

Универсальный измерительный зонд
МЕТРОТЕК М716-02-001/2

Руководство по командам удалённого управления
МТРГ.468269.002 РЭ2
Версия 2.3.0-0, 2016

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 универсального измерительного зонда МЕТРОТЕК М716-02-001/2, в аппаратную часть или программное обеспечение, а также в настоящее руководство по эксплуатации.

Оглавление

1. Введение	5
2. Подготовка к работе	6
3. Интерфейс командной строки	7
3.1. Режимы	7
3.2. Список команд	7
3.3. Автодополнение	7
3.4. История команд	8
3.5. Синтаксис команд	8
4. Команды базового режима	9
4.1. Стандартные команды	9
4.2. Системные команды	9
passthrough	9
status	10
5. Вывод настроек ЕТ-тестов	12
5.1. RFC 2544	12
5.2. Y.1564	14
5.3. Пакетный джиттер	16
5.4. Тестовый поток	16
5.5. Шлейф	18
5.6. Анализатор тестового потока	18
5.7. Сохранение/загрузка результатов	18
5.8. Версия ПО	19
5.9. Опции	19
5.10. Поверка	19
5.11. Профили	19
5.12. Статистика	20
5.13. Тестовые конфигурации	20
6. Настройка ЕТ-тестов	21
6.1. RFC 2544	21
6.2. Y.1564	23
6.3. Пакетный джиттер	25
6.4. Тестовый поток	25

6.5.	Шлейф	27
6.6.	Анализатор тестового потока	27
6.7.	Тестовые конфигурации	27
7.	МРТ-тесты	28
	mpt-tx	28
	mpt-gx	31
8.	Тестирование без влияния на пользовательский трафик	33
8.1.	Порядок проведения теста	33
8.2.	Пример проведения теста	33
	8.2.1. Схема	33
	8.2.2. Значения параметров тестирования	34
	8.2.3. Настройка «Тестового потока»	34
	8.2.4. Настройка «Анализатора тестового потока»	35
	8.2.5. Запуск теста	36
	8.2.6. Просмотр результатов	36
9.	Параметры тестирования	38
10.	Справочные таблицы	41
	Литература	44

1. Введение

Настоящее руководство содержит описание команд удалённого управления для универсального измерительного зонда МЕТРОТЕК М716-02-001/2 (далее по тексту также «прибор», «устройство»).

Примечание. Теоретическое описание тестов, а также дополнительная информация об устройстве приведены в брошюре «Универсальный измерительный зонд МЕТРОТЕК М716-02-001/2. Руководство по эксплуатации», входящей в комплект поставки.

2. Подготовка к работе

Для того, чтобы удалённо управлять прибором МЕТРОТЕК М716-02-001/2, необходимо подключиться к нему по интерфейсу Ethernet или USB. Порядок подключения описан в брошюре «Универсальный измерительный зонд МЕТРОТЕК М716-02-001/2. Руководство по эксплуатации».

3. Интерфейс командной строки

3.1. Режимы

Управление прибором МЕТРОТЕК М716-02-001/2 осуществляется с помощью интерфейса командной строки (Command Line Interface, CLI), который имеет несколько режимов работы. Текущий режим определяется по виду приглашения в командной строке.

Приглашение	Режим	Доступные команды
m716>	Базовый режим	Стандартные команды ОС Linux (см. раздел 4.1), а также системные команды (см. раздел 4.2).
m716/et>	Режим просмотра настроек ЕТ-тестов	Команды вывода текущих настроек и результатов ЕТ-тестов (см. раздел 5).
m716/et> (config)	Режим настройки ЕТ-тестов	Команды, устанавливающие значения параметров анализа и позволяющие выполнить ЕТ-тесты (см. раздел 6).
m716/mpt>	Режим настройки МРТ-тестов	Команды настройки генератора и анализатора потоков (см. раздел 7).

Для выхода из любого режима служит команда «exit».

3.2. Список команд

Каждый режим имеет свой набор команд, для отображения которого служит команда «help». Например:

```
etn/mpt> help
```



M716 Metrotek Performance Test commands:


mpt-tx – configure, show status and statistics of transmit flows

mpt-rx – configure, show status and statistics of receive flows

3.3. Автодополнение



На любом этапе ввода команды можно использовать функцию автодополнения. Эта функция позволяет ввести только часть ключевых слов или аргумен-

тов, после чего нажать на клавишу  или . Если введённые символы обеспечивают уникальность команды, то она будет дополнена. Например:

```
m716> ns 
m716> nslookup
```

3.4. История команд

Команды, вводимые в командную строку, хранятся в специальном буфере. Для вызова ранее выполненных команд используется команда «history» или следующие клавиши:

Клавиши	Назначение
	Вызов команд в порядке от последней введённой к первой.
	Вызов команд в порядке от более ранней к последней введённой. Используется после нажатия клавиши «Стрелка вверх».

3.5. Синтаксис команд

В настоящем руководстве при описании аргументов команд применяются следующие обозначения:

Обозначение	Пример	Описание
	txgen port [a b]	Вертикальная черга разделяет взаимоисключающие элементы.
[параметр 1 [...] параметр n] [параметр 1–параметр n]	y1564 topology tx [a b remote] y1564 nservices [1-10]	Квадратные скобки означают, что необходимо ввести один из заключённых в них элементов или одно значение из указанного диапазона. Набирать скобки не нужно.
<параметр>	rfc2544 header src ip <i.i.i.i>	Угловые скобки означают, что вместо условного обозначения параметра необходимо ввести его значение. Набирать скобки не нужно.
{параметр}	mpt-tx {-i IFNAME}	Фигурные скобки означают, что заключённый в них параметр является обязательным. Набирать скобки не нужно.

4. Команды базового режима

4.1. Стандартные команды

В базовом режиме работы CLI доступны следующие команды:

1. Настройка сети: ip/ifconfig, ifup/ifdown, ethtool, netstat, route, arp.
2. Диагностика сети: ping, traceroute, nmap, nslookup, wget/curl, arping, nc.
3. Команды перехода в режимы тестирования и мониторинга сети: mpt, et.
4. Управление временем и датой: date, ntpq, ntpdate.
5. Наиболее часто используемые программы: vim, nano, cat, grep, iconv, sort, man/info.

4.2. Системные команды

passthrough

Команда для управления транзитным режимом.

Синтаксис

```
passthrough {off | bypass | transit | interfer | status} [-v] [-V] [-h]
```

Параметры

- off — отключить передачу пользовательского трафика;
- bypass — включить аппаратный транзит;
- transit — включить программный транзит без добавления тестового трафика;
- interfer — включить программный транзит с добавлением тестового трафика;

Примечание. Для проведения тестирования в транзитном режиме необходимо сначала включить программный транзит командой «passthrough interfer», а затем запустить тест.

- status — вывести состояние режима транзит;

- -v, --verbose — выполнить команду в режиме «verbose» (с выводом дополнительной отладочной информации);
- -V, --version — вывести номер версии команды;
- -h, --help — вывести краткую информацию по команде.

status

Команда для вывода информации о состоянии сетевых интерфейсов, Ethernet- и MPT-тестов.

Синтаксис

status [net <iface> | et <iface> | mpt <iface> | total <iface>] [-v] [-V] [-h]

Параметры

- без параметров — вывести краткую информацию о состоянии Ethernet- и MPT-тестов;
- net — вывести краткую информацию о состоянии сетевых интерфейсов;
- et — вывести краткую информацию о состоянии Ethernet-тестов;
- mpt — вывести краткую информацию о состоянии MPT-тестов;
- total — вывести краткую информацию о состоянии сетевых интерфейсов, Ethernet- и MPT-тестов;
- <iface> — имя интерфейса: eth0 (порт Management), gbe0/gbe1 (порт A/B);
- -v, --verbose — выполнить команду в режиме «verbose» (с выводом дополнительной отладочной информации);
- -V, --version — вывести номер версии команды;
- -h, --help — вывести краткую информацию по команде.

Примеры использования

1. Вывести краткую информацию об Ethernet-тестах для всех интерфейсов:

```
> status et
gbe0: RX: none
gbe0: TX: rfc 2544
gbe1: RX: loopback
gbe1: TX: loopback
```
2. Вывести детальную информацию о сетевом интерфейсе gbe0:

```
> status -v net gbe0
4: gbe0: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast
    state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 00:21:ce:00:00:30 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.16.2.30/24 brd 172.16.2.255 scope global gbe0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::221:ceff:fe00:30/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

3. Вывести краткую информацию о состоянии MPT-тестов:

```
> status mpt
gbe0: RX: running L2:100 UDP:50
gbe0: TX: running L2:100 UDP:50
gbe1: RX: stopped
gbe1: TX: stopped
```

5. Вывод настроек ET-тестов

Примечание. Для перехода из базового режима в режим просмотра настроек ET-тестов используется команда «et»:

```
m716> et
m716/et>
```

Примечание. Информация о командах, приведённая в разделах 5.1– 5.13 носит справочный характер. Более подробное теоретическое описание некоторых параметров команд представлено в разделе 9.

5.1. RFC 2544

Команда	Информация, выводимая в консоль
Заголовок	
show rfc2544 header src udp	номер UDP-порта отправителя
show rfc2544 header src mac	MAC-адрес отправителя
show rfc2544 header src ip	IP-адрес отправителя
show rfc2544 header dst udp	номер UDP-порта получателя
show rfc2544 header dst mac	MAC-адрес получателя
show rfc2544 header dst ip	IP-адрес получателя
show rfc2544 header vlan count	количество VLAN-тегов
show rfc2544 header vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show rfc2544 header vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show rfc2544 header mpls count	количество MPLS-меток
show rfc2544 header mpls [1-3] label	значение MPLS-метки
show rfc2544 header mpls [1-3] cos	класс обслуживания пакета
show rfc2544 header mpls [1-3] ttl	время жизни пакета с MPLS-меткой
show rfc2544 header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show rfc2544 header diffserv	поля, выбранные для задания класса обслуживания трафика
show rfc2544 header dscp	значение DSCP-битов IP-заголовка

show rfc2544 header precedence	приоритет кадра
show rfc2544 header tos	тип обслуживания IP-пакета
Топология	
show rfc2544 topology tx	порт передачи данных
show rfc2544 topology rx	порт приёма данных
show rfc2544 topology remote ip	IP-адрес дистанционного прибора
Размер кадра	
show rfc2544 frames [1-9] size	размер кадра для анализа
show rfc2544 frames [1-9] enable	запрещено или разрешено использование при анализе соответствующего размера кадра
Пропускная способность	
show rfc2544 throughput enabled	разрешено ли выполнение анализа пропускной способности
show rfc2544 throughput duration	длительность пробы
show rfc2544 throughput maxrate	величина нагрузки
show rfc2544 throughput resolution	величина разрешения
show rfc2544 throughput threshold	величина порога потерь
Задержка	
show rfc2544 latency enabled	разрешено ли выполнение анализа задержки
show rfc2544 latency count	количество проб
show rfc2544 latency duration	длительность пробы
show rfc2544 latency rates src	источник значений нагрузки (throughput — пропускная способность, manually — вручную)
show rfc2544 latency rates [1-9]	значение нагрузки для выбранного размера кадра
Потери кадров	
show rfc2544 frameloss enabled	разрешено ли выполнение анализа уровня потерь кадров
show rfc2544 frameloss duration	длительность пробы
show rfc2544 frameloss steps	количество шагов
show rfc2544 frameloss rates start	начальная нагрузка
show rfc2544 frameloss rates stop	конечная нагрузка
Предельная нагрузка	
show rfc2544 back2back enabled	разрешено ли выполнение анализа предельной нагрузки

show rfc2544 back2back count	количество проб
show rfc2544 back2back duration	длительность пробы
show rfc2544 back2back rates src	источник значений нагрузки (throughput — пропускная способность, manually — вручную)
show rfc2544 back2back rates [1-9]	значение нагрузки
Дополнительные настройки	
show rfc2544 advanced wait	значение параметра «интервал»
show rfc2544 advanced learn	значение параметра «обучение»
Результаты тестов	
rfc2544 results	результаты тестов по методике RFC 2544
Тестирование	
rfc2544 start	начать выполнение тестов
rfc2544 stop	остановить выполнение тестов

5.2. Y.1564

Примечание. Настройки заголовка, сервисов и показателей качества отображаются для сервиса, выбранного с помощью команды режима настройки ET-тестов y1564 service <1 – 10>.

Команда	Информация, выводимая в консоль
Топология	
show y1564 topology tx	порт передачи данных
show y1564 topology rx	порт приёма данных
show y1564 topology remote ip	IP-адрес дистанционного прибора
Настройки	
show y1564	настройки всех тестов по рекомендации Y.1564
show y1564 nservices	количество тестируемых сервисов
Настройки сервисов	
show y1564 service	сервис, выбранный с помощью команды y1564 service
show y1564 frame	размер кадра, заданный для сервиса
show y1564 serv_setup cir	значение гарантированной пропускной способности
show y1564 serv_setup eir	значение максимально допустимого превышения CIR
show y1564 serv_setup tp	значение нагрузки для теста Traffic policing

Заголовок	
show y1564 header src mac	MAC-адрес отправителя
show y1564 header src ip	IP-адрес отправителя
show y1564 header src udp	номер UDP-порта отправителя
show y1564 header dst mac	MAC-адрес получателя
show y1564 header dst ip	IP-адрес получателя
show y1564 header dst udp	номер UDP-порта получателя
show y1564 header vlan count	количество VLAN-тегов
show y1564 header vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show y1564 header vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show y1564 header mpls count	количество MPLS-меток
show y1564 header mpls [1-3] label	значение MPLS-метки
show y1564 header mpls [1-3] cos	класс обслуживания пакета
show y1564 header mpls [1-3] ttl	время жизни пакета с MPLS-меткой
show y1564 header diffserv	поля, выбранные для задания класса обслуживания трафика
show y1564 header dscp	значение DSCP-битов IP-заголовка
show y1564 header precedence	значение приоритета кадра
show y1564 header tos	тип обслуживания IP-пакета
Параметры SAC	
show y1564 sac flr	допустимый уровень потерь кадров
show y1564 sac ftd	допустимая задержка распространения кадров
show y1564 sac fdv	допустимое отклонение задержки распространения кадров
show y1564 sac avail	величина доступности канала
show y1564 sac m-factor	величина М-фактора
Настройки тестов	
show y1564 tests cfg duration	длительность шага для тестов конфигурации
show y1564 tests cfg cir	включен или выключен тест CIR
show y1564 tests cfg steps	количество шагов для теста CIR
show y1564 tests cfg eir	включен или выключен тест EIR
show y1564 tests cfg traf_policing	включен или выключен тест Traffic Policing
show y1564 tests perf enabled	разрешено ли выполнение теста производительности

show y1564 tests perf duration	длительность теста производительности
Результаты тестов	
y1564 results	результаты тестов по рекомендации Y.1564
Тестирование	
y1564 start	начать выполнение тестов
y1564 stop	остановить выполнение тестов

5.3. Пакетный джиттер

Команда	Информация, выводимая в консоль
Настройки	
show jitter txgen	включен или выключен генератор тестового трафика
show jitter port	порт, на котором будет происходить измерение джиттера
show jitter threshold	пороговое значение джиттера
show jitter duration	длительность измерений
Результаты теста	
jitter results	результаты теста «Пакетный джиттер»
Тестирование	
jitter start	начать выполнение теста
jitter stop	остановить выполнение теста

5.4. Тестовый поток

Команда	Информация, выводимая в консоль
Заголовок	
show txgen header src mac	MAC-адрес отправителя
show txgen header src ip	IP-адрес отправителя
show txgen header src udp	номер UDP-порта отправителя
show txgen header dst mac	MAC-адрес получателя
show txgen header dst ip	IP-адрес получателя
show txgen header dst udp	номер UDP-порта получателя

show txgen header vlan count	количество VLAN-тегов
show txgen header vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show txgen header vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show txgen header mpls count	выбор количества MPLS-меток
show txgen header mpls [1-3] label	значение MPLS-метки
show txgen header mpls [1-3] cos	класс обслуживания пакета с MPLS-меткой
show txgen header mpls [1-3] ttl	время жизни пакета с MPLS-меткой
show txgen header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show txgen header diffserv	поля, выбранные для задания класса обслуживания трафика
show txgen header dscp	значение поля DSCP
show txgen header precedence	значение приоритета кадра
show txgen header tos	тип обслуживания пакета
Топология	
show txgen port	порт, с которого будет генерироваться тестовый трафик
Размер кадра	
show txgen frame random min	минимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
show txgen frame random max	максимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
show txgen frame constant	размеры кадров для тестирования
show txgen frame type	задан случайный или постоянный размер кадра
Тестирование без влияния на пользовательский трафик	
show txgen cir value	CIR скорость L1
show txgen cir enable	включение ограничения трафика
Тестирование	
show txgen duration	длительность измерений
show txgen rate	величина нагрузки
txgen results	результаты генерации тестового потока
txgen start	начать генерацию тестового потока
txgen stop	завершить генерацию тестового потока

5.5. Шлейф

Команда	Информация, выводимая в консоль
show loopback [a b] layer	уровень, на котором будет происходить перенаправление тестового трафика для выбранного порта

5.6. Анализатор тестового потока

Команда	Информация, выводимая в консоль
Настройки	
show rxmon port	порт, на котором будет происходить анализ тестового потока
Результаты теста	
rxmon show	информация по анализу тестового потока
Тестирование	
rxmon start	начать анализ тестового потока
rxmon stop	завершить анализ тестового потока

5.7. Сохранение/загрузка результатов

Команда	Информация, выводимая в консоль
results save N	сохранение результатов измерений под порядковым номером «N» (N = 1 .. 10)
results load N	загрузка результатов измерений, сохранённых под порядковым номером «N»
results show	отображение текущих результатов измерений
results show N	вывод результатов измерений, сохранённых под порядковым номером «N»
results show all	вывод всех сохранённых результатов измерений
results info	вывод информации о сохранённых результатах измерений

5.8. Версия ПО

Команда	Информация, выводимая в консоль
show version	номер версии программного обеспечения

5.9. Опции

Команда	Действие
show options	просмотр открытых опций

5.10. Поверка

Примечание. Методика поверки приведена в брошюре «Универсальный измерительный зонд МЕТРОТЕК М716-02-001/2. Руководство по эксплуатации», входящей в комплект поставки.

Команда	Действие
test-pattern on	включение тестового режима
test-pattern off	выключение тестового режима

5.11. Профили

Команда	Действие
profiles rename <n> <name>	задание имени профиля
profiles save <n>	сохранение текущих настроек в ячейку n
profiles lock <n>	установка защиты от записи для ячейки n
profiles unlock <n>	отмена защиты от записи для ячейки n
profiles load <n>	загрузка профиля настроек из ячейки n
profiles delete <n>	удаление профиля настроек из ячейки n
profiles list	отображение списка сохраненных профилей в формате «index, name, data, status», где index – номер ячейки, в которой сохранен профиль, name – имя профиля, data – дата сохранения, status – состояние (защищен от записи или нет)
profiles show <n>	вывод содержимого профиля n

5.12. Статистика

Команда	Действие
statistics show	вывод сводной статистической информации для порта А и В
statistics clear	удаление статистической информации для порта А и В

5.13. Тестовые конфигурации

Команда	Действие
testconf show	вывод номера текущей тестовой конфигурации
testconf 1	переход в первую тестовую конфигурацию
testconf 2	переход во вторую тестовую конфигурацию

6. Настройка ET-тестов

Примечание. Для перехода из базового режима в режим настройки ET-тестов используются команды «et» и «configure»:

```
m716> et
m716/et> configure
m716/et> (config)
```

Примечание. После выключения прибора настройки тестов не сохраняются. Для сохранения настроек необходимо выполнить команду «settings save».

Примечание. Информация о командах, приведённая в разделах 6.1– 6.7 носит справочный характер. Более подробное теоретическое описание некоторых параметров команд представлено в разделе 9.

6.1. RFC 2544

Команда	Действие
Заголовок	
rfc2544 header src udp <int>	установка номера UDP-порта отправителя
rfc2544 header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса отправителя
rfc2544 header src ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса отправителя
rfc2544 header dst udp <int>	установка номера UDP-порта получателя
rfc2544 header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса получателя
rfc2544 header dst ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса получателя
rfc2544 header vlan count [off 1 2 3]	выбор количества VLAN-тегов
rfc2544 header vlan [1-3] id <int>	установка значения идентификатора VLAN
rfc2544 header vlan [1-3] priority <int>	установка значения приоритета трафика
rfc2544 header mpls tx count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток на передачу
rfc2544 header mpls tx [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки
rfc2544 header mpls tx [1-3] cos <int>	установка класса обслуживания пакета
rfc2544 header mpls tx [1-3] ttl <int>	установка времени жизни пакета с MPLS-меткой
rfc2544 header autoarp [off on]	выключение/включение функции автоматического проведения ARP-запроса

rfc2544 header diffserv [prec+tos dscp]	выбор полей для задания класса обслуживания трафика
rfc2544 header dscp <int>	установка значения поля DSCP, 8 бит
rfc2544 header precedence <int>	установка значения приоритета кадра
rfc2544 header tos <bin>	установка типа обслуживания пакета
Топология	
rfc2544 topology tx [a b remote]	установка порта передачи данных
rfc2544 topology rx [a b remote]	установка порта приёма данных
rfc2544 topology remote ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса дистанционного прибора
Размер кадра	
rfc2544 frames [1-8] enable [on off]	запрет/разрешение использования при анализе соответствующего размера кадра
rfc2544 frames [1-8] size <XXXX>	задание размера кадра
Пропускная способность	
rfc2544 throughput duration <int>	установка длительности пробы
rfc2544 throughput enabled [no yes]	запрет/разрешение выполнения анализа пропускной способности
rfc2544 throughput maxrate <int>	установка величины нагрузки
rfc2544 throughput threshold <int>	установка величины порога потерь
rfc2544 throughput resolution [10 1 0.1 0.01]	выбор величины разрешения
Задержка	
rfc2544 latency enabled [no yes]	запрет/разрешение выполнения анализа задержки
rfc2544 latency count <int>	установка количества проб
rfc2544 latency duration <int>	установка длительности пробы
rfc2544 latency rates src [throughput manually]	выбор источника значений нагрузки
rfc2544 latency rates [1-8] <XXXX> [% kbps mbps]	ввод значений нагрузки для каждого размера кадра
Потери кадров	
rfc2544 frameloss enabled [no yes]	запрет/разрешение выполнения анализа уровня потерь кадров
rfc2544 frameloss duration <int>	установка длительности пробы
rfc2544 frameloss steps <XX>	установка количества шагов

rfc2544 frameloss rates start <XX> [% kbps mbps]	установка начальной нагрузки
rfc2544 frameloss rates stop <XX> [% kbps mbps]	установка конечной нагрузки
Пределная нагрузка	
rfc2544 back2back enabled [no yes]	запрет/разрешение выполнения анализа предельной нагрузки
rfc2544 back2back count <int>	установка количества проб
rfc2544 back2back duration <int>	установка длительности пробы
rfc2544 back2back rates src [throughput manually]	выбор источника значений нагрузки
rfc2544 back2back rates [1-8] <XXXX> [% kbps mbps]	ввод значений нагрузки для каждого размера кадра
Дополнительные настройки	
rfc2544 advanced wait <int>	установка значения параметра «интервал»
rfc2544 advanced learn <int>	установка значения параметра «обучение»

6.2. Y.1564

Команда	Действие
Топология	
y1564 topology tx [a b remote]	установка порта передачи данных
y1564 topology rx [a b remote]	установка порта приёма данных
y1564 topology remote ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса дистанционного прибора
Настройки	
y1564 nservices [1-10]	установка количества тестируемых сервисов
y1564 tests perf duration	установка продолжительности выполнения теста производительности
Настройки сервисов	
y1564 service [1-10]	выбор сервиса
y1564 serv_setup cir <int> [% kbps mbps]	установка значения гарантированной пропускной способности
y1564 serv_setup eir <int> [% kbps mbps]	установка значения максимально допустимого превышения CIR

y1564 serv_setup tp <int> [% kbps mbps]	установка значения нагрузки для теста Traffic policing
Заголовок	
y1564 header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса отправителя
y1564 header src ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса отправителя
y1564 header src udp <int>	установка номера UDP-порта отправителя
y1564 header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса получателя
y1564 header dst ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса получателя
y1564 header dst udp <int>	установка номера UDP-порта получателя
y1564 header vlan count [off 1 2 3]	установка количества VLAN-тегов
y1564 header vlan [1-3] id <int>	установка значения идентификатора VLAN
y1564 header vlan [1-3] priority <int>	установка значения приоритета трафика
y1564 header mpls count [off 1 2 3]	установка количества MPLS-меток
y1564 header mpls [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки
y1564 header mpls [1-3] cos <int>	установка класса обслуживания пакета
y1564 header mpls [1-3] ttl <int>	установка времени жизни пакета с меткой
y1564 header dffserv [prec+tos dscp]	выбор полей для задания класса обслуживания трафика
y1564 header dscp <int>	установка значения DSCP-битов IP-заголовка
y1564 header precedence <int>	установка приоритета кадра
y1564 header tos <bin>	установка типа обслуживания IP-пакета
Параметры SAC	
y1564 sac flr <float>	установка допустимого уровня потерь кадров (в экспоненциальной форме, например, 1e-7)
y1564 sac ftd <int>	установка допустимой задержки распространения кадров, мс
y1564 sac fdv <int>	установка допустимого отклонения задержки распространения кадров, мс
y1564 sac avail <float> %	установка величины доступности канала (десятичное число, до 4-х знаков после пятой)
y1564 sac m-factor <int>	установка величины M-фактора

Настройки тестов	
y1564 tests cfg duration <int>	установка длительности шага для тестов конфигурации
y1564 tests cfg cir [on off]	включение/выключение теста CIR
y1564 tests cfg steps <int>	установка количества шагов для теста CIR
y1564 tests cfg eir [on off]	включение/выключение теста EIR
y1564 tests cfg traf_policing [on off]	включение/выключение теста Traffic Policing
y1564 tests perf duration <hh:mm:ss>	установка длительности теста производительности
y1564 tests perf enabled < yes no >	разрешить/запретить выполнение теста производительности
Копирование настроек	
y1564 copy [1-10] [1-10]	скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого

6.3. Пакетный джиттер

Команда	Действие
Настройки	
jitter port [a b]	выбор порта, на котором будет происходить измерение джиттера
jitter threshold <int>	задание порогового значения джиттера
jitter duration <hh.mm.ss>	задание времени измерения джиттера
jitter txgen [off on]	выключение/включение генератора тестового трафика

6.4. Тестовый поток

Команда	Действие
Заголовок	
txgen header mpls count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток
txgen header mpls [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки
txgen header mpls [1-3] cos <int>	установка класса обслуживания пакета
txgen header mpls [1-3] ttl <int>	установка времени жизни пакета с MPLS-меткой

txgen header autoarp [off on]	выключение/включение функции автоматического проведения ARP-запроса
txgen header diffserv [prec+tos dscp]	выбор полей для задания класса обслуживания трафика
txgen header dscp <int>	задать значение поля DSCP, 8 бит
txgen header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса отправителя
txgen header src ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса отправителя
txgen header src udp <int>	установка номера UDP-порта отправителя
txgen header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса получателя
txgen header dst ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса получателя
txgen header dst udp <int>	установка номера UDP-порта получателя
txgen header vlan count [off 1 2 3]	выбор количества VLAN-тегов
txgen header vlan [1-3] id <int>	установка значения идентификатора VLAN
txgen header vlan [1-3] priority <int>	установка значения приоритета трафика
txgen header precedence <int>	установка значения приоритета кадра
txgen header tos <bin>	установка типа обслуживания пакета
Топология	
txgen port [a b]	выбор порта, с которого будет происходить генерация трафика
Размер кадра	
txgen frame random min <int>	установка минимального значения размера кадра в случае равномерного закона распределения
txgen frame random max <int>	установка максимального значения размера кадра в случае равномерного закона распределения
txgen frame constant <int>	установка размера кадра для тестирования
txgen frame type [constant random]	выбор закона изменения размера кадра
txgen frame <int>	ввод размера кадра
Тестирование без влияния на пользовательский трафик	
txgen cir value	значение CIR
txgen cir enable [off on]	включение ограничения трафика по CIR
Параметры тестирования	
txgen duration <hh.mm.ss>	задание длительности измерений
txgen rate	ввод требуемой нагрузки

6.5. Шлейф

Команда	Действие
loopback [a b] layer [off 1 2 3 4]	выбор порта для включения шлейфа и задание уровня, на котором будет происходить перенаправление тестового трафика

6.6. Анализатор тестового потока

Команда	Действие
Топология	
rxmon port [a b]	выбор порта, на котором будет происходить анализ тестового потока

6.7. Тестовые конфигурации

Команда	Действие
testconf show	вывод номера текущей тестовой конфигурации
testconf 1	переход в первую тестовую конфигурацию
testconf 2	переход во вторую тестовую конфигурацию

7. МРТ-тесты

Для настройки МРТ-тестов используются программы `mpt-tx` и `mpt-rx`, которые позволяют:

- добавить или удалить поток;
- выполнить настройку генератора и анализатора потоков;
- получить информацию о статусе потоков;
- получить результаты измерений по потокам.

`mpt-tx`

Команда для настройки генератора потоков.

Синтаксис команды

```
mpt-tx {-i IFNAME, --iface=IFNAME} [-n NUM, --num=NUM] [-l TYPE, --layer=TYPE]
[-s SIZE, --size=SIZE] [-M MAC, --mac-dst=MAC] [-H IP, --host=IP]
[-T ID:PRI, --vlan-serv=ID:PRI] [-Q ID:PRI, --vlan-cust=ID:PRI] [-F ID, --flow-id=ID]
[-t MSEC, --period=MSEC] [-S STATE, --state=STATE] [- -on] [- -off] [- -add] [- -del]
[- -show-status] [-h, --help] [-v, --verbose] [-V, --version]
```

Параметры

- `-i IFNAME, --iface=IFNAME` — вывести краткую информацию о потоках, настроенных на передачу для указанного интерфейса (`gbe0/gbe1`);
- `-n NUM, --num=NUM` — номер потока;
- `-l TYPE, --layer=TYPE` — тип потока: L2 или UDP;
- `-s SIZE, --size=SIZE` — размер пакета, в байтах;
- `-M MAC, --mac-dst=MAC` — MAC-адрес получателя;
- `-H IP, --host=IP` — IP-адрес получателя или имя узла сети;
- `-T ID:PRI, --vlan-serv=ID:PRI` — значение «service VLAN» (`<id>:<priority>`);
- `-Q ID:PRI, --vlan-cust=ID:PRI` — значение «customer VLAN» (`<id>:<priority>`);

- -F ID, --flow-id=ID — идентификатор потока (по умолчанию равен номеру потока);

Примечание. Номер UDP-порта получателя вычисляется по формуле: 20 000 + идентификатор потока. Значение идентификатора потока для генератора и анализатора должно быть одинаковым.

- -t MSEC, --period=MSEC — период отправки пакетов, мс;
- -S STATE, --state=STATE — режим работы генератора: ON – включен, OFF – выключен;
- --on — включить генератор;
- --off — выключить генератор;
- --add — добавить поток;
- --del — удалить поток;
- --show-status — вывести состояние генератора потоков.
- -h, --help — вывести краткую информацию по программе;
- -v, --verbose — выполнить команду в режиме «verbose» (с выводом дополнительной отладочной информации);
- -V, --version — вывести номер версии программы.

Примеры использования

1. Включить генерацию пакетов со следующими параметрами:

- тип потока: L2;
- номер потока: 44;
- идентификатор потока: 144;
- размер пакета: 64 байта;
- период отправки пакетов: 100 мс.

```
> mpt-tx --add --layer L2 --iface gbe0 --num 44 --flow-id 144 --mac-dst
00:21:CE:00:00:31 --size 64 --period 100 --on
```

2. Вывести подробную информацию о потоках, настроенных на передачу для интерфейса gbe0:

```
> mpt-tx --iface gbe0 -v
0044:
Flow name      :
Interface     : gbe0
State         : ON
Level         : L2
```

Frame size : 64 B
Period : 100 ms
Flow ID : 144
Dest MAC : 00:21:ce:00:00:31
S-VLAN Id/pri : N/A
C-VLAN Id/pri : N/A

0045:

Flow name :
Interface : gbe0
State : ON
Level : UDP
Frame size : 64 B
Period : 100 ms
Flow ID : 145
Dest MAC : 00:21:ce:00:00:31
Host / IP : 192.168.1.1
Source port : 10000
S-VLAN Id/pri : N/A
C-VLAN Id/pri : N/A

3. Удалить настройки генератора для 44-го потока на интерфейсе gbe0:
> mpt-tx -- iface gbe0 --num 44 --off --del
4. Выключить генерацию 20-го потока на интерфейсе gbe1:
> mpt-tx -- iface gbe1 --num 20 --off

mpt-rx

Команда для настройки анализатора потоков и вывода статистики по принятым потокам.

Синтаксис команды

```
mpt-rx {-i IFNAME, --iface=IFNAME} [-n NUM, --num=NUM] [-l TYPE, --layer=TYPE]
[-F ID, --flow-id=ID] [-t MSEC, --period=MSEC] [-S STATE, --state=STATE] [--on] [--off]
[--add] [--del] [--show-status] [-h, --help] [-v, --verbose] [-V, --version]
```

Параметры

- -i IFNAME, --iface=IFNAME — вывести краткую информацию о потоках, настроенных на приём для указанного интерфейса (gbe0/gbe1);
- -n NUM, --num=NUM — номер потока;
- -l TYPE, --layer=TYPE — тип потока: L2 или UDP;
- -F ID, --flow-id=ID — идентификатор потока (по умолчанию равен номеру потока);

Примечание. Номер анализируемого UDP-порта вычисляется по формуле:
20 000 + идентификатор потока. Значение идентификатора потока для генератора и анализатора должно быть одинаковым.

- -t SEC, --period=SEC — период отчёта, с;
- -S STATE, --state=STATE — режим работы генератора: ON – включен, OFF – выключен;
- --on — включить анализатор;
- --off — выключить анализатор;
- --add — добавить поток;
- --del — удалить поток;
- --show-stats[=N] — вывести статистику по принятым потокам (при задании N будут выведены последние N записей);
- --show-status — вывести состояние анализатора потоков;
- -h, --help — вывести краткую информацию по программе;
- -v, --verbose — выполнить команду в режиме «verbose» (с выводом дополнительной отладочной информации);
- -V, --version — вывести номер версии программы.

Примеры использования

1. Включить анализатор пакетов со следующими параметрами:

- тип потока: L2;
- номер потока: 44;
- идентификатор потока: 144;
- период отчета: 60 с.

```
> mpt-rx --add --layer L2 --iface gbe0 --num 44 --flow-id 144 --period 60 --on
```

2. Вывести две последние записи статистики для 44-го потока:

```
> mpt-rx --iface gbe0 --num 44 --show-stats=2
```

```
Receiver #44:
```

```
Record number : 6
```

```
Timestamp      : 22.09.2015 08:54:31
```

```
State          : ON
```

```
Flow ID       : 144
```

```
Period        : 60 s
```

```
Elapsed       : 60 s
```

```
Packets       : 600 (38400 B)
```

```
Lost          : 0
```

```
Duplicates    : 0
```

```
Reordered     : 0
```

```
Min. delay    : 4.320 us
```

```
Avg. delay    : 4.607 us
```

```
Max. delay    : 4.880 us
```

```
Jitter       : 0.186 us
```

```
Receiver #44:
```

```
Record number : 7
```

```
Timestamp      : 22.09.2015 08:55:31
```

```
State          : ON
```

```
Flow ID       : 144
```

```
Period        : 60 s
```

```
Elapsed       : 60 s
```

```
Packets       : 600 (38400 B)
```

```
Lost          : 0
```

```
Duplicates    : 0
```

```
Reordered     : 0
```

```
Min. delay    : 4.320 us
```

```
Avg. delay    : 4.593 us
```

```
Max. delay    : 4.880 us
```

```
Jitter       : 0.187 us
```


8. Тестирование без влияния на пользовательский трафик

Примечание. Теоретическое описание приведено в брошюре «Универсальный измерительный зонд МЕТРОТЕК М716-02-001/2. Руководство по эксплуатации», глава «Тестирование без влияния на пользовательский трафик».

8.1. Порядок проведения теста

1. Выполнить настройку «Тестового потока» на зонде, который является генератором тестового трафика («gen»).
2. Выполнить настройку «Анализатора тестового потока» на зонде, который является приёмником и анализатором тестового трафика («anlz»).
3. Запустить «Анализатор тестового потока» на зонде «anlz».
4. Запустить «Тестовый поток» на зонде «gen».
5. Дождаться окончания генерации или самостоятельно остановить «Тестовый поток» на зонде «gen».
6. Остановить «Анализатор тестового потока» на зонде «anlz».

8.2. Пример проведения теста

В данном разделе рассматривается пример выполнения теста без влияния на пользовательский трафик. Тестирование проводится по схеме, представленной на рис 8.1.

Значения параметров анализа, приведенные в разделе 8.2.2, даны для примера. Пользователь должен самостоятельно задавать значения в соответствии с настройками конкретной сети. Величину CIR следует выбирать с учётом SLA, которое должна обеспечивать тестируемая сеть.

8.2.1. Схема

Для проведения теста необходимо два зонда МЕТРОТЕК М716-02-001/2.

Зонд, обозначенный на рис 8.1 как «gen», осуществляет генерацию тестового трафика. Зонд, обозначенный «anlz», принимает и анализирует трафик.

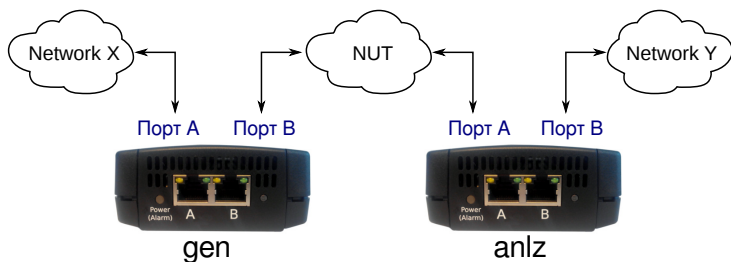


Рис. 8.1. Пример схемы тестирования без влияния на пользовательский трафик

8.2.2. Значения параметров тестирования

Параметр	Команда	Значение
MAC-адрес зонда «gen»	txgen header src mac	00:21:CE:00:01:05
IP-адрес порта В зонда «gen»	txgen header src ip	192.168.1.5
MAC-адрес зонда «anzl»	txgen header dst mac	00:21:CE:00:01:07
IP-адрес порта А зонда «anzl»	txgen header dst ip	192.168.1.7
номер UDP-порта отправителя	txgen header src udp	60 000
номер UDP-порта получателя	txgen header dst udp	50 000
размер кадра	txgen frame constant	64
длительность теста	txgen duration	5 минут
гарантированная пропускная способность (CIR)	txgen cir value	50 Мбит/с

8.2.3. Настройка «Тестового потока»

1. Перейти в ET-режим:

```
gen> et
gen/et>
```
2. Перейти в режим конфигурации:

```
gen/et> configure
OK
gen/et>(config)
```
3. Настроить параметры «Тестового потока»:

```
gen/et>(config) txgen port b
```

```
gen/et>(config) txgen header src mac 00:27:CE:00:01:05
gen/et>(config) txgen header src ip 192.168.1.5
gen/et>(config) txgen header src udp 60000
gen/et>(config) txgen header dst mac 00:21:CE:00:01:07
gen/et>(config) txgen header dst ip 192.168.1.7
gen/et>(config) txgen header dst udp 50000
gen/et>(config) txgen frame constant 64
gen/et>(config) txgen frame type constant
gen/et>(config) txgen duration 00:05:00
gen/et>(config) txgen rate 100
```

Примечание. Если IP-адрес зонда «anz» находится в другой подсети, то в качестве MAC-адреса получателя («dst mac») необходимо указывать MAC-адрес роутера, ближайшего к зонду «gen».

Примечание. При создании «Тестового потока» можно использовать все настройки, указанные на стр. 25–26, например, настройки VLAN или MPLS.

Примечание. Необходимость настройки генерации трафика в 100% («txgen rate 100») связана с внутренними особенностями генератора, используемого в этом тесте.

4. Настройка параметров подмешивания трафика:

```
gen/et>(config) txgen cir value 50 mbps
gen/et>(config) txgen cir enable on
```

8.2.4. Настройка «Анализатора тестового потока»

1. Перейти в ET-режим:

```
anzl> et
anzl/et>
```

2. Перейти в режим конфигурации:

```
anzl/et> configure
OK
anzl/et>(config)
```

3. Настроить порт, на котором будет проводиться анализ:

```
anzl/et>(config) rxmon port a
```

8.2.5. Запуск теста

1. На зонде «anzl» выполнить команду:
anzl/et> rxmon start
2. На зонде «gen» выполнить команду:
gen/et> txgen start

8.2.6. Просмотр результатов

1. Для просмотра результатов генератора тестового потока ввести команду:

anzl/et> txgen results

Пример вывода результатов:

ET 00:00:05 RT 04:59:55

L1 test/total Mbps 20.000/50.000

Test frames 6647365

OK

Легенда:

- ET: время, прошедшее с начала генерации тестового потока;
- RT: время, оставшееся до конца генерации тестового потока;
- L1 test/total: скорость генерируемого/всего трафика;
- Test frames: количество отправленных пакетов.

2. Для просмотра результатов анализатора тестового потока ввести команду:

rxmon/et> rxmon show

Пример вывода результатов:

Rx Monitor Report

Tester M716

Started 31-03-2016 07:08:29 (UTC+0)

Stopped --:--:----- -:--:-- (UTC+0)

Configuration

Port A

Results

Test status	Running
L1 test/total Mbps	20.000/50.000
Test frames	6647365
OOOPs 0.000e+00	%OOOPs 0.000
INOPs 6.647e+06	%INOPs 100.000

OK

Легенда:

- Started: время запуска анализатора;
- Stopped: время выключения анализатора;
- Port: порт для анализа;
- Test status: текущее состояния теста («Running» — запущен, «Idle» — не запущен);
- L1 test/total: скорость принимаемого тестового/всего трафика;
- Test frames: количество принятых тестовых пакетов;
- OOOPs, %OOOPs: количество принятых тестовых пакетов, пришедших не по порядку;
- INOPs, %INOPs: количество принятых тестовых пакетов, пришедших по порядку.

9. Параметры тестирования

Параметр	Описание
advanced learn	Время, через которое начнётся тестирование после отправки обучающего кадра (см. параметр «wait»). Согласно RFC 2544, время обучения составляет 2000 мс. Пользователь может задавать величину обучения в пределах от 100 до 10 000 мс.
advanced wait	Временной интервал между окончанием пробы и отправкой обучающего кадра. Согласно RFC 2544, интервал составляет 7000 мс: 2000 мс отводится на получение остаточных кадров, 5000 мс — на рестабиллизацию тестируемого устройства. Пользователь может задавать произвольные значения интервала в пределах от 100 до 10 000 мс. Примечание. Обучающий кадр имеет одинаковые MAC-адреса отправителя и получателя. Когда коммутатор получает такой кадр, он отфильтровывает его, т.к. выходной интерфейс совпадает со входным. При этом коммутатор считывает MAC-адрес отправителя и запоминает интерфейс, с которого он был получен.
autoarp	Если функция включена, при запуске теста будет автоматически проведён ARP-запрос. В результате запроса вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя, заданному командой «... header dst ip <i>i.i.i.i</i> ».
count	Количество повторений теста для каждого заданного размера кадра.
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. 10.4. Младшие 2 бита используются протоколом TCP для передачи информации о перегрузках и описаны в табл. 10.5.
dst mac	Если источник и получатель соединены напрямую, без промежуточных маршрутизаторов, в качестве MAC-адреса получателя указывается MAC-адрес интерфейса получателя. Если между источником и получателем существует хотя бы один маршрутизатор, в качестве MAC-адреса получателя необходимо указать MAC-адрес ближайшего к источнику маршрутизатора.

Параметр	Описание
duration	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (1–2886 с).
frame type [constant random]	Если выбрано «constant», то для тестирования будут использоваться кадры, размер которых задан с помощью команды «... frame constant <i>int</i> ». Если выбрано «random», то размер кадра будет изменяться по равномерному закону в пределах, заданных с помощью команд «...frame random min <i>int</i> » и «...frame constant <i>int</i> ».
maxrate	Значение физической (L1) скорости в процентах, кбит/с или Мбит/с.
precedence	Поле, которое указывает приоритет кадра. Возможно восемь значений приоритета кадра в соответствии с RFC 791 [3]. Отправитель может установить в этом поле любое значение из таблицы 10.2.
rates src [throughput manually]	При выборе «throughput» тест будет проходить при значении нагрузки, полученном в результате теста «Пропускная способность». При выборе «manually» при проведении теста будут использованы значения, заданные пользователем.
rates start, rates stop	Параметры «rates start» и «rates stop» позволяют задать диапазон значений нагрузки, на которой будет проводиться анализ уровня потерь. Значения физической (L1) скорости задаются в процентах, в кбит/с или в Мбит/с.
resolution	Разрешение, с которым будет производиться поиск пропускной способности. Возможные значения: 10, 1, 0.1, 0.01. Наименьшее значение разрешения соответствует наибольшей точности измерения пропускной способности канала.
src mac	В качестве MAC-адреса отправителя указывается MAC-адрес интерфейса источника.
threshold	Порог допустимых потерь (0–10 %). Если количество принятых пакетов оказывается меньше количества переданных на величину допустимого порога потерь, тест считается пройденным.
tos	Поле, которое определяет тип обслуживания IP-пакета (Type of Service). Отправитель может установить в этом поле любое значение из таблицы 10.3, руководствуясь методикой RFC 1349 [4]. Также возможно установить любую другую комбинацию из 4-х бит в соответствии с настройками маршрутизатора.

Параметр	Описание
vlan id	12-битный идентификатор VLAN, представляет собой число от 0 до 4095. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр. Нулевое значение VLAN ID показывает, что данный кадр не несёт информации о VLAN, а содержит информацию только о приоритете. Если значение VLAN ID установлено равным 1, то при проходе через порт сетевого коммутатора значение VLAN ID для этого кадра будет установлено равным VLAN ID порта.
vlan priority	Поле, которое определяет приоритет трафика. Существует 8 значений приоритета (см. IEEE Std 802.1Q [2]), соответствие между приоритетом и типом трафика представлено в таблице 10.1.

10. Справочные таблицы

Таблица 10.1. Приоритеты и типы трафика

Значение	Описание
1	Background
0 (Default)	Best Effort
2	Excellent Effort
3	Critical Applications
4	Video
5	Voice
6	Internetwork Control
7	Network Control

Типы трафика Network Control и Internetwork Control зарезервированы для сообщений управления сетью. Приоритеты 4 и 5 могут использоваться для особо чувствительного к задержкам трафика, такого, как видео или речь. Приоритеты трафика с 3 по 1 предназначены для различных задач — от потоковых приложений до FTP-трафика, способного справиться с возможными потерями. Класс 0 резервируется для «максимально лучшей» доставки и присваивается в тех случаях, когда не специфицирован никакой другой класс.

Таблица 10.2. Значения поля Precedence

Значение	Описание	Примечание
0	Routine	Обычный приоритет
1	Priority	Предпочтительный приоритет
2	Immediate	Немедленный приоритет
3	Flash	Срочный приоритет
4	Flash Override	Экстренный приоритет
5	CRITIC/ECP	Критический приоритет
6	Internetwork Control	Межсетевое управление
7	Network Control	Сетевое управление

Таблица 10.3. Значения поля ToS

Значение	Описание	Примечание
1000	Minimize delay	Минимизировать задержку. Используется, когда время доставки пакета с исходного сетевого устройства до адресата (время ожидания) наиболее важно и должно быть минимальным.
0100	Maximize throughput	Максимальная пропускная способность. Указывает, что пакет должен быть перенаправлен через канал с максимальной пропускной способностью.
0010	Maximize reliability	Максимальная надёжность. Используется, когда важно иметь уверенность, что данные достигнут адресата без повторной передачи.
0001	Minimize monetary cost	Минимизировать стоимость. Используется, когда необходимо минимизировать стоимость передачи данных.
0000	All normal	Обычное обслуживание. В этом случае маршрутизация пакета отдаётся на усмотрение провайдера.

Таблица 10.4. Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP

Класс трафика	Значение поля DSCP
Default	000 000
AF11	001 010
AF12	001 100
AF13	001 110
AF21	010 010
AF22	010 100
AF23	010 110
AF31	011 010
AF32	011 100
AF33	011 110
AF41	100 010
AF42	100 100
AF43	100 110
EF	101 110

Каждому классу обслуживания трафика ставится в соответствие определённое значение поля DSCP. В таблице приведены рекомендуемые значения в соответствии с методиками RFC 2597 [11] и RFC 2598 [12].

Default — «негарантированная передача». Трафику данного класса обслужи-

вания 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. RFC 2597 [11]).

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 10.5. Значение поля ECN

Значение	Описание
00	Not-ECT (Not-ECN-Capable Transport) — поток, не поддерживающий ECN.
01	ECT (1) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN.
10	ECT (0) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN. Трактуются маршрутизаторами так же, как и ECT (1).
11	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 [13].

Таблица 10.6. Номера портов протокола TCP/IP

Номер порта (протокол)	Описание
21 (FTP)	протокол передачи файлов
22 (SSH)	безопасный протокол для удалённого управления и передачи файлов
23 (TELNET)	протокол для доступа к удалённому сетевому устройству
25 (SMTP)	протокол передачи электронной почты
80 (HTTP(WWW))	протокол, используемый веб-браузерами и веб-серверами для передачи файлов
161 (SNMP)	протокол для управления сетевыми устройствами

Литература

- [1] RFC 2544, «Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices», S. Bradner and J. McQuaid, March 1999.
- [2] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Networks.
- [3] RFC 791, Postel, J., «Internet Protocol», DARPA, September 1981.
- [4] RFC 1349, Almquist, P., «Type of Service in the Internet Protocol Suite», July 1992.
- [5] ITU-T Y.1564 (03/2011), «Ethernet service activation test methodology».
- [6] IEEE 802.3ah, «Ethernet in the First Mile Task Force».
- [7] ITU-T Y.1563 (01/2009), «Ethernet frame transfer and availability performance».
- [8] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment».
- [9] RFC 4689, «Terminology for Benchmarking Network-layer Traffic Control Mechanisms», S. Poretsky, October 2006.
- [10] RFC 3550, «RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications», H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, July 2003.
- [11] RFC 2597, «Assured Forwarding PHB Group», J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, June 1999.
- [12] RFC 2598, «An Expedited Forwarding PHB», V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri, June 1999.
- [13] RFC 3168, «The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP», K. Ramakrishnan, S. Floyd, D. Black, September 2001.