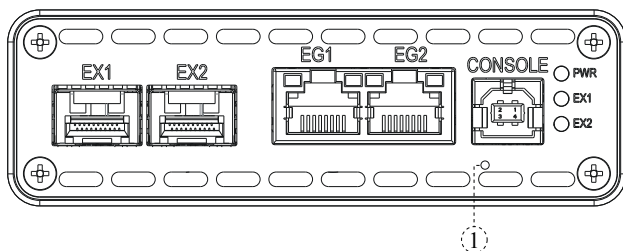


Рис. 4.1. Передняя панель прибора Беркут-MX

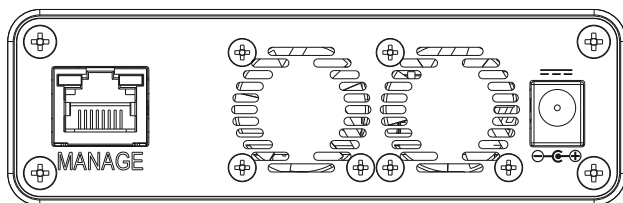


Рис. 4.2. Задняя панель прибора Беркут-MX

Примечание. Внешний вид передней и задней панелей измерительного блока зависит от аппаратной модификации устройства и может отличаться от представленного на рис. 4.1 и 4.2. При этом маркировка и назначение разъемов и светодиодных индикаторов совпадают с описанием, представленным в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1. Описание внешних разъемов

Маркировка	Описание	Назначение
EX1, EX2	Порты LAN/WAN 10G, стандарт 10GBASE-R, 10GBASE-W	Подключение к оптической линии с использованием SFP+ модуля
EG1, EG2	Порты LAN 1G, стандарт 10/100/1000BASE-T, 10/100/1000BASE-TX	Подключение к оборудованию анализа трафика

Таблица 4.1. Описание внешних разъемов: продолжение


CONSOLE	Системный USB-порт, тип B	Удалённое управление устройством
MANAGE	Системный порт, стандарт 10/100BASE-T	Удалённое управление устройством
=== 	Разъём для подключения внешнего источника питания	Подключение внешнего источника питания

Таблица 4.2. Описание светодиодных индикаторов

Маркировка	Описание
EX1 , EX2	Индикаторы, отображающие состояние соединения для портов EX1 и EX2: <ul style="list-style-type: none"> – горит красным – соединение установлено; – мигает красным – идёт приём/передача данных; – не горит – соединение отсутствует.
PWR	Индикатор, отображающий состояние подключения внешнего источника питания: <ul style="list-style-type: none"> – горит зелёным – подключён внешний источник питания; – не горит – внешний источник питания отключён.

Цифрой 1 на рис. 4.1 обозначена кнопка аппаратного сброса.

5. Подготовка к работе

Для начала работы с прибором Беркут-МХ необходимо выполнить следующие действия:

1. После извлечения прибора из упаковки произвести внешний осмотр и проверить комплектность в соответствии с паспортом.
2. Если прибор транспортировался или хранился при отрицательных температурах, то перед включением следует выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 2 часов.
3. Подключить блок питания к разъёму, расположенному на задней панели корпуса прибора (см. рис. 4.2). После подключения внешнего источника питания загорается индикатор «PWR» (см. рис. 4.1).
4. Выполнить начальную конфигурацию устройства в соответствии с указаниями раздела 8.
5. Подключить прибор к тестируемой сети (см. раздел 7).

6. Режимы работы

Процесс обработки трафика в приборе Беркут-МХ состоит из трёх основных этапов:

1. Классификация.
2. Фильтрация.
3. Перенаправление и/или маркировка.

Магистральный 10G трафик не является однородным и содержит в себе большое количество независимых потоков. Процедура классификации позволяет разделить исходный высокоскоростной трафик на отдельные потоки с меньшей скоростью, что даёт возможность в дальнейшем обрабатывать трафик избирательно.

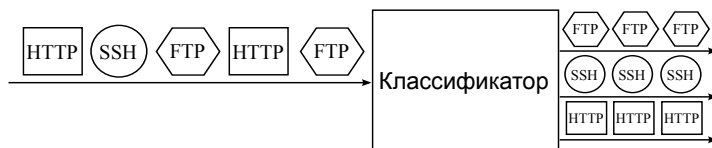


Рис. 6.1. Принцип работы классификатора

В случае, когда необходимо выделить только часть магистрального трафика, применяется процедура фильтрации, которая удаляет ненужные для анализа потоки. Действия, выполняемые с потоками данных после классификации и фильтрации, зависят от режима работы. Беркут-МХ может работать в одном из трёх режимов: оперативного сбора трафика, маркера или сетевого экрана.

6.1. Режим оперативного сбора трафика

Главная особенность этого режима — возможность получения пакетов магистрального канала (интерфейсы EX) через 1G порты (интерфейсы EG). Потоки, которые следует выделить из магистрального трафика и перенаправить на интерфейсы EG, определяются пользовательскими настройками. Для работы в данном режиме прибор Беркут-МХ подключается к сети в соответствии со схемами, представленными на рис. 7.1, 7.2, 7.3.

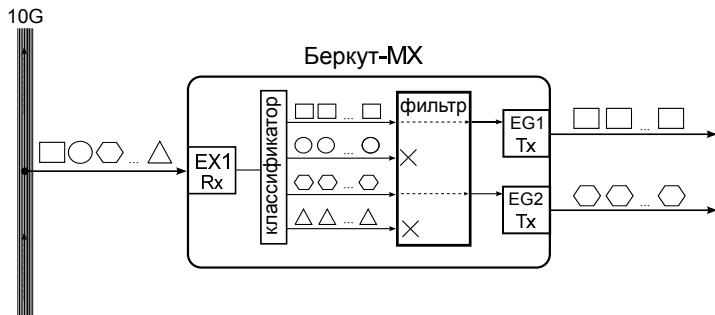


Рис. 6.2. Режим оперативного сбора трафика

Примечание. Во всех режимах работы прибора Беркут-МХ на один и тот же порт могут приходиться данные от нескольких фильтров.

6.2. Режим маркера

В тех случаях, когда встроенных интерфейсов для доступа к трафику недостаточно, их количество можно увеличить с помощью внешнего коммутатора второго уровня. В режиме маркера, помимо фильтрации и разделения на отдельные потоки, пакеты маркируются VLAN-метками, при этом VLAN ID уникален для каждого потока.

Для работы в данном режиме прибор Беркут-МХ необходимо подключить к коммутатору Ethernet с поддержкой VLAN в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.4 или 7.5. После настройки коммутатора поступающий на него трафик на основе значения поля VLAN ID распределяется между отдельными портами. Таким образом, пользователь получает доступ к выделенным потокам трафика через порты коммутатора.

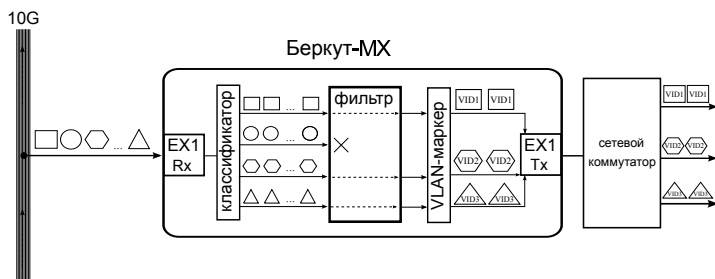


Рис. 6.3. Режим маркера

6.3. Режим сетевого экрана

В режиме сетевого экрана прибор работает как фильтр: поступающий на интерфейс EX трафик фильтруется в соответствии с пользовательскими настройками, после чего перенаправляется обратно на интерфейс EX. Для работы в данном режиме прибор Беркут-МХ следует подключить к сети в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.6.

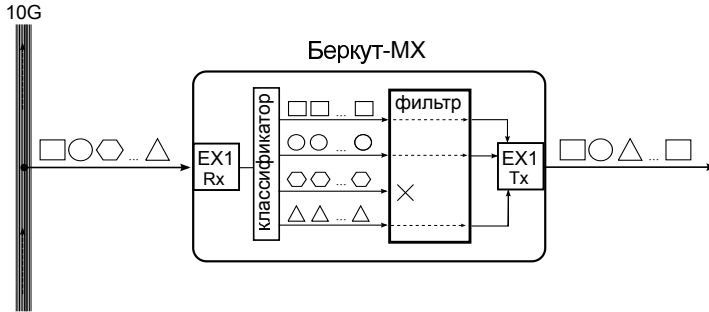


Рис. 6.4. Режим сетевого экрана

7. Схемы подключения

Схемы подключения прибора Беркут-МХ к сети определяются режимом работы (см. раздел 6), а также назначением интерфейсов устройства.

Интерфейс	Назначение
EX	Приём магистрального трафика для дальнейшей обработки (во всех режимах). Сквозная передача магистрального трафика через интерфейс в режиме оперативного сбора трафика. Передача магистрального трафика после фильтрации в режиме сетевого экрана. Передача маркированного трафика в режиме маркера.
EG	Передача выделенных из магистрального трафика потоков в режиме оперативного сбора трафика.

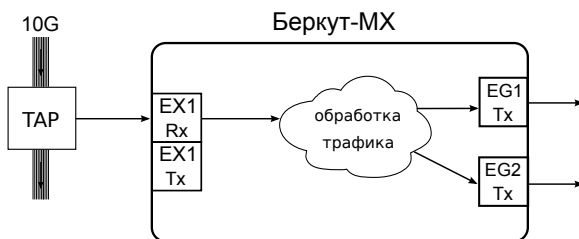


Рис. 7.1. Типовая схема подключения 1

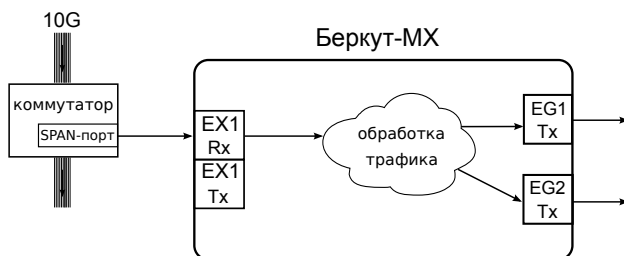


Рис. 7.2. Типовая схема подключения 2

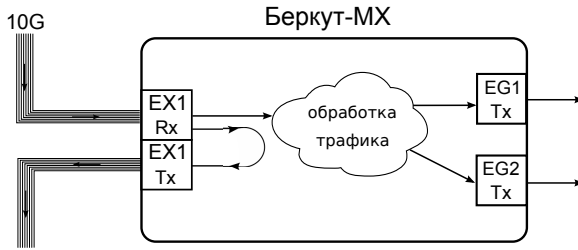


Рис. 7.3. Типовая схема подключения 3

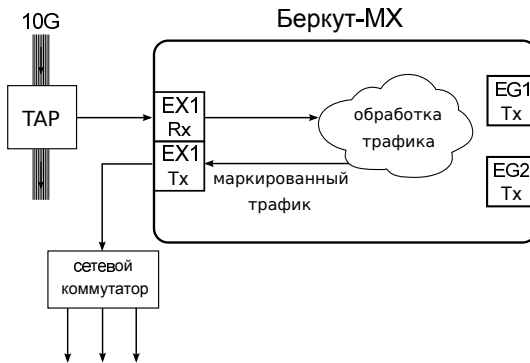


Рис. 7.4. Типовая схема подключения 4

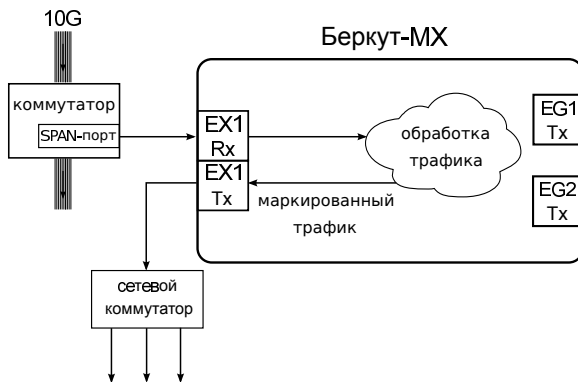


Рис. 7.5. Типовая схема подключения 5

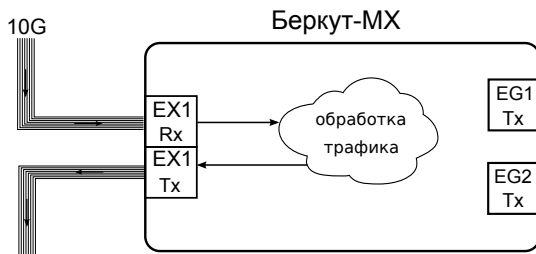


Рис. 7.6. Типовая схема подключения 6

8. Конфигурация устройства

Для настройки и управления функциями прибора Беркут-MX используется интерфейс USB 1.1/2.0 (CONSOLE, см. рис. 4.1) или системный порт 10/100BASE-T (MANAGE, см. рис. 4.2).

8.1. Общие сведения

Прибор Беркут-MX состоит из основной платформы, к которой подсоединено от 1 до 4 модулей (в зависимости от аппаратной модификации). Подключение к модулям осуществляется после подключения к прибору по интерфейсу USB (см. раздел 8.2) или Ethernet (см. раздел 8.3). Ethernet-соединение позволяет параллельно управлять несколькими модулями.

8.2. Подключение по интерфейсу USB

8.2.1. ОС Linux

Взаимодействие с прибором в ОС Linux осуществляется посредством стандартного драйвера USB serial и любой доступной терминальной программы (например, minicom).

Для установки соединения между ПК и прибором с использованием программы minicom необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить порт CONSOLE прибора Беркут-MX к USB-порту компьютера.
2. Запустить программу minicom:

```
minicom -D /dev/ttyUSB0 -b 115200
```
3. В случае успешного соединения в окно терминальной программы будет выведено приглашение для ввода имени пользователя и пароля.

Имя пользователя — admin или root (см. раздел 8.5). При первом подключении прибора к ПК поле password оставить пустым и нажать Enter. После подключения к прибору пароль можно изменить с помощью команды passwd (см. раздел 8.7).

После этого можно установить соединение с конкретным модулем, следуя указаниям раздела 8.4.

8.2.2. ОС Windows

Взаимодействие с прибором в ОС Windows осуществляется посредством драйвера Virtual COM Port. Данный драйвер следует предварительно установить на ПК для корректной инициализации прибора в системе. Файлы драйверов для различных операционных систем и указания по их установке представлены на сайте компании FTDI Chip: <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>.

Примечание. Взаимодействие с прибором может обеспечиваться как стандартными средствами ОС Windows — программой HyperTerminal, так и терминальными программами сторонних производителей.

Для установки соединения между ПК и прибором необходимо подключить Беркут-МХ к USB-порту компьютера, после чего, в случае использования программы HyperTerminal, выполнить следующие действия:

1. Запустить программу HyperTerminal.
2. Создать новое подключение: «Файл» ⇒ «Новое подключение».
3. Задать имя подключения.
4. Определить, каким COM-портом в системе является подключенный Беркут-МХ, обратившись к стандартному приложению «Диспетчер устройств»: «Мой компьютер» ⇒ «Свойства» ⇒ «Оборудование» ⇒ «Диспетчер устройств».
5. Выбрать последовательный порт, к которому подключен прибор.
6. Установить параметры последовательного порта:
 - скорость (бит/с): 115200;
 - биты данных: 8;
 - чётность: нет;
 - стоповые биты: 1;
 - управление потоком: нет.

7. После нажатия на кнопку Enter HyperTerminal попытается установить соединение с Беркут-МХ.

В случае успешного соединения в окно терминальной программы будет выведено приглашение для ввода имени пользователя и пароля.

Имя пользователя — admin или root (см. раздел 8.5). При первом подключении прибора к ПК поле password оставить пустым и нажать Enter. После подключения к прибору пароль можно изменить с помощью команды passwd (см. раздел 8.7).

После этого можно установить соединение с конкретным модулем, следуя указаниям раздела 8.4.

8.3. Подключение по интерфейсу Ethernet

8.3.1. ОС Linux

Для установки соединения между ПК и прибором по интерфейсу Ethernet необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить порт MANAGE прибора Беркут-МХ к ПК или сети.
2. Ввести команду:

```
ssh admin@IP-адрес_прибора
```

или `ssh root@IP-адрес_прибора` (см. раздел 8.5).

Примечание. IP-адрес прибора по умолчанию — 192.168.1.1.

3. При первом подключении прибора к ПК поле `password` оставить пустым и нажать `Enter`. После подключения к прибору пароль можно изменить с помощью команды `passwd` (см. раздел 8.7).

Примечание. Если требуется параллельно управлять несколькими модулями, следует установить необходимое количество сеансов подключения, после чего в каждом сеансе выполнить команды, указанные в разделе 8.4.

После выполнения вышеперечисленных действий можно установить соединение с конкретным модулем, следуя указаниям раздела 8.4.

8.3.2. ОС Windows

Для установки соединения между ПК и прибором по интерфейсу Ethernet необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить порт MANAGE прибора Беркут-МХ к ПК или сети.
2. Открыть программу `putty.exe`.
3. В поле `Host Name (or IP address)` ввести IP-адрес прибора и войти в систему.

Примечание. IP-адрес прибора по умолчанию — 192.168.1.1.

4. При первом подключении прибора к ПК поле `password` оставить пустым и нажать `Enter`. После подключения к прибору пароль можно изменить с помощью команды `passwd` (см. раздел 8.7).

Примечание. Если требуется параллельно управлять несколькими модулями, следует установить необходимое количество сеансов подключения, после чего в каждом сеансе выполнить команды, указанные в разделе 8.4.

После выполнения вышеперечисленных действий можно установить соединение с конкретным модулем, следуя указаниям раздела 8.4.

8.4. Управление модулями

Каждому модулю, подключённому к основной платформе, присвоено буквенное и цифровое обозначение (см. рис 8.1).

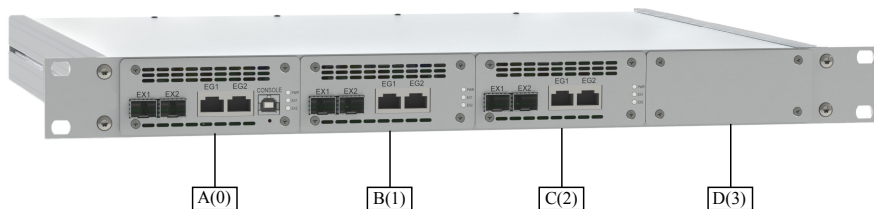


Рис. 8.1. Обозначение модулей прибора Беркут-MX

При обращении к конкретному модулю можно использовать либо буквенный, либо цифровой идентификатор.

После соединения с прибором Беркут-MX (см. раздел 8.2 и 8.3), для подключения к модулям необходимо выполнить следующие действия:

1. Запустить программу minicom: `minicom -D /dev/ttyMXA...D -b 115200` или `minicom -D /dev/ttyMX0...3 -b 115200`

Примечание. В случае, когда прибор Беркут-MX содержит только один модуль, указывать идентификатор не требуется: `minicom -D /dev/ttyMX -b 115200`

2. Нажать на кнопку «Enter»: minicom попытается установить соединение с выбранным модулем.

В случае успешного установления соединения модулем можно управлять с помощью команд, представленных в разделе 13.

8.5. Права пользователей

На приборе Беркут-MX созданы две учётные записи: root (суперпользователь) и admin (администратор). Под учётной записью root работать с прибором следует предельно внимательно.

8.6. Настройка сетевого адреса порта MANAGE

Для изменения сетевого адреса порта MANAGE (см. рис. 4.2) необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключиться к прибору Беркут-MX по интерфейсу USB (см. раздел 8.2) или Ethernet (см. раздел 8.3), используя учётную запись root.

2. Открыть файл сетевых настроек в редакторе vim:

```
vim /etc/network/interfaces
```

3. В случае получения сетевых настроек по DHCP в файле должна присутствовать строка:

```
iface eth0 inet dhcp
```

4. При задании настроек вручную в файле должны присутствовать строки:

```
iface eth0 inet static
```

```
address IP-адрес
```

```
netmask маска подсети
```

При необходимости задать:

```
gateway IP-адрес шлюза
```

```
dns-nameservers IP-адрес базы DNS
```

5. Для подтверждения настроек ввести команды

```
ifdown eth0
```

```
ifup eth0
```

или выключить, а затем включить прибор.

6. Ввести команду:

```
ifconfig eth0
```

В случае успешной установки настроек в результате выполнения команды в терминальной программе отобразятся параметры сети, значения которых будут соответствовать выполненным ранее настройкам.

8.7. Изменение пароля по умолчанию

Для изменения пароля, используемого при подключении к основной платформе, необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключиться к прибору Беркут-MX по интерфейсу USB (см. раздел 8.2) или Ethernet (см. раздел 8.3), используя учётную запись root.

2. Ввести команду `passwd` и следовать указаниям на экране.

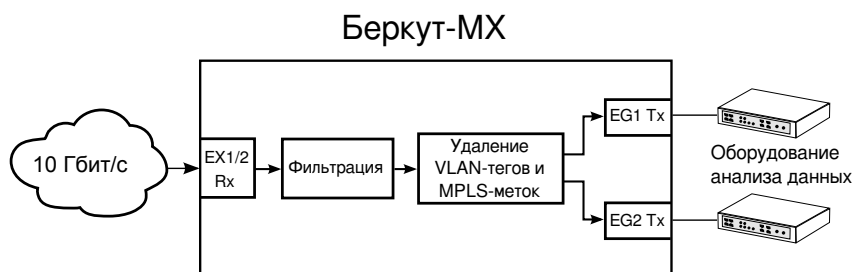
8.8. Добавление пользователей

Для добавления новых пользователей необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключиться к прибору Беркут-МХ по интерфейсу USB (см. раздел [8.2](#)) или Ethernet (см. раздел [8.3](#)), используя учётную запись root.
2. Ввести команду `adduser` и следовать указаниям на экране.

9. Удаление VLAN-тегов и MPLS-меток

В режиме оперативного сбора трафика (см. раздел 6.1) прибор Беркут-MX позволяет удалять до 3-х VLAN-тегов и MPLS-меток из пакетов, принимаемых на портах EX, что существенно упрощает дальнейший анализ потоков данных. Как правило, в этом режиме к EG портам прибора подключается оборудование для оценки/мониторинга/записи сетевой активности (далее – оборудование анализа данных).



9.1. Команды и инструменты

Настройка удаления VLAN-тегов и MPLS-меток выполняется с помощью команды `tag_rm`, описанной в раздел 13.4.

9.2. Применение

Удаление VLAN-тегов и MPLS-меток применяется в следующих случаях:

1. Оборудование анализа данных без дополнительной настройки не позволяет корректно обрабатывать VLAN-теги или MPLS-метки, а его настройка может занять длительное время.
2. Оборудование анализа данных не может обрабатывать пакеты с тегами и метками.
3. Необходимо снизить нагрузку на дальнейшее оборудование.

9.3. Пример

Задача. Все пакеты с IP-адресом источника из подсети 10.0.7.0/24, приходящие на интерфейс EX1, скопировать на интерфейс EG1 и EG2. При копировании на EG1 удалить первый и второй VLAN-тег, а также все MPLS-метки. При копировании на EG2 удалить вторую и третью MPLS-метки.

Настройка команды `filter`:

```
filter 0 from ex1 to eg* ipsrc 10.0.7.0/24 mode on
```

Настройка команды `tag_rm`:

```
1) tag_rm ex1 eg1 vlan 1 2 mpls all
2) tag_rm ex1 eg2 mpls 2 3
```

Пусть на интерфейс EX1 приходит поток кадров, содержащих 3 VLAN-тега и 3 MPLS-метки, с IP-адресом отправителя 10.0.7.5:

Dst MAC	Src MAC	VLAN 1 VID=80	VLAN 2 VID=90	VLAN 3 VID=100	MPLS 1 label 10	MPLS 2 label 20	MPLS 3 label 30	Src IP 10.0.7.5	Dst IP
---------	---------	------------------	------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------

Этот поток удовлетворяет условиям фильтра с номером 0 и должен быть скопирован на интерфейсы EG1 и EG2.

Первая команда `tag_rm` отвечает за изменение потока при передаче на интерфейс EG1 — из пакетов будут удалены первый и второй VLAN-теги, а также все MPLS-метки. С интерфейса EG1 будет отправлен поток кадров, содержащих только один VLAN-тег:

Dst MAC	Src MAC	VLAN 3 VID=100	Src IP 10.0.7.5	Dst IP
---------	---------	-------------------	--------------------	--------

Вторая команда `tag_rm` отвечает за изменение потока при передаче на интерфейс EG2 — из пакетов будут удалены вторая и третья MPLS-метки. С интерфейса EG2 будет отправлен поток кадров, содержащих три VLAN-тега и одну MPLS-метку:

Dst MAC	Src MAC	VLAN 1 VID=80	VLAN 2 VID=90	VLAN 3 VID=100	MPLS 1 label 10	Src IP 10.0.7.5	Dst IP
---------	---------	------------------	------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------

10. Замена полей пакетов

В режиме оперативного сбора трафика (см. раздел 6.1) прибор Беркут-MX позволяет выполнить замену различных полей пакетов: MAC- и IP-адресов, UDP-портов. Как правило, в этом режиме к EG портам прибора подключается оборудование для оценки/мониторинга/записи сетевой активности (далее – оборудование анализа данных). Подмена происходит без потери производительности при 100% нагрузке.



10.1. Команды и инструменты

Настройка подмены MAC- и IP-адресов получателя осуществляется с помощью инструмента `replace-table` (см. раздел 13.5). Для замены номера UDP-порта получателя предварительная настройка не требуется. Включение подмены осуществляется с помощью инструмента `filters` (см. стр. 45) или команды `filter` (см. стр. 49).

10.2. Применение

Замену полей пакетов можно использовать, когда оборудование анализа данных принимает кадры только с определённым MAC-адресом (IP-адресом, номером UDP-порта), а все остальные отбрасывает. В этом случае Беркут-MX может произвести подмену поля на значение, заданное пользователем.

10.3. Редактирование конфигурационного файла

Настройка подмены MAC- и IP-адресов выполняется с помощью конфигурационного файла, по умолчанию хранящегося в памяти основной платформы /etc/mx/replace-table.ini или, в случае централизованного управления несколькими Беркут-МХ, на сервере — /etc/metrotek/mx/replace-table.ini. Этот файл представляет собой таблицу, содержащую до 15 пар MAC/IP-адресов, на которые будет производиться замена соответствующих полей пакетов.

Изменения в файл replace-table.ini вносятся посредством любого текстового редактора. При заполнении ini-файла необходимо учитывать особенности его формата. Файл может содержать пустые строки, заголовки разделов (номера записей), а также параметры и их значения (MAC- и IP-адреса):

```
[заголовок]
параметр_1 = значение_1
параметр_2 = значение_2
```

Каждый раздел (запись) может содержать два параметра — MAC-адрес и IP-адрес. Максимально количество записей — 15. Если значение параметра не указано или равно 0, подмена этого поля производиться не будет.

Например, при использовании для подмены второй записи из примера ниже, MAC-адрес получателя будет изменён на 00:AA:BB:CC:11:41, а IP-адрес останется без изменений. При использовании третьей записи, IP-адрес получателя будет изменён на 192.168.1.1, а MAC-адрес получателя не изменится.

```
[1]
mac = 00:01:02:03:04:05
ip  = 192.168.1.1
[2]
mac = 00:AA:BB:CC:11:41
[3]
ip  = 192.168.1.1
mac = 00:00:00:00:00:00
```

10.4. Применение настроек конфигурационного файла

По умолчанию конфигурационный файл хранится в памяти основной платформы (или на сервере). Для того, чтобы применить внесённые в него изменения для конкретного модуля прибора Беркут-МХ, требуется передать их на этот модуль с помощью инструмента replace-table. Опции инструмента, которые для этого используются, подробно описаны в разделе [13.5](#).

10.5. Изменение одной записи конфигурационного файла

Если требуется отредактировать только одну запись конфигурационного файла, можно использовать инструмент `replace-table`. В этом случае инструмент вызывается с ключами, позволяющими задать MAC- и IP-адрес (см. стр. 56), в результате чего конфигурационный файл автоматически копируется из памяти платформы в память указанного модуля и в него добавляются заданные адреса. При этом файл в памяти платформы остаётся без изменений. При повторном вызове инструмента, файл в памяти модуля перезаписывается на тот, который хранится в памяти платформы.

10.5.1. Пример

Пусть в памяти платформы хранится следующий конфигурационный файл:

```
[1]
mac = 00:01:02:03:04:05
ip  = 192.168.1.1
[2]
mac = 00:AA:BB:CC:11:41
```

Вводится команда:

```
replace-table -d c -n 2 --ip 1.2.3.4 --mac FF:FF:FF:00:00:00
```

В результате выполнения этой команды файл в памяти платформы не изменится, а будет скопирован в память модуля МХ-С с изменённой второй 2-й записью:

```
[1]
mac = 00:01:02:03:04:05
ip  = 192.168.1.1
[2]
mac = FF:FF:FF:00:00:00
ip  = 1.2.3.4
```

Вводится следующая команда:

```
replace-table -d c -n 1 --ip 5.6.7.8 --mac FF:FF:FF:00:00:00
```

В результате выполнения этой команды файл из памяти платформы будет снова скопирован в память модуля МХ-С, при этом в нём будет изменена 1-я запись. Данные, введённые предыдущей командой, не сохранятся:

```
[1]
mac = FF:FF:FF:00:00:00
ip = 5.6.7.8
[2]
mac = 00:AA:BB:CC:11:41
```

10.6. Пример подмены полей пакета

Задача. Все пакеты с IP-адресом источника из подсети 172.168.14.0/24, приходящие на интерфейс EX1, скопировать на интерфейсы EG1 и EG2. При копировании на EG1 произвести замену MAC- и IP-адреса согласно 4-й записи конфигурационного файла, при копировании на EG2 — согласно 5-й записи. Значение UDP-порта получателя для обоих интерфейсов изменить на 5 000.

Настройка конфигурационного файла replace-table.ini:

```
[4]
mac = 00:AA:BB:CC:11:41
[5]
ip = 10.0.0.9
```

Настройка команды filter:

```
filter 0 from ex1 to eg* ipsrc 172.16.14.0/24 rrule 4:5 rportdst
5000 mode on
```

На порт EX1 приходит пакет с IP-адресом источника 172.16.14.5:

Dst MAC	Src MAC	Src IP	Dst IP	Src UDP port 1456	Dst UDP port 69
00:21:CE:66:77:88	00:21:CE:11:22:33	172.16.14.5	8.8.8.8		

Этот пакет удовлетворяет условиям фильтра с номером 0 и должен быть перенаправлен на интерфейсы EG1 и EG2. При этом, согласно 4-й и 5-й записи конфигурационного файла, при копировании на порт EG1 будет произведена замена MAC-адреса отправителя на адрес 00:AA:BB:CC:11:41, а при копировании на порт EG2 — замена IP-адреса получателя на адрес 10.0.0.9. Значение UDP-порта получателя для обоих портов изменится на 5 000.

Пакет, который будет отправлен с порта EG1:

Dst MAC 00:AA:BB:CC:11:41	Src MAC 00:21:CE:11:22:33	Src IP 172.16.14.5	Dst IP 8.8.8.8	Src UDP port 1456	Dst UDP port 5000
------------------------------	------------------------------	-----------------------	-------------------	----------------------	----------------------

Пакет, который будет отправлен с порта EG2:

Dst MAC 00:21:CE:66:77:88	Src MAC 00:21:CE:11:22:33	Src IP 172.16.14.5	Dst IP 10.0.0.9	Src UDP port 1456	Dst UDP port 5000
------------------------------	------------------------------	-----------------------	--------------------	----------------------	----------------------

11. Энтропометр

Прибор Беркут-МХ в режиме оперативного сбора трафика (см. раздел 6.1) позволяет выполнить энтропийный анализ принимаемых данных.

Информационная энтропия — количественная величина, описывающая неопределённость появления конкретного байта в пакете. Данные, передаваемые с помощью бинарных протоколов¹, обладают высокой энтропией. Данные, передаваемые посредством текстовых протоколов², обладают значительно меньшей энтропией. Зная величину энтропии (см. раздел 11.4), можно идентифицировать и отфильтровать интересующие протоколы. Такой метод анализа позволяет снизить нагрузку на оборудование, выполняющее сохранение или обработку сетевого трафика.

11.1. Принцип работы

Энтропийный анализ, выполняемый прибором Беркут-МХ, в обобщённом виде состоит из следующих этапов:

1. Данные, приходящие на интерфейсы EX1 и EX2, передаются на блок фильтрации (см. рис. 6.2), где с помощью энтропометра для каждого пакета вычисляется величина максимальной энтропии (см. раздел 11.3).
2. Энтропийный фильтр сравнивает полученные значения с величиной энтропии, заданной пользователем (см. стр. 49).
3. Пакеты, удовлетворившие условиям фильтрации, передаются на интерфейсы EG1/EG2 или подвергаются дальнейшей обработке (инкапсуляция в UDP-пакет, удаление части пакета, вставка временной метки).

11.2. Команды и инструменты

Настройки вычисления энтропии выполняются с помощью команды `entropy` (см. раздел 13.6). Настройка и включение энтропийного фильтра осуществляется командой `filter` (см. стр. 49).

¹ Например, HTTP-video, SSH, TORRENT

² Например, HTTP-request, SIP, SMTP

11.3. Расчёт энтропии

Максимальная энтропия пакета данных E рассчитывается по формуле:

$$E = \log_2 A,$$

где A — количество неповторяющихся символов в пакете (алфавит).

Примечание. За 1 символ принимается 1 байт данных.

Энтропия может быть вычислена начиная от указанного байта или уровня полезной нагрузки Ethernet-пакета (см. рис. 11.1). Настройки задаются с помощью команды `entropy` (см. раздел 13.6).

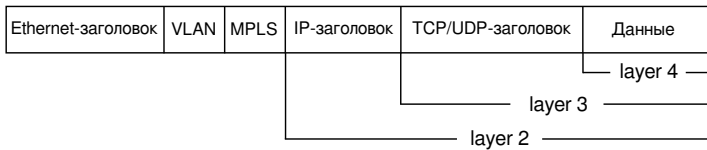


Рис. 11.1. Уровни полезной нагрузки Ethernet-пакета

11.4. Значения энтропии

В таблице ниже приведены граничные значения максимальной энтропии пакетов данных для некоторых типов протоколов, полученные в результате моделирования.

Примечание. Исследование проводилось для 100 000 пакетов каждого типа трафика, энтропия рассчитывалась для 4-го уровня полезной нагрузки Ethernet-пакета (см. рис. 11.1).

Протокол	Максимальная энтропия		
	E_{min}	E_{avg}	E_{max}
FTP	5.7279	7.7879	8.0000
FTP-ctrl	5.2095	5.8329	6.4263
HTTP	4.7549	7.5078	8.0000
HTTP-request	6.2095	6.5999	6.9887
HTTP-video	7.1997	7.9600	8.0000
HTTPS	3.3219	6.1497	8.0000
SIP	5.6724	6.3750	7.0661
SMTP	4.7549	6.0875	7.4094
SSH	4.9069	6.5078	8.0000
TORRENT	7.2095	7.9658	8.0000
RTP-video	7.6073	7.9830	8.0000

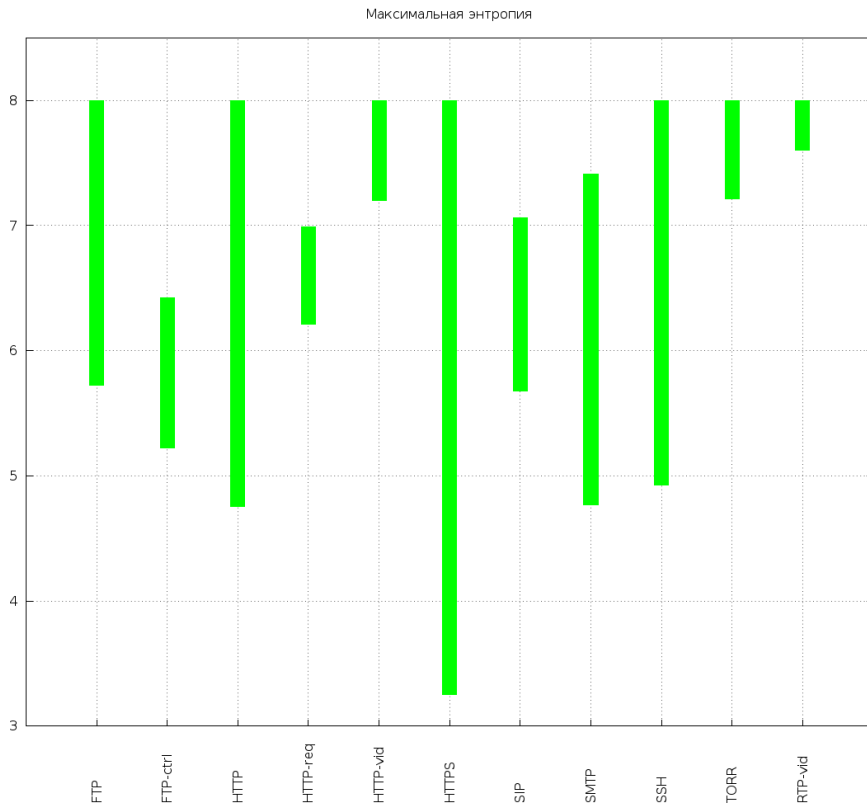


Рис. 11.2. Зависимость энтропии от типа трафика

11.5. Пример

Задача. Рассчитать энтропию пакетов, приходящих на интерфейс EX1, начиная со 124 байта. Рассчитать энтропию пакетов, приходящих на интерфейс EX2, начиная с первого байта полезной нагрузки 2-го уровня. Пакеты с интерфейса EX1, имеющие значение энтропии в диапазоне 2.51–6, скопировать на интерфейс EG1. Пакеты с интерфейса EX2, имеющие значение энтропии в диапазоне 2–6, скопировать на интерфейс EG2.

1. Выведем текущие настройки вычисления энтропии:

```
# entropy
## EX1 ##
Entropy mode: Offset
Offset:      0
Layer:      0
## EX2 ##
Entropy mode: Offset
Offset:      0
Layer:      0
```

2. Установим параметры расчёта энтропии для порта EX1:

```
# entropy ex1 offset 124
```

Энтропия будет вычислена начиная со 124-го байта и до конца пакета.

3. Установим параметры расчёта энтропии для порта EX2:

```
# entropy ex2 layer 2
```

Энтропия будет вычислена начиная с первого байта нагрузки 2-го уровня и до конца пакета.

4. Выведем настройки вычисления энтропии:

```
# entropy
## EX1 ##
Entropy mode: Offset
Offset:      124
Layer:      0
## EX2 ##
Entropy mode: User layer
Offset:      0
Layer:      2
```

5. Выведем текущие настройки 1-го фильтра:

```
# filter 1
from ex1 filter      : 1
mode                 : off
entr                 : off
to                   : drop
packets              : 0
bytes                : 0

from ex2 filter      : 1
mode                 : off
entr                 : off
to                   : drop
packets              : 0
bytes                : 0
```

6. Выполним настройку и включим 1-й фильтр для порта EX1:

```
# filter 1 from ex1 entr 2.51 6 to eg1 mode on
Warning: Initial range is slightly different than actual.
entr_min: 2.5100 -> 2.5850 ( 6 )
entr_max: 6.0000 ( 64 )
OK
```

Примечание. Максимальная энтропия может принимать одно из 256 значений в диапазоне от 0 до 8 (см. раздел [11.3](#)). Если введённое пользователем значение отличается от допустимых, оно заменяется на ближайшее разрешённое: 2.51⇒2.585 (6). В круглых скобках в справочных целях указывается значение алфавита.

В соответствии с настройками фильтра пакеты, приходящие на порт EX1 и имеющие значение энтропии в диапазоне 2.585–6, будут перенаправлены на порт EG1.

7. Выведем настройки 1-го фильтра:

```
# filter 1
from ex1 filter      : 1
mode                 : on
entr_min             : 2.5850 ( 6 )
entr_max             : 6.0000 ( 64 )
to                   : eg1
packets              : 0
bytes                : 0
from ex2 filter      : 1
mode                 : off
to                   : drop
```

```
packets      : 0
bytes        : 0
```

8. Выполним настройку и включим 1-й фильтр для порта EX2:

```
# filter 1 from ex2 entr 2 6 to eg2 mode on
entr_min: 2.0000 ( 4 )
entr_max: 6.0000 ( 64 )
OK
```

9. Выведем настройки 1-го фильтра:

```
# filter 1
from ex1 filter      : 1
mode                 : on
entr                 : on
entr_min             : 2.5850 ( 6 )
entr_max             : 6.0000 ( 64 )
to                   : eg1
packets              : 0
bytes                : 0
```

```
from ex2 filter      : 1
mode                 : on
entr                 : on
entr_min             : 2.0000 ( 4 )
entr_max             : 6.0000 ( 64 )
to                   : eg2
packets              : 0
bytes                : 0
```

В соответствии с настройками фильтра пакеты, приходящие на порт EX2 и имеющие значение энтропии в диапазоне 2–6, будут перенаправлены на порт EG2.

12. Обработка пакетов

Прибор Беркут-МХ в режиме оперативного сбора данных (см. раздел 6.1) позволяет выполнить оптимизацию процесса анализа сетевого трафика, управляя количеством информации, посылаемой на систему обработки. При этом для удаления части кадра используется техника «packet slicing» (см. раздел 12.3), для передачи данных через сеть — инкапсуляция в UDP-пакет (см. раздел 12.4), для оценки задержки — вставка временной метки (см. раздел 12.5).

Примечание. Инкапсуляция в UDP-пакет и вставка временной метки могут применяться как в комплексе с техникой «packet slicing», так и отдельно от неё.

12.1. Принцип работы

Данные, приходящие на интерфейсы EX1 и EX2, передаются на блок фильтрации (см. рис. 6.2). В зависимости от настроек фильтров выполняется одно из следующих действий:

- передача пакета на выходной порт (EG1/EG2) без изменений;
- упаковка в UDP-пакет и передача на выходной порт;
- удаление части пакета и передача на выходной порт;
- удаление части пакета, упаковка в UDP-пакет и передача на выходной порт.

При инкапсуляции в UDP-пакет имеется возможность вставки временной метки.

12.2. Команды и инструменты

Настройка параметров удаления части пакета выполняется с помощью команды `slicing` (см. раздел 13.7), вставка временной метки задаётся командой `timestamping` (см. раздел 13.8). Включение функции удаления части пакета и инкапсуляции в UDP-пакет осуществляется командой `filter` (см. стр. 49).

12.3. Packet slicing

Применение функции «packet slicing» позволяет снизить объём анализируемых данных в десятки раз. В результате уменьшаются затраты на обработку информации и повышается производительность оборудования.

Принцип «packet slicing» заключается в удалении части Ethernet-кадра: например, отделении заголовков от полезной нагрузки. Количество информации, которую требуется выделить из пакета, задаётся пользователем с помощью команды `slicing` (см. раздел 13.7).

12.4. Инкапсуляция в UDP-пакет

Инкапсуляция данных в UDP-пакет используется для передачи информации (например, заголовков пакетов — см. раздел 12.3) через сеть, содержащую коммутаторы и маршрутизаторы.

Пользователь может заранее настроить до 10 UDP-заголовков (см. раздел 12.4.1), в которые будет инкапсулироваться пакет. По умолчанию данные упаковываются в нулевой заголовок, настройка выполняется с помощью опции `encaps_hdr` команды `filter` (см. стр. 49).

12.4.1. Настройка заголовков

Заголовки, которые будут использованы для туннелирования, хранятся в конфигурационном файле в памяти платформы: `/etc/mx/encaps-slicer.ini`.

Изменения в файл `encaps-slicer.ini` вносятся посредством любого текстового редактора. При заполнении `ini`-файла необходимо учитывать особенности его формата. Файл может содержать пустые строки, заголовки разделов (номера записей), а также параметры и их значения (MAC- и IP-адреса, номера UDP-портов):

```
[заголовок]
параметр_1 = значение_1
параметр_2 = значение_2
```

Каждый раздел (запись) содержит описание полей пакета, которые будут размещены в заголовке. Имя раздела представляет собой номер настраиваемого заголовка. Количество записей — 10. Пример записи для нулевого заголовка:

```
[0]
macsrc = 00:21:CE:11:22:33
macdst = 00:21:CE:44:55:66
ipsrc = 10.0.0.1
ipdst = 10.0.0.100
portsrc = 5000
portdst = 50000
```

12.4.2. Применение настроек

При включении прибора настройки конфигурационного файла применяются для всех модулей. Загрузить внесённые в файл изменения на конкретный модуль можно одним из двух способов:

1. Перезагрузить модуль:

```
root@mx: # mx-util -d <имя_модуля> a -r
```

2. Запустить скрипт для обновления настроек:

```
root@mx: # /usr/lib/mx/slicer/load-ipconf.exp /dev/ttyMX<имя_модуля>
```

12.5. Вставка временной метки

Вставка временной метки используется, когда необходимо знать точное время приёма пакета для проведения измерений временных характеристик (например, задержки). Метка имеет формат NTP (64 бита) и включается в конец UDP-пакета, содержащего заголовок или часть кадра (см. раздел 12.4). Вставка метки задаётся командой `timestamping` (см. раздел 13.8).

13. Команды и инструменты

13.1. Системные команды

help

Служит для вывода списка всех команд или справочной информации по отдельной команде.

Синтаксис команды

Вывод списка команд:

```
help
```

Вывод справочной информации для конкретной команды:

```
help <command>
```

versions

Служит для вывода номера версии программного обеспечения.

Синтаксис команды

```
versions
```

Команда не имеет параметров и опций.

uptime

Служит для вывода времени работы устройства с момента включения.

Синтаксис команды

```
uptime
```

Команда не имеет параметров и опций.

history

Служит для вывода списка введённых ранее команд.

Синтаксис команды

```
history
```

Команда не имеет параметров и опций.

bootup

Служит для вывода количества включений прибора.

Синтаксис команды

Вывод текущего значения счётчика:

```
bootup
```

Сброс счётчика:

```
bootup clear
```

settings

Служит для сохранения настроек, выполненных с помощью команд `filter` и `iface`, в энергонезависимую память прибора, а также для загрузки или удаления этих настроек из памяти.

Синтаксис команды

Сохранение текущих настроек:

```
settings save
```

Удаление настроек:

```
settings clear
```

Загрузка настроек:

```
settings load
```

13.2. Настройка интерфейсов и получение статусной информации

iface

Служит для настройки физических интерфейсов (EG, EX) и вывода статусной информации.

Синтаксис команды

Вывод информации по всем интерфейсам:

```
iface
```

Изменение настроек или вывод статусной информации для интерфейса с именем «NAME»:

```
iface <NAME> [up|down] [mode lan|wan] [speed 10|100|1000]  
[autoneg on|off] [advertize [10|100|1000|all]] [lb on|off]
```

Параметры

- без параметров — вывести всю статусную информацию по всем физическим интерфейсам (EG, EX);
- NAME — название интерфейса (EG, EX), для которого необходимо вывести статусную информацию или изменить настройки.

Опции

- up — включить интерфейс;
- down — выключить интерфейс;
- mode lan — выбрать LAN-режим работы интерфейса (только для интерфейсов EX);
- mode wan — выбрать WAN-режим¹ работы интерфейса (только для интерфейсов EX);
- speed [10|100|1000] — выбрать скорость передачи данных (только для интерфейсов EG);
- autoneg on — включить режим автосогласования (только для интерфейсов EG);
- autoneg off — выключить режим автосогласования (только для интерфейсов EG);

¹ WAN-режим — вариант 10G Ethernet, адаптированный для работы в сетях OC-192.

- `advertize [10|100|1000]` — выбрать предпочитаемую скорость соединения: 10, 100 или 1000 Мбит/с (только для интерфейсов EX при включённом автосогласовании);
- `advertize [all]` — установить соединение на любой из скоростей 10/100/1000 Мбит/с (только для интерфейсов EX при включённом автосогласовании);

Примечание. Соединение будет установлено только в том случае, если на противоположном конце также используется автосогласование, и как минимум одна предпочитаемая скорость совпадает. Соединение устанавливается на предпочитаемой скорости, максимальной для обоих устройств.

- `lb on` — включить режим перенаправления трафика («Шлейф») на исходный порт (только для интерфейсов EX);

Примечание. Режим «Шлейф» позволяет не только перенаправить трафик на исходный порт, но и отправить его на порты EG с возможностью предварительной фильтрации.

- `lb off` — выключить режим шлейф (только для интерфейсов EX).

Примеры использования

1. Включить интерфейс EX1 и установить на нём режим WAN:

```
iface ex1 up mode wan
```

2. Включить режим автосогласования на интерфейсе EG2:

```
iface eg2 autoneg on
```

13.3. Настройка фильтров

filters

Примечание. Для использования инструмента `filters` следует подключиться только к основной платформе (см. раздел 8.2 и 8.3). Соединение с конкретным модулем не требуется.

Правила и фильтры

Инструмент `filters` позволяет настроить до 2016 правил для каждого интерфейса EX. Правило представляет собой набор фильтров. Фильтр — это критерий, по которому проверяются все пакеты, поступающие на выбранный интерфейс. Например, фильтром может быть определённый IP-адрес или номер TCP/UDP-порта. Если пакет не соответствует ни одному из правил, он удаляется.

Словарь правил

Все создаваемые правила добавляются в словарь, который может храниться в памяти основной платформы и/или конкретного модуля. Правила можно последовательно вводить в командную строку или создать специальный текстовый файл, содержащий набор правил.

Удалять словарь можно как из памяти основной платформы, так и из памяти конкретного модуля.

Синтаксис

```
filters [-n] [-w file] [-w clear] [-w fclear] [-w "$fields"]
[-F $filename] [-r] [-R] [-f] [-l] [-d, --device] [-h, --help]
[-v, --version]
```

Опции

`-n` — очистить список правил для обоих интерфейсов: будут удалены все временные файлы и словари; модуль задается с помощью ключа `-d` (по умолчанию используется MX-A);

`-w file` — добавить в словарь основной платформы правила, указанные в файле `/etc/MX/filters/MX-A...D/rules` и записать их на соответствующий модуль; модуль задается с помощью ключа `-d` (по умолчанию используется MX-A);

`-w clear` — очистить список правил для обоих интерфейсов EX заданного модуля; модуль задается с помощью ключа `-d` (по умолчанию — MX-A);

-w fclear — быстро выключить все правила для обоих интерфейсов EX заданного модуля; модуль задается с помощью ключа -d (по умолчанию — МХ-А);
 -w "a b c d e f g h i j" — создать правило и записать его в память основной платформы и конкретного модуля (описание буквенных обозначений представлено в таблице ниже); параметры, по которым не будет производиться фильтрация, обозначаются буквой x, для них используется значение по умолчанию;

Примечание. Параметры d-f позволяют указать двоичную маску (16 бит для номеров портов, 8 бит для номера IP-протокола). Бит, равный нулю, соответствует любому значению. Например, диапазон номеров портов 8080/65534 (0xffffe) включает значения 8080 и 8081.

Буквенное обозначение	Описание	Допустимые значения	Значение по умолчанию (x)
a (обязательное поле)	номер правила (правила с большим номером имеют больший приоритет)	0–2015	—
b	IP-адрес источника	XXX.XXX.XXX.XXX/XX, x	любое
c	IP-адрес получателя	XXX.XXX.XXX.XXX/XX, x	любое
d	IP-протокол	десятичное число в диапазоне $0 \dots (2^{16} - 1)$ /маска или x	любое
e	номер TCP/UDP-порта отправителя	десятичное число в диапазоне $0 \dots (2^{16} - 1)$ /маска или x	любое
f	номер TCP/UDP-порта получателя	десятичное число в диапазоне $0 \dots (2^{16} - 1)$ /маска или x	любое
g	порт для записи	ex1, ex2	ex1
h	действие при совпадении информации в принятом пакете с заданным правилом	drop (удалить), eg1 (перенаправить на интерфейс EG1), eg2 (перенаправить на интерфейс EG2), both (перенаправить на оба интерфейса: EG1 и EG2)	drop

Буквенное обозначение	Описание	Допустимые значения	Значение по умолчанию (x)
i	Параметры замены полей пакетов. Формат записи: <code>rrule:port</code> или <code>rrule_eg1:rrule_eg2:port</code> , где <code>rrule</code> — номер записи конфигурационного файла; <code>rrule_eg1</code> , <code>rrule_eg2</code> — номер записи конфигурационного файла для интерфейсов EG1 и EG2; <code>port</code> — номер UDP-порта получателя.	номер записи конфигурационного файла: 1...15; номер UDP-порта получателя: 0...65535	подмена отключена
j	статус правила	0 (запретить выполнение), 1 (разрешить выполнение)	1

-F — задать имя файла со списком правил, отличное от используемого по умолчанию (`/etc/MX/filters/MX-A...D/rules`);

-r — вывести список правил в следующем виде:

FS rule # : 5

IPsrc : 4.1.1.1/24

IPdst : 1.1.1.2/0

Proto : 0/0

PORTsrc : 80/65535

PORTdst : 0/0

Act : both

Status : 1

-R — вывести список правил в формате:

1 1.1.1.1/24 1.1.1.2/0 0/0 80/65535 0/0 ex1 both 1

2 1.1.1.1/0 1.1.1.2/0 0/0 0/0 0/0 ex1 drop 1,

а также создать файл, содержащий этот список (по умолчанию — `/tmp/MX/filters/MX-A...D/rules_returned`);

-f — добавить словарь в память основной платформы, не посылая его на определенный модуль;

-l — записать созданный словарь на соответствующий модуль;

-d — выбрать модуль: MX-A (a), MX-B (b), MX-C (c) или MX-D (d);

-h — вывести информацию о программе `filters`;

-v — вывести версию программы `filters`.

Примеры использования

1. Создать правило с номером «44» для интерфейса EX1 с любым IP-адресом источника, IP-адресом получателя 1.1.2.x, любым номером IP-протокола, номером TCP/UDP-порта источника 8080, любым номером порта получателя. Пакеты, удовлетворяющие правилу, пересылать на интерфейс EG1. Разрешить выполнение данного правила.

```
filters -w "44 x 1.1.2.3/24 x 8080 x ex1 eg1 1"
```

2. Создать правило с номером «0» для интерфейса EX2 с IP-адресом источника из подсети 172.16.14.0/24, любым IP-адресом получателя, любым номером IP-протокола, любыми номерами TCP/UDP-портов источника и получателя, любым номером порта получателя. Пакеты, удовлетворяющие правилу, пересылать на интерфейсы EG1 и EG2. При копировании на EG1 произвести замену MAC- и IP-адресов согласно 4-й записи конфигурационного файла, при копировании на EG2 — согласно 5-й записи. Значение UDP-порта получателя для обоих интерфейсов изменить на 5 000. Разрешить выполнение данного правила.

```
filters -w "0 172.16.14.0/24 x x x x ex2 both 4:5:5000 1"
```


filter

Команда отвечает за вывод информации о состоянии фильтров, настройку параметров и управление работой фильтров.

Синтаксис команды

Вывод информации по всем фильтрам:

```
filter
```

Изменение настроек фильтра с номером «fnum»:

```
filter <fnum> <from ex1|ex2> [mode on|off] [to eg1|eg2|drop]
[vlan_id value|any] [vlan_pri value|any] [mpls_label value|any]
[mppls_exp value|any] [ipsrc value|any] [ipdst value|any]
[dscp value|any] [proto value|any] [portsrc value|startport-endport
[odd|even]|any|all] [portdst value|startport-endport
[odd|even]|any|all] [port value|startport-endport [odd|even]|any|all]
[string <pattern> [from] [to]] [iplen [min-max|value]]
[ipoffset [on|off]] [rrule <1..15[:1..15]>] [rportdst <0..65535>]
[entr <0..8.0000> <0..8.0000>] [entr off] [slicing [on|off]]
[encaps_hdr <0..9>] [encaps [on|off]] [clear]
```

Параметры

- без параметров — вывести информацию о настройках всех фильтров;
- fnum — выбрать фильтр с определённым номером; номер указывается в виде целого числа в диапазоне 0..9.

Примечание. Чем больше номер фильтра, тем выше его приоритет.

- from ex1|ex2 — выбрать интерфейс.

Опции

- mode on — включить фильтр;
- mode off — выключить фильтр;
- to eg1 — отправлять пакеты на интерфейс EG1;
- to eg2 — отправлять пакеты на интерфейс EG2;
- to drop — уничтожать пакеты;
- vlan_id — задать значение идентификатора VLAN (VLAN ID): десятичное или шестнадцатеричное число в диапазоне 0..4095;
- vlan_id any — отключить фильтрацию по значению поля;

- `vlan_pri` — задать значение приоритета VLAN (VLAN Priority): десятичное или шестнадцатеричное число в диапазоне 0...7;
- `vlan_pri any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `mpls_label` — задать значение идентификатора MPLS-метки: десятичное или шестнадцатеричное число в диапазоне 0...0×FFFF;
- `mpls_label any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `mpls_exp` — задать значение EXP битов MPLS-метки: десятичное или шестнадцатеричное число в диапазоне 0...7;
- `mpls_exp any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `ipsrc` — задать IP-адрес источника/маску;
- `ipsrc any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `ipdst` — задать IP-адрес получателя/маску;
- `ipdst any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `dscp` — DSCP биты IP-заголовка: десятичное или шестнадцатеричное число в диапазоне 0...255 (см. табл. 15.1);
- `dscp any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `proto` — задать протокол 4 уровня: десятичное или шестнадцатеричное число в диапазоне 0...255;
- `proto any` — отключить фильтрацию по значению поля;
- `portsrc value|startport-endport [odd|even]` — задать номер (value) или интервал номеров (startport-endport) TCP/UDP-портов источника в виде десятичных или шестнадцатеричных чисел в диапазоне 0...0×FFFF; при использовании параметра odd|even данная опция позволяет выбрать только чётные/нечётные номера из заданного интервала;
- `portsrc any` — отключить фильтрацию по значению TCP/UDP-порта источника;
- `portsrc all` — включить фильтрацию всего диапазона TCP/UDP-портов отправителя (0...0×FFFF);
- `portdst value|startport-endport [odd|even]` — задать номер (value) или интервал номеров (startport-endport) TCP/UDP-портов получателя в виде десятичных или шестнадцатеричных чисел в диапазоне 0...0×FFFF; при использовании параметра odd|even данная опция позволяет выбрать только чётные/нечётные номера из заданного интервала;
- `portdst any` — отключить фильтрацию по значению TCP/UDP-порта получателя;
- `portdst all` — включить фильтрацию всего диапазона TCP/UDP-портов получателя (0...0×FFFF);

- `port value|startport-endport [odd|even]` — задать номер (`value`) или интервал номеров (`startport-endport`) TCP/UDP-портов получателя и отправителя в виде десятичных или шестнадцатеричных чисел в диапазоне `0..0xFFFF`; при использовании параметра `odd|even` данная опция позволяет выбрать только чётные/нечётные номера из заданного интервала;
- `port any` — отключить фильтрацию по значению TCP/UDP-порта отправителя и получателя;
- `port all` — включить фильтрацию всего диапазона TCP/UDP-портов отправителя и получателя (`0..0xFFFF`);
- `string <pattern>` — задать строку для поиска внутри содержимого всего пакета; строка может быть задана несколькими способами (в кавычках или без):
 - последовательностью букв и символов: «hello», «hello, world»;
 - последовательностью байт: `\xAA\xBC\x15`;
 - последовательностью букв и байт: «hello `\xAA\xBC\x15`».
- `string <pattern> [from] [to]` — задать интервал байт для поиска начала строки внутри содержимого пакета:
 - `from` — номер байта после IP-заголовка пакета, с которого начнётся поиск строки;
 - `to` — номер байта после IP-заголовка пакета, до которого будет выполняться поиск строки.
- `iplen [min-max|value]` — включить фильтрацию по длине IP-пакета:
 - `min-max` — минимальное и максимальное значение диапазона длины пакета;
 - `value` — значение длины пакета.
- `ipoffset [on|off]` — включить/выключить фильтрацию по значению смещения в IP-заголовке (по умолчанию фильтрацию по значению смещения выключена):
 - `on` — фильтр пропускает только те пакеты, у которых смещение в IP-заголовке больше нуля;
 - `off` — фильтр пропускает все пакеты;
- `rrule <1..15[:1..15]>` — задать номер записи конфигурационного файла, который будет использоваться для подмены полей пакетов (двоеточие разделяет номера записей для интерфейсов EG1 и EG2);
- `rportdst <0..65535>` — задать номер UDP-порта получателя для подмены (при выборе нулевого значения подмена производится не будет);

- `entr <0..8.0000> <0..8.0000>` — задать диапазон значений энтропии;
Примечание. Максимальная энтропия может принимать одно из 256 значений в диапазоне от 0 до 8. Если введённое пользователем значение отличается от допустимых, оно будет заменено на ближайшее разрешённое. Граничные значения максимальной энтропии для некоторых типов протоколов приведены в разделе [11.4](#).
- `entr any` — отключить фильтрацию пакетов по значению энтропии;
- `slicing [on|off]` — включить/выключить функцию удаления части пакета;
- `encaps_hdr <0..9>` — задать номер UDP-заголовка, в который будут инкапсулироваться пакеты;
- `encaps [on|off]` — включить/выключить инкапсуляцию в UDP-пакет;
- `clear` — сбросить настройки для выбранного фильтра.

Примеры использования

1. Внести изменения в фильтр с номером «2» — перенаправить с порта EX1 на порт EG1 все пакеты с IP-адресом источника 192.168.10.10 и IP-адресом получателя из подсети 192.168.222.0/24:

```
filter 2 from ex1 ipsrc 192.168.10.10 ipdst 192.168.222.0/24 to eg1
```

2. Внести изменения в фильтр с номером «4» — удалить из потока, проходящего на порт EX2, все пакеты, у которых VLAN ID = 7:

```
filter 4 from ex2 vlan_id 0x7 to drop
```

3. С помощью фильтра с номером «5» выделить из потока, проходящего на порт EX1, пакеты, номер TCP/UDP-порта которых находится в интервале от 100 до 200 и при этом является нечётным:

```
filter 5 from ex1 portsrc 100-200 odd
```

4. С помощью фильтра с номером «6» выделить из потока, проходящего на порт EX2, пакеты, номер TCP/UDP-порта отправителя или получателя которых находится в интервале от 250 до 1000 и при этом является чётным (если пакет имеет одинаковые номера TCP/UDP-портов отправителя и получателя, удовлетворяющие условиям фильтрации, данный пакет также будет выделен из потока):

```
filter 6 from ex2 port 250-1000 even
```

5. С помощью фильтра с номером «7» искать начало строки «hello» в интервале с 5 по 12 байт после IP-заголовка пакетов, проходящих на порт EX2:

```
filter 7 from ex2 string hello 5 12
```

6. С помощью фильтра с номером «9» искать начало строки «hello» в интервале с 5 байта после IP-заголовка до конца пакета:

```
filter 9 from ex2 string hello 5
```

7. С помощью фильтра с номером «1» выделить из потока, приходящего на порт EX1, пакеты с IP-адресом источника из подсети 172.16.14.0/24. Скопировать эти пакеты на интерфейсы EG1 и EG2. При копировании на EG1 произвести замену MAC- и IP-адресов согласно 3-й записи конфигурационного файла, при копировании на EG2 замену не производить. Значение UDP-порта получателя для обоих интерфейсов изменить на 5000.

```
filter 1 from ex1 to eg* ipsrc 172.16.14.0/24 rrule 3:0 rportdst 5000
```

13.4. Настройка удаления VLAN-тегов и MPLS-меток

tag_rm

Команда служит для настройки удаления VLAN-тегов и MPLS-меток из пакетов, передаваемых на EG-интерфейсы.

Примечание. Беркут-МХ поддерживает обработку пакетов, содержащих до трёх VLAN-тегов и MPLS-меток. Теги и метки можно удалять одновременно.

Синтаксис команды

```
tag_rm <ex1|ex2|ex*> <eg1|eg2|eg*> [mpls [tags nums|all|none]]
[vlan [tags nums|all|none]]
```

Параметры

- без параметров — вывести текущее состояние настроек удаления меток в следующем виде:

	EX1		EX2	
	EG1	EG2	EG1	EG2
VLAN	.2.
MPLS	123

- ex1|ex2|ex* — выбрать входной интерфейс, для которого будет произведена настройка удаления VLAN-тегов и MPLS-меток;
- eg1|eg2|eg* — выбрать выходной интерфейс, на который будут отправляться пакеты после удаления VLAN-тегов и MPLS-меток.

Опции

- mpls [tags nums|all|none] — задать порядковые номера MPLS-меток, которые требуется удалить: первой считается метка, расположенная ближе всего к полю «MAC-адрес» в пакете. При выборе «all» будут удалены все метки. Опция «none» отключает удаление меток.
- vlan [tags nums|all|none] — задать порядковые номера VLAN-тегов, которые требуется удалить: первым считается тег, расположенный ближе всего к полю «MAC-адрес» в пакете. При выборе «all» будут удалены все теги. Опция «none» отключает удаление тегов.

Примеры использования

1. Для пакетов, приходящих на интерфейс EX1 и перенаправляемых на EG1, выполнить удаление первого и второго VLAN-тега:

```
tag_rm ex1 eg1 vlan 1 2
```

2. Для пакетов, приходящих на интерфейсы EX1 и EX2 и перенаправляемых на EG2, выполнить удаление всех MPLS-меток:

```
tag_rm ex* eg2 mpls all
```

3. Для пакетов, приходящих на интерфейс EX1 и перенаправляемых на EG2, выполнить удаление 2-й MPLS-метки. После этого отменить удаление 2-й метки и задать удаление 3-й метки:

```
tag_rm ex1 eg2 mpls 2
```

```
tag_rm ex1 eg2 none
```

```
tag_rm ex1 eg2 mpls 3
```

13.5. Настройка таблицы замены полей пакетов

replace-table

Инструмент `replace-table` позволяет выполнить настройку подмены MAC- и IP-адресов (см. раздел 10).

Синтаксис

```
replace-table [-h, --help] [-D, --dry-run] [-v, --verbose]
[-s, --show] [-a < addr >, --netaddr < addr >] [-i < addr >,
--ip < addr >] [-n < 1-15 >, --number < 1-15 >] [-m < addr > ,
--mac < addr >] [-V, --version] [-e < 1 | 2 | all >,
--ex < 1 | 2 | all >] [-d < a-d >, --device < a-d >] [-f FILE,
--file FILE]
```

Опции

без параметров — применить настройки конфигурационного файла (см. раздел 10.3), для интерфейсов EX1 и EX2 модуля MX-A (по умолчанию).

Примечание. Конфигурационный файл по умолчанию хранится в памяти основной платформы `/etc/mx/replace-table.ini` или, в случае централизованного управления несколькими Беркут-MX, на сервере — `/etc/metrotek/mx/replace-table.ini`.

- h — вывести информацию об инструменте `replace-table`;
- D — выполнить команду в тестовом режиме;
- v — выполнить команду с выводом дополнительной отладочной информации;
- s — вывести в текстовом виде все настройки, заданные в конфигурационном файле;
- a < addr > — выполнить команду для указанного IP-адреса или доменного имени прибора (используется при централизованном управлении несколькими Беркут-MX);

Примечание. Если IP-адрес не указан, то будет использован адрес, прописанный в файле `/etc/metrotek/mx/mxip` в случае централизованного управления и `/etc/mx/mxip` в случае непосредственного управления прибором.

- i < addr > — IPv4-адрес, на который следует заменить IPv4-адрес получателя;
- n < 1-15 > — номер записи в конфигурационном файле;
- m < addr > — MAC-адрес, на который следует заменить MAC-адрес получателя;

-V — вывести номер версии инструмента `replace-table`;
-e < 1 | 2 | all > — выбрать номер интерфейса EX, для которого выполняется конфигурация (по умолчанию — «all»): EX1 (1), EX2 (2), EX1 и EX2 (all);
-d < a-d > — выбрать модуль, для которого выполняется конфигурация (по умолчанию — «a»): MX-A (a), MX-B (b), MX-C (c), MX-D (d);
-f FILE — указать путь к конфигурационному файлу (используется, когда имя файла отлично от имени по умолчанию).

Примеры использования

1. Применить настройки конфигурационного файла, используемого по умолчанию, для интерфейса EX1 модуля MX-A:

```
replace-table -e 1
```

2. Применить настройки конфигурационного файла, отличного от файла по умолчанию, для обоих интерфейсов модуля MX-B:

```
replace-table -d b -f <путь_к_файлу>
```

3. Изменить 4-ю запись конфигурационного файла, добавив в неё новые значения MAC- и IP-адреса получателя:

```
replace-table -n 4 -ip 1.2.3.4 -mac FF:FF:FF:00:00:00
```

13.6. Настройка энтропометра

entropy

Команда служит для настройки параметров расчёта энтропии. По умолчанию энтропия рассчитывается для всей длины пакета.

Синтаксис команды

```
entropy <ex1|ex2|-> [offset <0-65535> | layer <2|3|4>]
```

Параметры

- без параметров — вывести текущее состояние настроек вычисления энтропии;
- ex1|ex2|- — выбрать входной интерфейс, для которого будет произведена настройка. Если интерфейс не указан, настройки применяются к обоим интерфейсам.

Опции

- offset <0-65535> — задать начальное смещение. Энтропия считается начиная от указанного байта до конца пакета.
- layer <2|3|4> — задать уровень полезной нагрузки (см. рис. 11.1). Энтропия вычисляется начиная с первого байта данных выбранного уровня и до конца пакета.

Примеры использования

1. Определить величину энтропии для пакетов, приходящих на интерфейсы EX1 и EX2. Вычисления начать со 124-го байта:

```
entropy offset 124
```
2. Определить величину энтропии для пакетов, приходящих на интерфейс EX1. Вычисления выполнить для полезной нагрузки 4-го уровня (см. рис. 11.1):

```
entropy ex1 layer 4
```

13.7. Настройка удаления части пакета

slicing

Команда служит для установки параметров удаления части пакета. Настройки применяются для интерфейсов EX1 и EX2, по умолчанию начальное смещение и длина заголовка равны нулю.

Синтаксис команды

```
slicing [offset <0-255>] [fixedlen <0-65535>]
```

Параметры

- без параметров — вывести текущее состояние настроек.

Опции

- `offset <0-255>` — задать начальное смещение. Если не задано значение `fixedlen`, все данные, начиная с указанного байта и до конца пакета, будут удалены.
- `fixedlen <0-65535>` — задать количество байтов, которое требуется оставить в пакете. Из пакета будут удалены все данные, кроме указанного количества байт с учётом величины начального смещения.

Примеры использования

1. В пакетах, приходящих на интерфейс EX1, выполнить удаление всех данных, кроме 42-х байтов заголовка, начиная с 5-го байта:

```
slicing 5 42
```

13.8. Настройка вставки временной метки

timestamping

Команда служит для включения/выключения вставки временной метки в пакет.

Синтаксис команды

```
timestamping <on|off>
```

Параметры

- без параметров — вывести текущее состояние настроек;
- on — разрешить вставку временной метки для всех фильтров;
- off — запретить вставку временной метки.

13.9. Настройка статистики

stat

Команда выполняет вывод статистики по портам и по фильтрам.

Синтаксис команды

```
stat <start|stop|clear>
```

Параметры

- без параметров — вывести статистику по портам и по фильтрам;
- start — запустить процесс считывания статистики;
- stop — остановить процесс считывания статистики;
- clear — сбросить счётчики статистики.

Примеры использования

1. Начать считывание статистики по портам и по фильтрам:

```
stat start
```

2. Выполнить сброс счётчиков статистики:

```
stat clear
```

14. Обновление программного обеспечения

Для прибора Беркут-МХ предусмотрены процедуры обновления программного обеспечения (ПО) основной платформы и модулей через интерфейс USB. Обновлённое ПО может включать как исправление ошибок, так и новые функциональные возможности.

Сохранённые на приборе данные и настройки в процессе обновления не затрагиваются.

14.1. Подготовка к обновлению

Перед обновлением ПО основной платформы необходимо загрузить образ файловой системы в формате ubifs с сайта <http://metrotek.spb.ru>. Перед обновлением ПО модулей — файлы программы MCU (расширение .bin) и микрокода FPGA (расширение .rbf).

14.2. Алгоритм обновления основной платформы

1. Подключить порт CONSOLE прибора Беркут-МХ к USB-порту компьютера.
2. Запустить программу minicom: `minicom -D /dev/ttyUSB0 -b 115200`
3. После нажатия на кнопку «Enter» minicom попытается установить соединение с прибором. Не дожидаясь вывода приглашения для ввода имени пользователя и пароля, войти в командную строку начального загрузчика. Для этого, когда в окне терминальной программы появится строка `Hit any key to stop autoboot`, нажать на любую клавишу на клавиатуре ПК.
4. В окно терминальной программы будет выведена служебная информация начального загрузчика и приглашение командной строки.
5. Ввести команду:

```
loady 0x81008000
```

Примечание. После ввода каждой команды необходимо нажимать клавишу Enter на клавиатуре ПК. Вводить следующую команду можно только после того, как закончилось выполнение предыдущей и в командной строке отобразился символ \$.

В результате выполнения данной команды загрузчик будет ожидать передачи файла.

6. Отправить по протоколу YModem образ файловой системы в формате ubifs. Передача файла занимает около 5 минут.
7. Стереть содержимое раздела rootfs-ubi-1:
`nand erase clean rootfs-ubi-1`
8. Выбрать раздел rootfs-ubi-1:
`ubi part rootfs-ubi-1`
9. Создать в разделе rootfs-ubi-1 том rootfs:
`ubi createvol rootfs`
10. Записать файловую систему из памяти в ubi раздел:
`ubi write 0x81008000 rootfs $filesize`
11. Для перезагрузки прибора ввести команду `reset`.

После успешного выполнения всех вышеперечисленных действий прибор готов к работе.

14.3. Алгоритм обновления модулей

1. Подключиться к прибору Беркут-МХ по интерфейсу USB (см. раздел [8.2](#)) или Ethernet (см. раздел [8.3](#)).
2. Для обновления программы MCU ввести команду:
`mx-util -d <имя_модуля> -m <путь_к_файлу_программы_MCU>`
3. Для обновления программы FPGA ввести команду:
`mx-util -d <имя_модуля> -f <путь_к_файлу_микрокода_FPGA>`
4. Перезагрузить модуль:
`mx-util -d <имя_модуля> -r`

После успешного выполнения всех вышеперечисленных действий прибор готов к работе.

14.3.1. Пример

Ниже приведён пример обновления программы MCU и FPGA модуля «D».

1. Обновление программы MCU:
`root@mx02:~# mx-util -d d -m MX_0.0.2-68.bin`

Вывод, который означает успешное выполнение команды:

```

Reflashing MCU f/w in device 'd'...
Switching device 'd' to dfu mode... done
Waiting while MCU appears as DFU... done
Please wait while searching for available DFU devices...
Found DFU: [0x0483:0xdf11] devnum=14, cfg=0, intf=0, alt=0,
name="@Internal Flash /0x08000000/128*002Kg"
Found DFU: [0x0483:0xdf11] devnum=14, cfg=0, intf=0, alt=1,
name="@Option Bytes /0x1FFFF800/01*016 g"
Opening USB Device 0x0000:0x0000...
Found Runtime: [0x0483:0xdf11] devnum=14, cfg=0, intf=0, alt=0,
name="@Internal Flash /0x08000000/128*002Kg"
Claiming USB DFU Runtime Interface...
Setting Alternate Setting ...
Determining device status: state = dfuERROR, status = 10
dfuERROR, clearing status
Determining device status: state = dfuIDLE, status = 0
dfuIDLE, continuing
Transfer Size = 0x0800
Offset = 0x08000000
bytes_per_hash=3572
Starting download: [#####] finished!
Done!

```

2. Обновление программы FPGA:

```
root@mx02:~# mx-util -d d -f tap2-fpga_0.0.5-4.rbf
```

Вывод, который означает успешное выполнение команды:

```

Switching device 'd' to dfu mode... done
Waiting while MCU appears as DFU... done
Uploading flash downloader...
Please wait while searching for available DFU devices...
Found DFU: [0x0483:0xdf11] devnum=16, cfg=0, intf=0, alt=0,
name="@Internal Flash /0x08000000/128*002Kg"
Found DFU: [0x0483:0xdf11] devnum=16, cfg=0, intf=0, alt=1,
name="@Option Bytes /0x1FFFF800/01*016 g"
Opening USB Device 0x0000:0x0000...
Found Runtime: [0x0483:0xdf11] devnum=16, cfg=0, intf=0, alt=0,
name="@Internal Flash /0x08000000/128*002Kg"
Claiming USB DFU Runtime Interface...
Setting Alternate Setting ...
Determining device status: state = dfuERROR, status = 10
dfuERROR, clearing status
Determining device status: state = dfuIDLE, status = 0
dfuIDLE, continuing
Transfer Size = 0x0800
Offset = 0x20001000
bytes_per_hash=500
Starting download: [#####] finished!
Done!
Waiting while MCU appears as DFU... done
Uploading FPGA firmware...
Please wait while searching for available DFU devices...
Found DFU: [0x0483:0xdf11] devnum=21, cfg=0, intf=0, alt=0,
name="@SPI Flash : AT25DF641 /0x00000000/128*64Kg"
Opening USB Device 0x0000:0x0000...
Found Runtime: [0x0483:0xdf11] devnum=21, cfg=0, intf=0, alt=0,
name="@SPI Flash : AT25DF641 /0x00000000/128*64Kg"
Claiming USB DFU Runtime Interface...
Setting Alternate Setting ...
Determining device status: state = dfuDNBUSY, status = 0
Determining device status: state = dfuDNLOAD-IDLE, status = 0
aborting previous incomplete transfer
Determining device status: state = dfuIDLE, status = 0
dfuIDLE, continuing

```

```
Transfer Size = 0x0800
Offset = 0x00000000
bytes_per_hash=47777
Starting download: [#####] finished!
Done!
```

3. Перезагрузка модуля:

```
root@mx02:~# mx-util -d d -r
Resetting device 'd'... done
```

Модуль «D» прибора Беркут-МХ успешно обновлён.

15. Справочные таблицы

15.1. Поле DSCP

DS5	DS4	DS3	DS2	DS1	DS0	ECN	ECN
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DSCP – 6 бит (DS5 - DS0)

ECN – 2 бита

Рис. 15.1. Поле DSCP

Поле DSCP состоит из 8 бит и позволяет задавать большее число классов обслуживания трафика, чем поля Precedence и ToS. Описание старших 6 бит представлено в табл. 15.1. Младшие 2 бита используются протоколом TCP для передачи информации о перегрузках и описаны в табл. 15.2.

Таблица 15.1. Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP

Класс трафика	Значение поля DSCP	Десятичная форма	Шестнадцатеричная форма
Default	000 000	0	0
AF11	001 010	10	A
AF12	001 100	12	C
AF13	001 110	14	E
AF21	010 010	18	12
AF22	010 100	20	14
AF23	010 110	22	16
AF31	011 010	26	1A
AF32	011 100	28	1C
AF33	011 110	30	1E
AF41	100 010	34	22
AF42	100 100	36	24

Таблица 15.1. Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP (продолжение)

AF43	100 110	38	26
EF	101 110	46	2E

Каждому классу обслуживания трафика ставится в соответствие определённое значение поля DSCP. В таблице приведены рекомендуемые значения в соответствии с методиками RFC 2597 [1] и RFC 2598 [2].

Default — «негарантированная передача». Трафику данного класса обслуживания выделяются сетевые ресурсы, оставшиеся свободными при передаче трафика других классов.

AF (Assured Forwarding) — «гарантированная передача». Используется для доставки трафика большинства TCP-приложений с применением четырёх независимых AF-классов. Внутри каждого класса IP-пакетам может быть назначена одна из трёх дисциплин отбрасывания пакета данных (см. методику RFC 2597 [1]).

EF (Expedited Forwarding) — «немедленная передача». Применяется для обслуживания трафика, чувствительного к задержкам и требующего минимального джиттера, такого, как видео или речь (Voice over IP — VoIP).

Таблица 15.2. Значение поля ECN

Значение	Десятичная/шестнадцатеричная форма	Описание
00	0/0	Not-ECT (Not-ECN-Capable Transport) — поток, не поддерживающий ECN.
01	1/1	ECT (1) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN.
10	2/2	ECT (0) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN. Трактуются маршрутизаторами так же, как и ECT (1).
11	3/3	CE (Congestion Experienced) — подтверждённая перегрузка.

ECN (Explicit Congestion Notification) — «явное уведомление о перегруженности». Установка бит данного поля дает возможность маршрутизаторам узнать о возникновении перегруженности на пути следования данных к заданному узлу сети без отбрасывания пакета. Поле ECN описано в методике RFC 3168 [3].

16. Спецификации

16.1. Интерфейсы

EX	Оптические 10G интерфейсы. Поддерживаемые стандарты SFP+ модулей: 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, 10GBASE-EW
EG	Медный 1G интерфейс: 10/100/1000 Мбит/с, полный дуплекс.
CONSOLE	USB-интерфейс для настройки и управления.

16.2. Тестирование

Обработка трафика	Параметры фильтрации: MPLS, VLAN, IP-адрес источника/получателя + маска, номер UDP/TCP-порта отправителя/получателя, DSCP. Количество фильтров (правил): по 10 на каждый интерфейс EX. Перенаправление потока данных на интерфейсы EG, удаление потока. Поддерживаемые размеры кадров: 64 – 1518 байт.
Сбор статистики	Подсчёт количества пакетов и байт данных, поступивших на интерфейсы EX, EG. Подсчёт количества пакетов и байт данных, совпавших по правилу фильтрации (отдельно по каждому из 10 правил). Подсчёт количества пакетов и байт данных, которые в результате фильтрации должны быть перенаправлены на порт EG, но не поместились в 1G полосу.

16.3. Общие характеристики Беркут-МХ

Физические параметры	
Габаритные размеры ¹ (Ш×В×Г)	106×33,6×169 мм 19" × 1U×348 мм
Метрологические характеристики	
Контрольная частота, кратная тактовой частоте формируемого сигнала потока данных, МГц	62,5
Пределы допускаемой относительной погрешности контрольной частоты	$\pm 100 \times 10^{-6}$
Мощность на выходе оптических интерфейсов, дБм	10GBASE-SR/SW, 850 нм: -7,3...-1,0 10GBASE-LR/LW, 1310 нм: -8,2...-0,5 10GBASE-ER/EW, 1550 нм: +4,0...-4,7
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	0–35 °С
Диапазон температур транспортировки и хранения	-10...+45 °С
Относительная влажность воздуха	80 % при температуре 25 °С
Электропитание	
Внешний блок питания ²	90–264 В, 50 Гц 19 В, 2.1 А или 15 В, 2.67 А
Внутренний блок питания ²	85–264 В, 50 Гц
Потребляемая мощность ³	15–30 Вт до 120 Вт

¹ Габаритные размеры указаны для различных аппаратных модификаций устройства.

² Наличие внешнего и внутреннего блоков питания зависит от аппаратной модификации устройства.

³ Потребляемая мощность зависит от аппаратной модификации устройства, типа используемых оптических модулей и режима работы.

17. Глоссарий

Порт	Физический интерфейс с тестируемой средой.
10BASE-T	Стандарт передачи данных со скоростью 10 Мбит/с по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
100BASE-T (100BASE-TX)	Стандарт передачи данных со скоростью 100 Мбит/с по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
1000Base-T	Стандарт передачи данных со скоростью 1000 Мбит/с (1 Гбит/с) по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
10GBASE-T	Стандарт передачи данных со скоростью 10 Гбит/с по сети Gigabit Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
AF	Assured Forwarding (гарантированная передача). Используется для доставки трафика большинства ТСП-приложений с применением четырёх независимых AF-классов. Внутри каждого класса IP-пакету может быть назначен один из трёх приоритетов отбрасывания пакета данных (см. методику RFC 2597 [1]).
DSCP	Differentiated Services Code Point. Поле в заголовке IP-пакета, состоящее из 8 бит. Позволяет классифицировать больше видов трафика, чем поля Precedence и ToS.
DUT	Device Under Test. Тестируемое устройство.
ECN	Explicit Congestion Notification (явное уведомление о перегруженности). Установка бит данного поля дает возможность маршрутизаторам узнать о возникновении перегруженности на пути следования данных к заданному узлу сети без отбрасывания пакета. Поле ECN описано в методике RFC 3168 [3].
EF	Expedited Forwarding (немедленная передача). Применяется для обслуживания трафика, чувствительного к задержкам и требующего минимального джиттера, такого, как видео или речь (Voice over IP – VoIP).
Ethernet	Технология построения локальных сетей. Описывается стандартами IEEE группы 802.3.
IEEE 802.1Q	Стандарт, который определяет изменения в структуре кадра Ethernet, позволяющие передавать информацию о VLAN по сети.

MPLS	Multi-Protocol Label Switching (мультипротокольная коммутация по меткам). Технология пересылки IP-дейтаграмм, которая используется в высокоскоростных коммутирующих устройствах.
NUT	Network Under Test. Тестируемая сеть.
VLAN	Virtual Local Area Network (виртуальная локальная сеть). Представляет собой группу сетевых устройств, которые функционируют так, как будто они подключены к одному сегменту сети.
VLAN ID	VLAN Identifier (VID). 12-битный идентификатор VLAN, который определён в стандарте 802.1Q [4]. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр.
VLAN Priority	Три бита, которые содержат информацию о приоритете кадра. Возможно восемь значений приоритета.

Литература

- [1] RFC 2597, «Assured Forwarding PHB Group», J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, June 1999.
- [2] RFC 2598, «An Expedited Forwarding PHB», V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri, June 1999.
- [3] RFC 3168, «The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP», K. Ramakrishnan, S. Floyd, D. Black, September 2001.
- [4] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Network