

Тестер-анализатор сетей Ethernet Беркут-ЕТ

Руководство по эксплуатации
ДДГМ.030.000.001 РЭ
Редакция 19, 2023



НТЦ 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, в аппаратную часть или программное обеспечение, а также в настоящее руководство по эксплуатации.

© НТЦ Метротек, 2023

Оглавление

1. Введение	8
1.1. Основные возможности	8
1.2. Комплект поставки.....	8
2. Меры безопасности.....	9
3. Подготовка к работе	10
4. Внешний вид	11
4.1. Включение и выключение прибора	11
4.2. Тестовые порты	13
4.3. Индикаторы состояния портов А, В, LAN	13
4.4. Разъёмы боковой панели	14
4.5. Светодиодные индикаторы	14
4.6. Индикатор Power	15
4.7. Клавиатура	15
5. Подключение к прибору.....	17
5.1. Параметры подключения	17
5.2. Подключение по интерфейсу Ethernet	17
5.3. Подключение по интерфейсу USB.....	19
6. Конфигурация прибора	21
6.1. Изменение пароля.....	21
6.2. Добавление пользователей.....	21
7. Обновление программного обеспечения прибора.....	22
7.1. Подготовка к обновлению	22
7.2. Алгоритм обновления	22
8. Веб-интерфейс	23
8.1. Подключение	23
8.2. Удалённое управление (VNC)	25
9. Инструменты.....	26
9.1. IP инструменты	26
9.2. Перехват ARP	33
9.3. Тест кабеля.....	34
9.4. Шлейф.....	36
9.5. Транзит	42

9.6. LACP монитор	43
10. Измерения	46
10.1. Типовые схемы подключения	46
10.2. Варианты выполнения тестирования	49
10.3. Методика RFC 2544	57
10.4. Y.1564.....	61
10.5. BERT.....	66
10.6. Пакетный джиттер	69
10.7. Тестовые данные	71
10.8. Тест времени.....	73
10.9. Нарушение обслуживания	75
10.10. Приказ №870.....	78
11. Структура главного меню.....	79
12. Строка статуса	80
13. Аббревиатуры тестов	81
14. Состояние тестирования	82
15. Меню «Настройки».....	83
15.1. Параметры сети	83
15.2. Параметры интерфейсов	86
15.3. Установки прибора.....	89
15.4. Профили	97
15.5. Протоколирование событий (Лог).....	98
16. Меню «Инструменты».....	99
16.1. IP инструменты.....	99
16.2. Перехват ARP	104
16.3. Тест кабеля	104
16.4. Шлейф.....	105
16.5. Транзит.....	109
16.6. LACP монитор	109
16.7. Конфигурирование M720 (Smart SFP)	113
17. Меню «Измерения»	122
17.1. RFC 2544. Настройка топологии и заголовка.....	122
17.2. RFC 2544. Настройка параметров тестов	127

17.3. RFC 2544. Результаты анализа	131
17.4. Y.1564. Настройка сервисов и тестов	137
17.5. Y.1564. Результаты анализа	140
17.6. BERT. Настройка параметров теста.....	142
17.7. BERT. Результаты анализа	144
17.8. Пакетный джиттер. Настройка параметров теста	145
17.9. Пакетный джиттер. Результаты анализа	146
17.10. Тестовый поток.....	148
17.11. Тестовые данные	150
17.12. Тест времени.....	151
17.13. Статистика	153
17.14. Нарушение обслуживания	156
17.15. Приказ №870.....	158
18. Сохранение результатов тестов и статистики	165
19. Интерфейс командной строки	167
19.1. Режимы	167
19.2. Переключение между режимами	167
19.3. Список команд.....	167
19.4. Автодополнение	168
19.5. История команд.....	168
19.6. Синтаксис команд	168
20. Команды основного режима	169
20.1. RFC 2544	169
20.2. Y.1564.....	171
20.3. BERT.....	172
20.4. Пакетный джиттер	174
20.5. Тестовый поток.....	174
20.6. Приказ 870.....	176
20.7. Тест времени.....	177
20.8. Тестовые данные	178
20.9. Шлейф.....	178
20.10. Параметры сети	178
20.11. Параметры интерфейсов.....	178

20.12. Тесты TSP/IP	179
20.13. Транзит.....	179
20.14. Синхронизация времени.....	179
20.15. Тестовые конфигурации	179
20.16. Лог.....	180
20.17. Профили	180
20.18. Статистика	180
20.19. Поверка.....	180
20.20. Общие команды	180
21. Команды режима конфигурации	182
21.1. RFC 2544	182
21.2. Y.1564.....	184
21.3. BERT.....	186
21.4. Пакетный джиттер	187
21.5. Тестовый поток.....	187
21.6. Приказ 870.....	189
21.7. Тест времени.....	190
21.8. Тестовые данные	191
21.9. Шлейф.....	191
21.10. Транзит.....	191
21.11. Синхронизация времени.....	191
21.1. Тестовые конфигурации	192
21.2. Параметры сети	192
21.3. Параметры интерфейсов	192
21.4. Общие команды.....	193
22. Методика поверки	194
23. Техническое обслуживание прибора.....	194
23.1. Процедура заряда аккумуляторной батареи	194
24. Техническая поддержка	195
25. Спецификации	196
25.1. Интерфейсы	196
25.2. Общие характеристики	196
25.3. Тестирование	196

25.4. Опции поставки.....	199
26. Методика проверки на соответствие приказу Минкомсвязи России №277.....	200
27. Справочные таблицы.....	203
28. Структура кадров	206
29. Литература.....	208

1. Введение

Тестер-анализатор сетей Ethernet Беркут-ЕТ (далее по тексту также «прибор», «устройство») предназначен для проведения анализа и диагностического тестирования трактов на скоростях от 10 Мбит/с до 1 Гбит/с, оценки качества услуг, создания 100 % нагрузки на оборудование и сеть, измерения полосы пропускания, задержки передачи и джиттера. Прибор выполняет тестирование по методике RFC 2544, рекомендации Y.1564, создаёт Ethernet-шлейф и получает статистику по принимаемому и передаваемому трафику.

1.1. Основные возможности

- Генерация и регистрация трафика с нагрузкой до 100% на любом уровне стека TCP/IP.
- Диапазон скоростей передачи данных в сетях: от 10 Мбит/с до 1 Гбит/с.
- Измерение характеристик сетевых устройств по методике RFC 2544.
- BER тестирование.
- Измерения по рекомендации Y.1564: проверка на соответствие SLA.
- Поддержка VLAN Q-in-Q и MPLS.
- Измерение пакетного джиттера.
- Режим интеллектуального шлейфа (Smart Loopback) с одновременным сбором статистики.
- Поддержка односторонних (One-Way) измерений.
- Поддержка RTP/IEEE 1588.
- Удалённое управление M720 (Smart SFP).
- Измерение параметров сетей передачи данных с точностью, соответствующей требованиям Приказа №870 Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 19.12.2019 года.

1.2. Комплект поставки


Комплект поставки тестера-анализатора зависит от заказа и приведён в паспорте.

2. Меры безопасности

- До начала работы с прибором 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, приведённым в разделе 25.
- 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 от ударов, попадания влаги и пыли, продолжительного воздействия прямых солнечных лучей.
- При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать блок питания прибора от сети.
- **Внимание!** Во избежание выхода из строя измерительных интерфейсов запрещается использовать прибор в сетях с фантомным (неуправляемым или неотключаемым) напряжением питания PoE.

3. Подготовка к работе

До начала работы с прибором Беркут-ЕТ необходимо выполнить следующие действия:

1. После извлечения устройства 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 питания прибора (см. рис. 4.6), а затем к электрической розетке. После подключения загорается индикатор «Power» (см. раздел 4.6).
4. Включить прибор, нажав на клавишу  (см. раздел 4.1).

4. Внешний вид

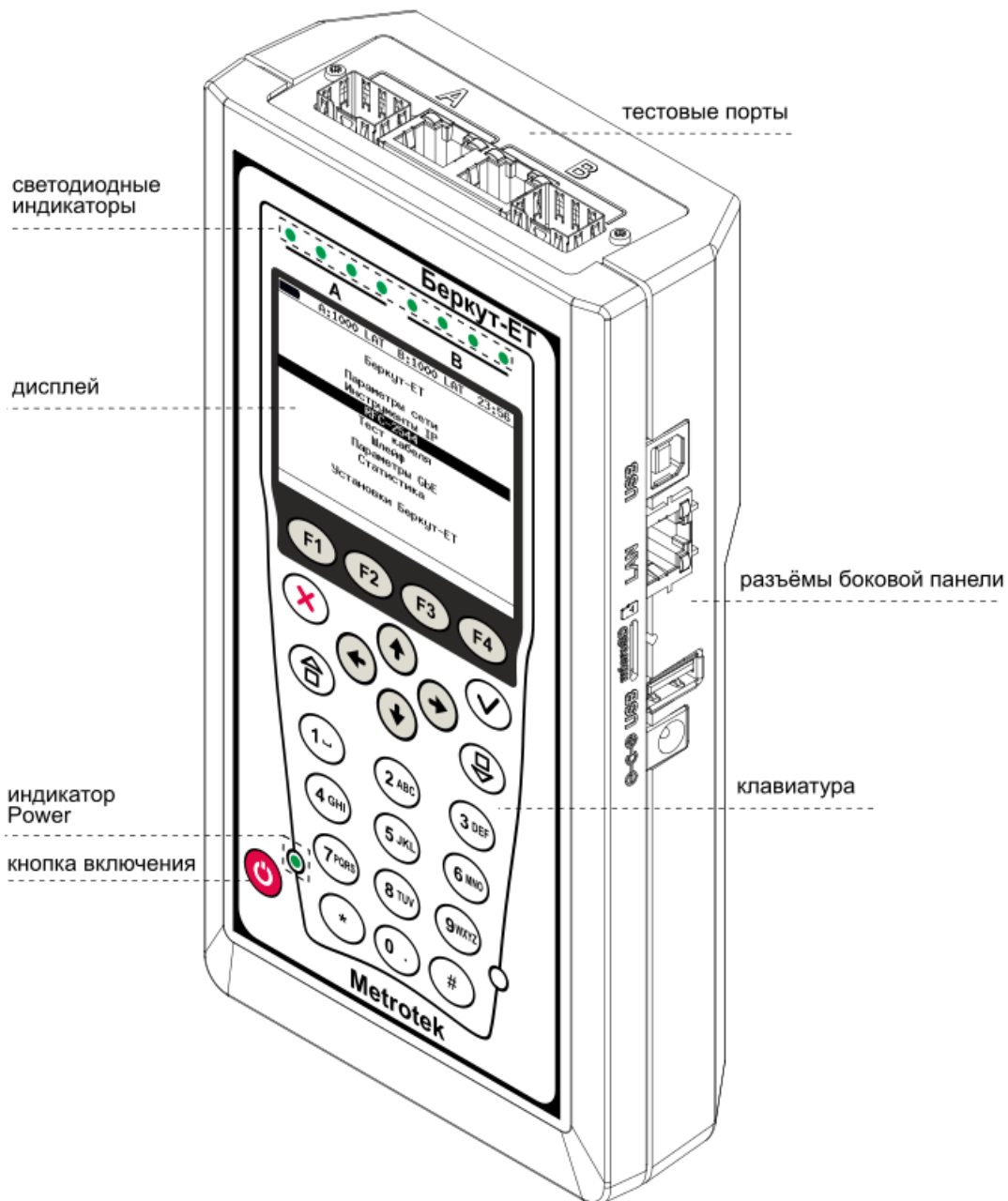


Рисунок 4.1. Внешний вид прибора Беркут-ЕТ

4.1. Включение и выключение прибора



Для включения прибора необходимо нажать и удерживать клавишу  в течение 2-3 с. После загрузки системы на экране отобразится меню «Настройки»:



Рисунок 4.2. Меню «Беркут-ЕТ. Настройки»

Для выключения прибора следует однократно нажать на клавишу , после чего на экране появится сообщение о выключении прибора:

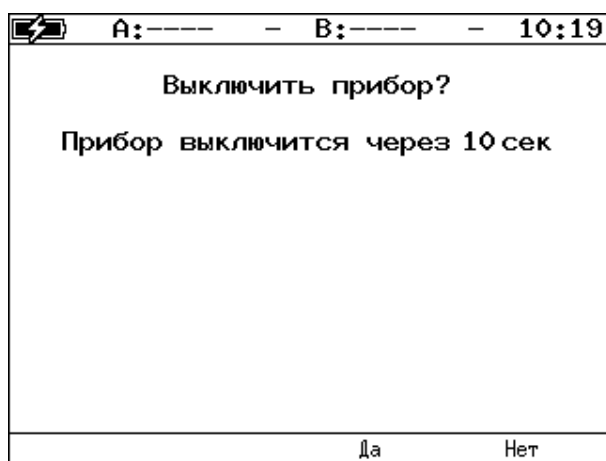




Рисунок 4.3. Сообщение о выключении прибора

Для выключения прибора с сохранением всех настроек необходимо нажать на клавишу  или дождаться автоматического выключения по истечении 10 с.

При нажатии на клавишу  прибор выключен не будет.

Для принудительного выключения следует нажать и удерживать клавишу  в течение 4 с.

Примечание. Принудительное завершение работы используется в случае, когда прибор перестал отвечать на нажатия клавиш или возникла экстренная необходимость выключения. При этом настройки прибора не сохраняются.

4.2. Тестовые порты

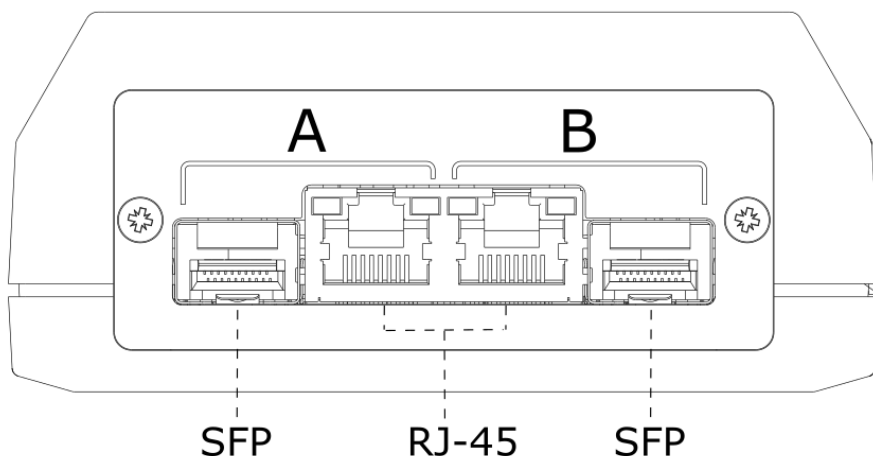


Рисунок 4.4. Верхняя панель прибора

Верхняя панель прибора Беркут-ЕТ имеет два порта (А и В) для подключения к тестируемому устройству или сети Ethernet/Gigabit Ethernet. Каждый порт содержит 2 разъёма — RJ-45 и SFP. Во время тестирования используется только один из разъёмов.

4.3. Индикаторы состояния портов А, В, LAN

Порты А, В и LAN прибора Беркут-ЕТ имеют по два светодиодных индикатора для определения состояния и активности соединения.

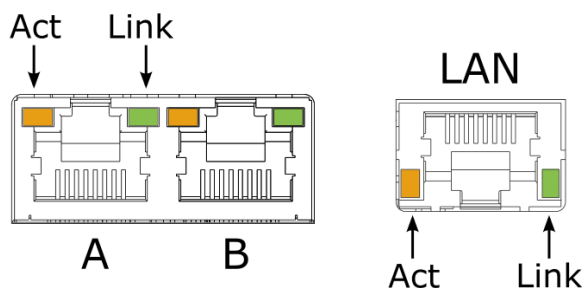


Рисунок 4.5. Светодиодные индикаторы «Act» и «Link»

Таблица 4.1. Описание светодиодных индикаторов «Act» и «Link»

Индикатор	Цвет	Описание
Act	оранжевый (мигает)	идёт приём/передача данных
	—	приём/передача данных не осуществляется
Link	зелёный	соединение установлено
	—	соединения нет

4.4. Разъёмы боковой панели

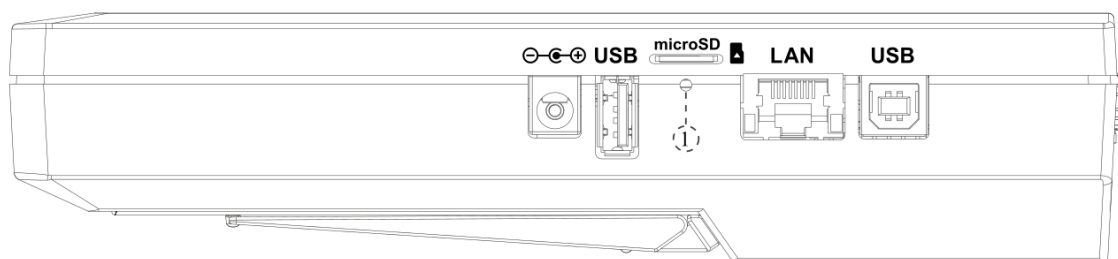


Рисунок 4.6. Боковая панель прибора

Маркировка	Назначение
	Подключение внешнего блока питания.
USB (USB A)	Подключение внешних USB-накопителей и Wi-Fi адаптеров. <i>Примечание.</i> Допускается использовать только проверенные и рекомендованные производителем Wi-Fi адаптеры. Для получения актуального списка адаптеров следует обратиться в службу технической поддержки (см. раздел 24).
micro SD	Разъём с картой памяти, содержащей программное обеспечение прибора. <i>Примечание.</i> Работа прибора без установленной карты невозможна. Недопустимо извлекать карту памяти из разъёма для использования в других устройствах.
	Кнопка аппаратного сброса.
LAN	Удалённое управление устройством (описание светодиодных индикаторов разъёма приведено в разделе 4.3).
USB (USB B)	Подключение к персональному компьютеру.

4.5. Светодиодные индикаторы

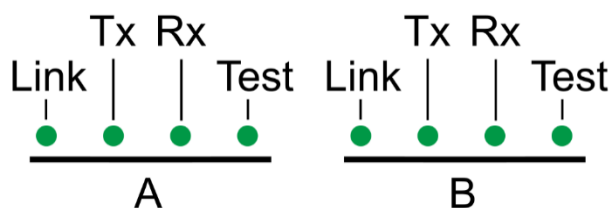



Рисунок 4.7. Светодиодные индикаторы лицевой панели

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
Link	зелёный	горит постоянно	соединение с тестируемым оборудованием установлено
	красный	горит постоянно	соединения нет
	–	не горит	интерфейс не активен
Tx	зелёный	мигает или горит постоянно	идёт передача пакетов

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
	—	не горит	передача пакетов не осуществляется
Rx	зелёный	мигает или горит постоянно	идёт приём пакетов
	—	не горит	приём пакетов не осуществляется
Test	зелёный	горит постоянно	проводится тестирование
		мигает	включен режим «Шлейф»
	—	не горит	режим «Шлейф» выключен, тестирование не проводится






Примечание. Для отображения подписей к светодиодным индикаторам служит клавиша  (см. раздел 4.7)



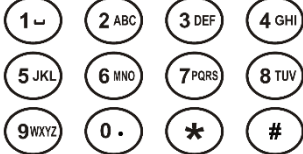
4.6. Индикатор Power

Светодиодный индикатор, расположенный в нижней части передней панели корпуса прибора, загорается при подключении внешнего источника питания:

- зелёный: аккумуляторные элементы заряжены;
- оранжевый: идёт заряд аккумуляторных элементов (после окончания заряда индикатор загорится зелёным);
- зелёный и кратковременно мигает оранжевым: выполняется проверка аккумуляторных элементов на уровень заряда (при уровне более 90 % заряд включён не будет).

4.7. Клавиатура

Клавиша	Описание
	<i>Включение/выключение прибора</i> (см. раздел 4.1)
	<i>Главное меню</i> Клавиша возврата в главное меню из любого подменю.
	<i>Информационная панель</i> Клавиша для отображения подписей к светодиодным индикаторам (см. раздел 4.5). Цвет фона подписи совпадает с цветом соответствующего индикатора.
	<i>Ввод</i> Клавиша перехода в меню или подменю. При выборе пункта меню, позволяющего вводить значения параметров, нажатие на клавишу обеспечивает переход в режим задания данных. Повторное нажатие подтверждает введённые значения.
	<i>Отмена/Выход</i> Клавиша перехода в предыдущее меню. В режиме задания данных служит для отмены ввода данных.

Клавиша	Описание
	<i>Функциональные клавиши</i>
	<i>Клавиши управления курсором</i>
	<i>Клавиши ввода цифр, букв и символов</i>

5. Подключение к прибору

Подключение к прибору выполняется с помощью персонального компьютера (ПК) по интерфейсу Ethernet (см. раздел 5.2) или USB (см. раздел 5.3).

5.1. Параметры подключения

На приборе установлена ОС Linux и созданы три учётные записи: root, admin и user.

Имя	Назначение	Интерфейс для подключения к прибору
root	Управление файлами и сетевыми интерфейсами, установка пакетов. <i>Примечание.</i> Под учётной записью root работать с прибором следует предельно внимательно.	USB (см. раздел 5.3) <i>Примечание.</i> По умолчанию, под учётной записью root доступ к прибору возможен только по интерфейсу USB. Для работы под учётной записью root при подключении по интерфейсу Ethernet необходимо сначала подключиться к прибору под учётной записью user, а затем перейти под учётную запись root с помощью команды su.
admin	Управление функциями прибора.	USB, Ethernet (см. раздел 5.2)
user	Подключение к прибору, доступ к руководствам пользователя.	USB, Ethernet

В таблице ниже приведены параметры для первого подключения к прибору. После соединения с прибором пароли можно изменить, следуя указаниям раздела 6.1. IP-адрес порта LAN задаётся в меню «Измерения» ⇒ «Параметры интерфейсов».

Параметр	Значение по умолчанию
IP-адрес порта LAN	192.168.0.1
Пароль для учётной записи root	PleaseChangeTheRootPassword
Пароль для учётной записи admin	PleaseChangeTheAdminPassword
Пароль для учётной записи user	PleaseChangeTheUserPassword

Примечание. Настоятельно рекомендуется изменить пароль для учётной записи root при подключении прибора к сети общего пользования (см. раздел 6.1).

5.2. Подключение по интерфейсу Ethernet

5.2.1. ОС Linux

Для установки соединения между ПК и прибором следует:

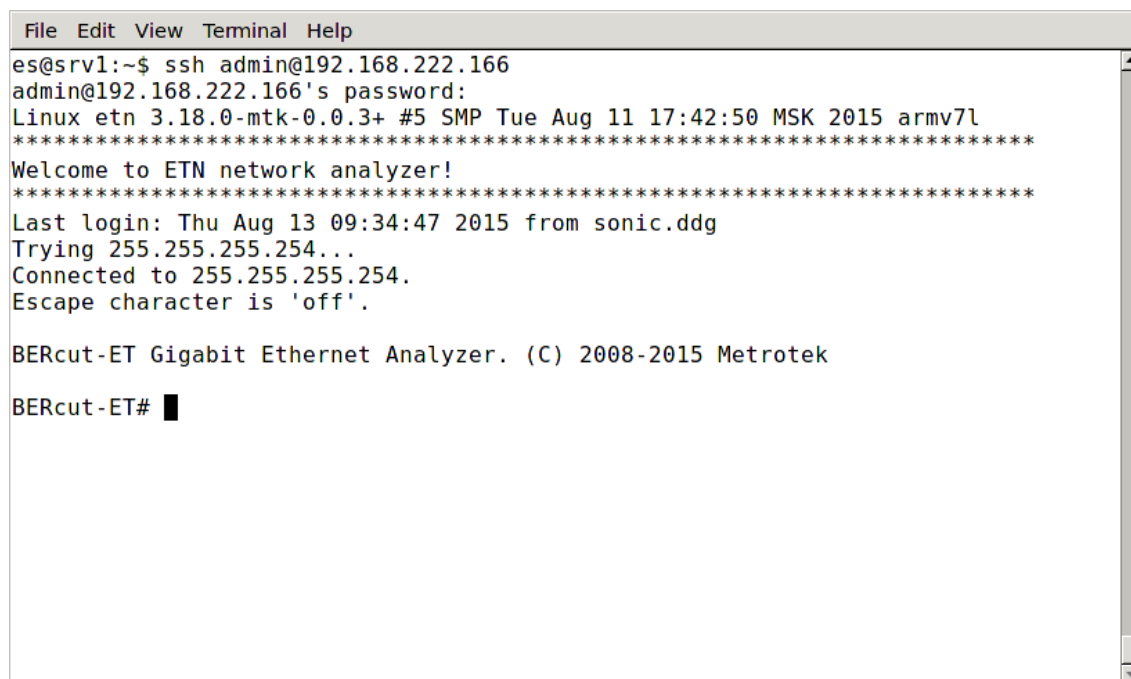
1. Подключить порт LAN прибора к ПК или сети.
2. Включить прибор, нажав на кнопку включения/выключения питания.

3. На ПК открыть окно терминала и ввести команду:

```
ssh admin@IP-адрес_порта_LAN (или ssh user@IP-адрес_порта_LAN)
```

4. Ввести пароль для используемой учётной записи.

После успешного ввода пароля в окно терминала будет выведено приглашение (рис. 5.1). После этого можно управлять прибором с помощью команд, представленных в разделах 20 и 21.



```
File Edit View Terminal Help
es@srv1:~$ ssh admin@192.168.222.166
admin@192.168.222.166's password:
Linux etn 3.18.0-mtk-0.0.3+ #5 SMP Tue Aug 11 17:42:50 MSK 2015 armv7l
*****
Welcome to ETN network analyzer!
*****
Last login: Thu Aug 13 09:34:47 2015 from sonic.ddg
Trying 255.255.255.254...
Connected to 255.255.255.254.
Escape character is 'off'.

BERcut-ET Gigabit Ethernet Analyzer. (C) 2008-2015 Metrotek

BERcut-ET# █
```

Рисунок 5.1. Приглашение командной строки

5.2.2. ОС Windows

Для установки соединения между ПК и прибором Беркут-ЕТ следует:

1. Подключить порт LAN прибора к ПК или сети.
2. Включить прибор, нажав на кнопку включения/выключения питания.
3. Открыть терминальный клиент с поддержкой SSH, например PuTTY.
4. Задать IP-адрес порта LAN и войти в систему.
5. Ввести имя пользователя: admin или user.
6. Ввести пароль для выбранной учётной записи.

После успешного ввода пароля можно управлять прибором с помощью команд, представленных в разделах 20 и 21.

5.3. Подключение по интерфейсу USB

5.3.1. 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 персональным компьютером (ПК) и прибором с использованием программы `minicom` необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить порт USB В прибора к USB-порту ПК.
2. Включить прибор, нажав на кнопку включения/выключения питания.
3. На ПК запустить программу `minicom`:

```
minicom -D /dev/ttyUSB0 -b 115200
```

Примечание. В настройках программы `minicom` необходимо выключить аппаратное и программное управление потоком.

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

После корректного ввода параметров подключения можно управлять прибором с помощью команд, представленных в разделах 20 и 21.

5.3.2. ОС Windows

Взаимодействие с прибором в ОС Windows осуществляется посредством драйвера Virtual COM Port. Данный драйвер следует предварительно установить на ПК для 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 с использованием программы HyperTerminal необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить порт USB В прибора к USB-порту ПК.
2. Включить прибор, нажав на кнопку включения/выключения питания.
3. На ПК запустить программу HyperTerminal.
4. Создать новое подключение: «Файл» ⇒ «Новое подключение».
5. Задать имя подключения.
6. Определить, каким COM-портом в системе является подключённый прибор, обратившись к стандартному приложению «Диспетчер устройств»:

«Мой компьютер» ⇒ «Свойства» ⇒ «Оборудование» ⇒ «Диспетчер устройств».

7. Выбрать последовательный порт, к которому подключён прибор.
8. Установить параметры последовательного порта:
 - скорость (бит/с): 115 200;
 - биты данных: 8;
 - чётность: нет;
 - стоповые биты: 1;
 - управление потоком: нет.
9. После нажатия на кнопку Enter HyperTerminal попытается установить соединение с прибором. В случае успешного соединения в окно терминальной программы будет выведено приглашение для ввода имени пользователя и пароля.

После корректного ввода параметров подключения можно управлять прибором с помощью команд, представленных в разделах 20 и 21.

6. Конфигурация прибора

6.1. Изменение пароля

Для изменения пароля по умолчанию (см. раздел 5.1) следует:

1. Подключиться к прибору, используя учётную запись «root».
2. Подмонтировать файловую систему на запись командой «mount -o rw,remount /».
3. Ввести команду «passwd» и следовать указаниям на экране ПК.

6.2. Добавление пользователей

Для добавления новых пользователей следует:

1. Подключиться к прибору Беркут-ЕТ (см. раздел 5), используя учётную запись root.
2. Ввести команду «adduser» и следовать указаниям на экране ПК.

7. Обновление программного обеспечения прибора

Обновление программного обеспечения (ПО) прибора Беркут-ЕТ выполняется с помощью SD карты. Обновлённое ПО может включать как исправление ошибок, так и новые функциональные возможности.

7.1. Подготовка к обновлению

Перед обновлением ПО прибора следует обратиться в техническую поддержку (см. раздел 24) и получить архив с образом ПО. Архив необходимо распаковать в любой доступный каталог на ПК.

Сохранённые на приборе отчёты в процессе обновления будут удалены. Отчёты можно предварительно сохранить на ПК через веб-интерфейс (см. раздел 8).

Перед обновлением нужно записать ключ, открывающий опции на приборе: меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции».

7.2. Алгоритм обновления

1. Скачать и установить на ПК с ОС Windows 7/8 программу записи образа на SD карту (например, Win32 Disk Imager).
2. Извлечь из прибора SD карту и подключить её к ПК с помощью встроенного или внешнего устройства для чтения карт памяти.
3. Отформатировать SD карту, выбрав файловую систему Fat32.
4. Открыть программу Win32 Disk Imager и выбрать путь к ранее разархивированному образу ПО. Запись образа на SD карту занимает от 5 до 20 минут.
5. Подключить к прибору внешний источник питания.
6. Установить SD карту в прибор и проверить его работоспособность.
7. В меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в поле «Ключ» ввести ранее записанный ключ для активации опций.

8. Веб-интерфейс

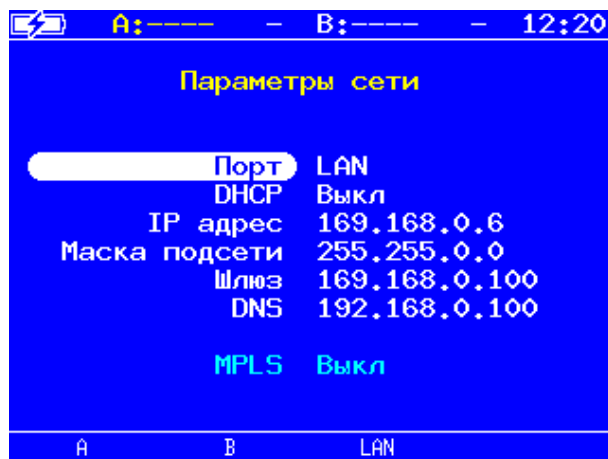
Веб-интерфейс позволяет взаимодействовать с прибором посредством протокола HTTP и браузера. С помощью веб-интерфейса можно:

- просмотреть и сохранить на ПК результаты и настройки основных тестов: RFC 2544, BERT, Jitter, Y.1564;
- управлять функциями прибора по протоколу VNC;
- выполнить снимок экрана прибора;
- открыть и скачать на ПК сохранённые отчёты о результатах тестирования;
- открыть и сохранить на ПК руководства пользователя;
- скачать последнюю версию ПО для прибора.

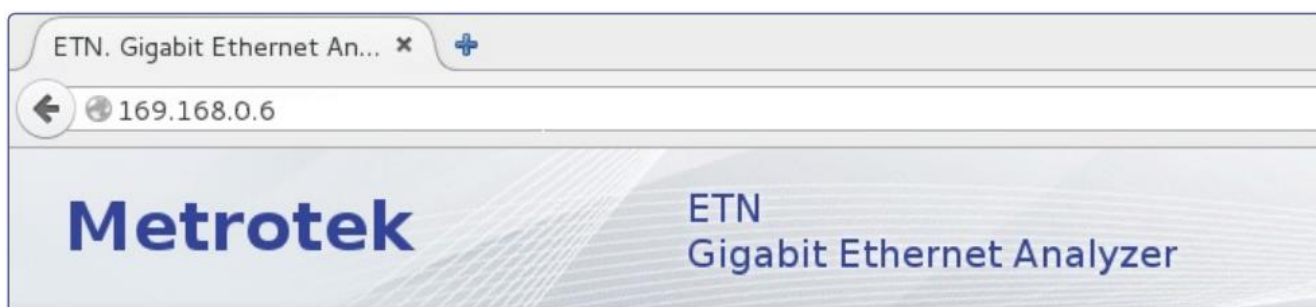
8.1. Подключение

1. Подключить порт «LAN» и ПК к одной локальной сети.
2. Включить прибор.
3. Перейти в меню «Настройки» ⇒ «Параметры сети». Получить по DHCP или назначить вручную из локальной сети IP-адрес порта «LAN».

Примечание. IP-адрес порта «LAN» по умолчанию — 192.168.0.1.



4. На ПК открыть браузер и в адресную строку ввести полученный или назначенный IP-адрес порта «LAN».



На открывшейся в браузере странице доступны следующие кнопки:

- «RFC 2544», «BERT», «Jitter», «Y.1564» – позволяют просмотреть и сохранить на ПК результаты и настройки тестов. При нажатии на кнопку с названием теста открывается страница, на которой отображаются настройки и результаты последнего проведённого теста. В случае, если тест никогда не проводился, на странице выводятся настройки по умолчанию. Кнопка «Download report» предназначена для сохранения на ПК результатов последнего проведённого теста в виде CSV-файла. Перед загрузкой можно выбрать тип разделителя полей – «semicolon» (точка с запятой) или «comma» (запятая).

Примечание. После перезагрузки прибора результаты всех тестов удаляются.

- «Screenshot/VNC» – при нажатии на кнопку осуществляется переход к удалённому управлению прибором по протоколу VNC (см. раздел 8.2). В данном режиме можно сохранить на ПК снимок экрана прибора.
- «Saved Results» – позволяет просмотреть список сохранённых на приборе отчётов о результатах тестирования, открыть их и сохранить на ПК в форматах pdf, docx, txt, html.
- «Documentation and Support» – страница содержит список руководств пользователя в формате pdf, которые можно открыть и сохранить на ПК. Также на странице доступны контактные данные службы технической поддержки и кнопка «Get Latest Firmware», позволяющая перейти к ссылкам для скачивания последней версии ПО прибора.

8.2. Удалённое управление (VNC)

Удалённое управление¹ в графическом режиме осуществляется с использованием протокола VNC (Virtual Network Computing). Такое подключение позволяет получить на мониторе ПК изображение экрана прибора Беркут-ЕТ. При помощи компьютерной мыши и клавиатуры можно запускать тесты, сохранять и просматривать результаты измерений, управлять функциями прибора и выполнять другие необходимые действия.

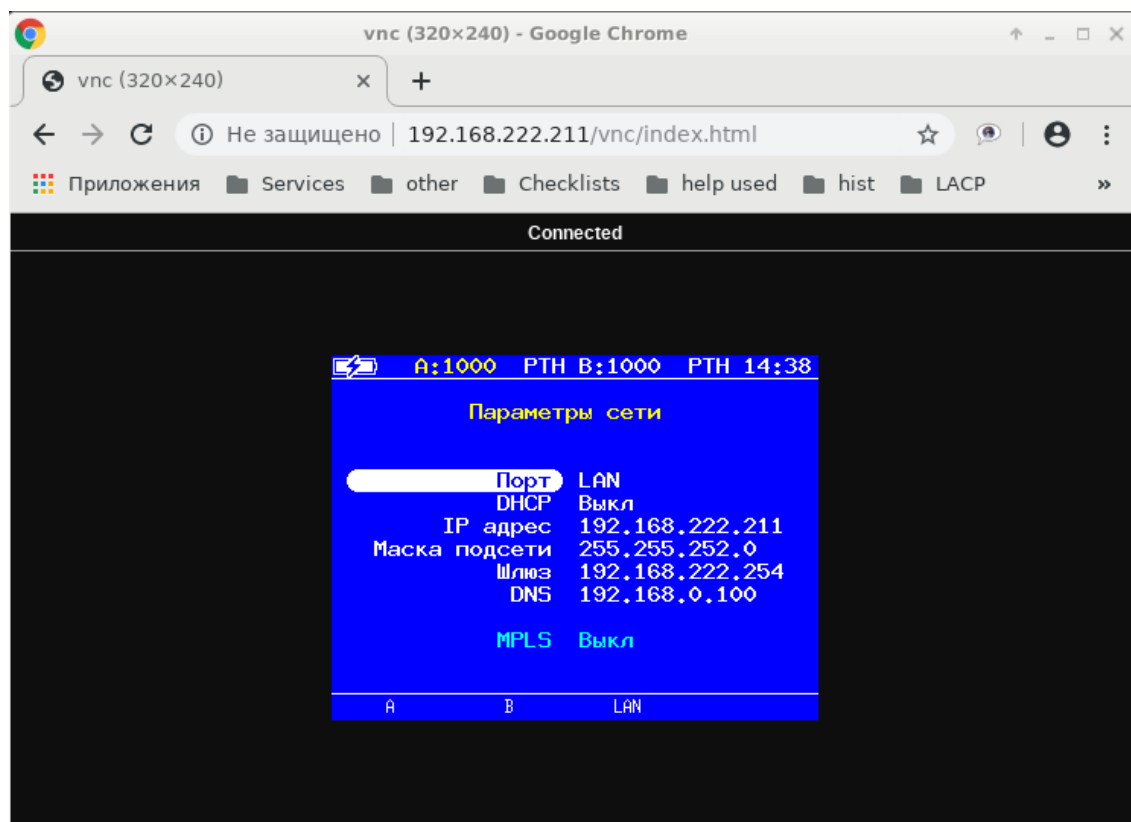


Рисунок 8.1. Удалённое управление по протоколу VNC

¹ В базовую конфигурация не входит. Доступно при дополнительном заказе опции «ETRC».

9. Инструменты

9.1. IP инструменты

Тесты, описанные в данном разделе, необходимы при проведении анализа в сетях, содержащих устройства, осуществляющие коммутацию и маршрутизацию передаваемых данных. С помощью реализованных в приборе TSP/IP тестов можно обнаружить проблемы, связанные с конфигурацией сети, убедиться в связности канала между её узлами, определить маршруты следования данных, проверить работоспособность и оценить загруженность каналов передачи данных.

9.1.1. Эхо-запрос (Ping)

Инструмент «Эхо-запрос» используется для проверки связности канала между узлами сети.

В процессе тестирования сетевому узлу посылаются запросы и фиксируются поступающие ответы. Эта процедура основывается на IP- и ICMP-протоколах пересылки дейтаграмм и позволяет проверить работоспособность каналов передачи данных и промежуточных устройств. Для проведения анализа необходимо:

1. Подключить прибор к тестируемой сети с использованием одного порта в соответствии со схемой, приведённой ниже:

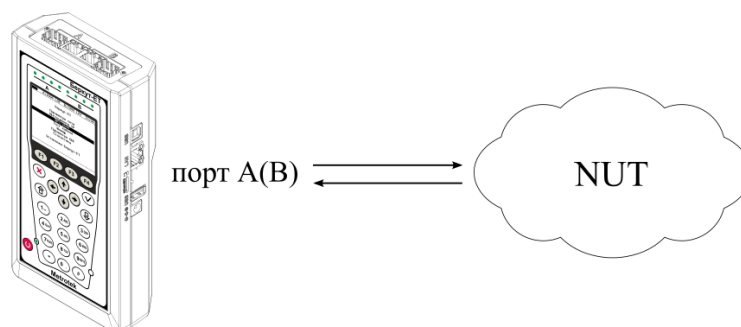


Рисунок 9.1. Вариант подключения 1

Примечание. Прибор также может быть подключён к сети с использованием двух портов (см. рис. 9.2). Настройки прибора для данного случая аналогичны описанным настройкам для одного порта.

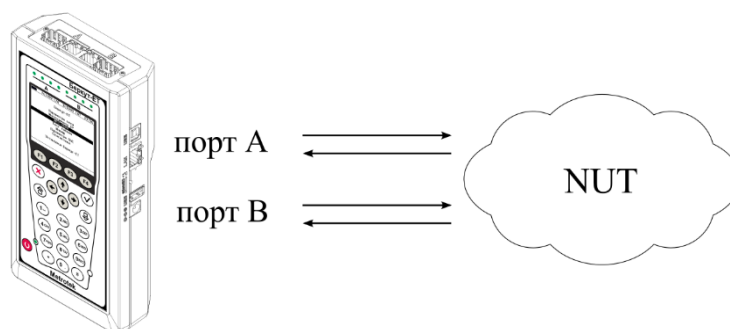


Рисунок 9.2. Вариант подключения 2

2. Перейти в меню «Эхо-запрос». Нажать на клавишу **F3** («Настройки»):

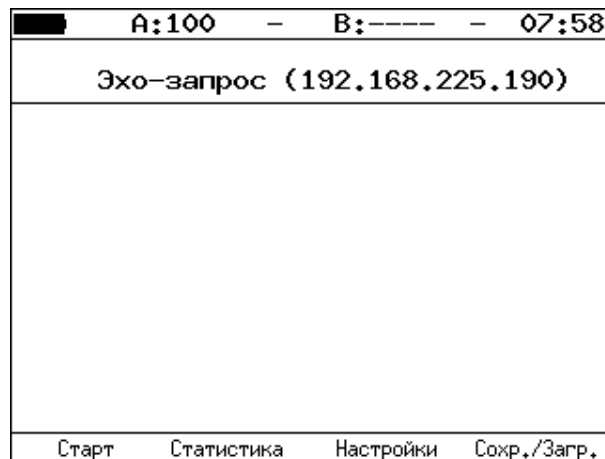


Рисунок 9.3. Меню «Эхо-запрос»

3. Настроить параметры тестирования в меню «Настройки эхо-запроса»:



Рисунок 9.4. Меню «Настройки эхо-запроса»

4. Нажать на клавишу **F1** («Старт»). Начнётся тестирование, в ходе которого на экран будут выведены строки, содержащие следующую информацию (слева направо):

- размер ICMP-пакета;
- IP-адрес узла сети, ответившего на эхо-запрос;
- порядковый номер пакета;
- время между отправкой запроса и получением ответа.

Пример результатов тестирования представлен на рис 9.5.

```

A:----- - B:----- - 19:44
Эхо-запрос (85.142.45.242)
56 B from 85.142.45.242: n=1 time=5315 ms
56 B from 85.142.45.242: n=2 time=5396 ms
56 B from 85.142.45.242: n=3 time=5370 ms
56 B from 85.142.45.242: n=4 time=5381 ms
56 B from 85.142.45.242: n=5 time=5415 ms
56 B from 85.142.45.242: n=6 time=5388 ms
56 B from 85.142.45.242: n=7 time=5470 ms
56 B from 85.142.45.242: n=8 time=5534 ms
56 B from 85.142.45.242: n=9 time=5506 ms
56 B from 85.142.45.242: n=10 time=5612 ms
15 packets transmitted, 10 received, 5 packet loss
min/avg/max: 5315/5438/5612 ms
Старт  Статистика  Настройки  Сохр./Загр.

```

Рисунок 9.5. Результаты теста «Эхо-запрос»

По результатам тестирования формируется статистика:

```

A:100 - B:----- - 10 10
Статистика эхо-запросов
      Время ответа
минимум      9 мс
максимум     19 мс
среднее      10 мс

отправлено   8
получено     8
потеряно     0 (0%)
повторные    0
таймаут      4
Старт  Статистика  Настройки  Сохр./Загр.

```

Рисунок 9.6. Статистика теста «Эхо-запрос»

В статистике отображается информация о минимальном, среднем, максимальном времени между отправкой запроса и получением ответа, а также о количестве переданных, принятых, потерянных и повторных (с одинаковым порядковым номером) пакетов. Значение в строке *таймаут* соответствует количеству пакетов, для которых время ответа на эхо-запрос было превышено.

9.1.2. Маршрут (Traceroute)

Инструмент «Маршрут»² используется для определения маршрутов следования данных в сетях на основе TCP/IP. В процессе тестирования указанному узлу сети отправляется последовательность дейтаграмм, при этом отображаются сведения о всех промежуточных маршрутизаторах, через которые прошли данные на пути к конечному узлу. Таким образом, инструмент «Маршрут» позволяет диагностировать доступность промежуточных пунктов на пути передачи потока данных в сети.

Для проведения анализа необходимо:

1. Подключить прибор к тестируемой сети в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.1.
2. Перейти в меню «Маршрут»:

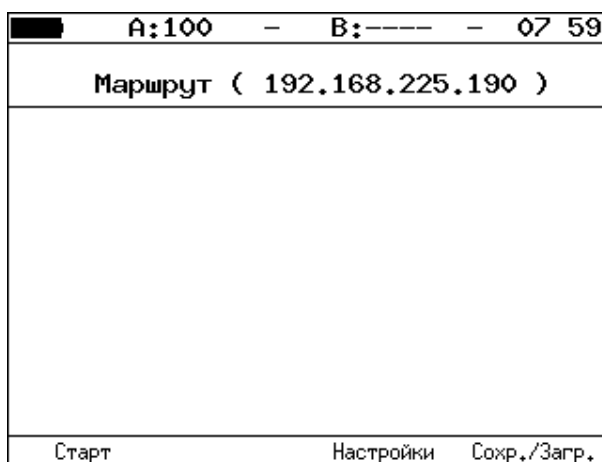


Рисунок 9.7. Меню «Маршрут»

3. Настроить параметры тестирования в меню «Настройки маршрута»:

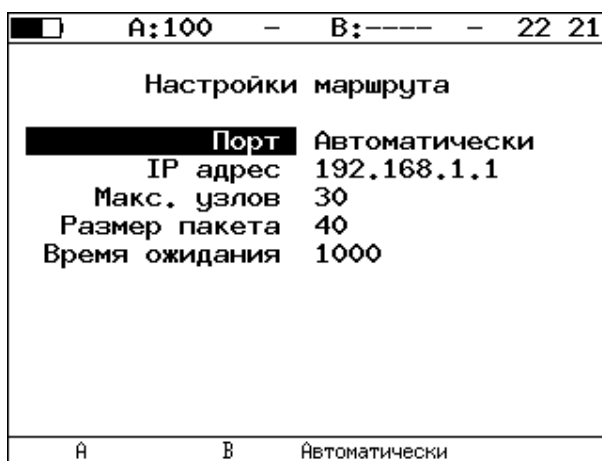


Рисунок 9.8. Меню «Настройки маршрута»

² В базовую конфигурацию не входит. Доступен при дополнительном заказе опции «ETIP».

4. Нажать на клавишу **F1** («Старт»). Начнётся тестирование, в ходе которого на экран будут выведены строки, содержащие следующую информацию (слева направо):

- номер промежуточного узла;
- IP-адрес промежуточного узла;
- время ожидания ответа.

Если время ожидания ответа от промежуточного узла превысило таймаут, в строке результатов будет выведен значок «*».

Пример результатов тестирования представлен на рис. 9.9.

A:1000 - B:---- - 19 28		
Маршрут (209.85.229.104)		
2	195.131.127.1	8 ms
3	10.45.72.1	21 ms
4	195.131.241.4	18 ms
5	195.131.252.4	20 ms
6	194.85.177.138	15 ms
7	216.239.43.240	41 ms
8	209.85.250.189	58 ms
9	66.249.95.132	62 ms
10	209.85.248.78	63 ms
11	*	
12	209.85.252.83	68 ms
13	209.85.243.81	72 ms
14	209.85.229.104	71 ms

Старт Настройки Сохр./Загр.

Рисунок 9.9. Результаты теста «Маршрут»

9.1.3. DNS (DNS lookup)

DNS (Domain Name System — система доменных имён) — распределённая база данных, способная по запросу, содержащему доменное имя узла, сообщить его IP-адрес. Функция DNS lookup³ (поиск на сервере имён) помогает обнаружить ошибки в работе NS-серверов.

Для проведения анализа необходимо:

1. Подключить прибор к тестируемой сети в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.1.
2. Перейти в меню «DNS» (см. рис. 9.10).
3. В пункте меню «Порт» указать порт для приёма и передачи данных.
4. В пункте меню «Узел» ввести доменное имя узла. Нажать **F1** («Старт»).
5. В пункте меню «IP» будет выведен IP-адрес узла. Если адрес определить не удалось, то отобразится нулевой IP-адрес (0.0.0.0).

³ В базовую конфигурацию не входит. Доступна при дополнительном заказе опции «ETIP».

Пример результатов тестирования представлен на рис. 9.10.

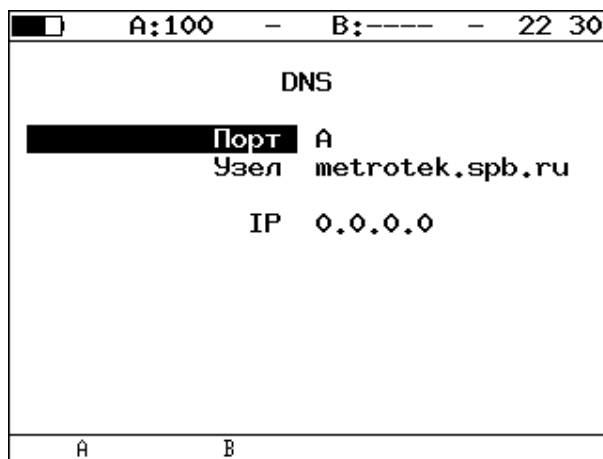


Рисунок 9.10. Меню «DNS»

9.1.4. TCP-клиент

Функция «TCP-клиент» позволяет установить TCP-соединение с удалённым узлом сети, принимать от него данные и передавать данные этому узлу.

Для установления соединения необходимо:

1. Подключить прибор к сети в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.1.
2. Настроить параметры соединения (меню «TCP-клиент» ⇒ «Настройки» (**F4**)):
 - выбрать порт для приёма и передачи данных;
 - ввести доменное имя или IP-адрес узла;
 - ввести номер порта (наиболее часто используемые номера портов приведены в таблице 9.1).

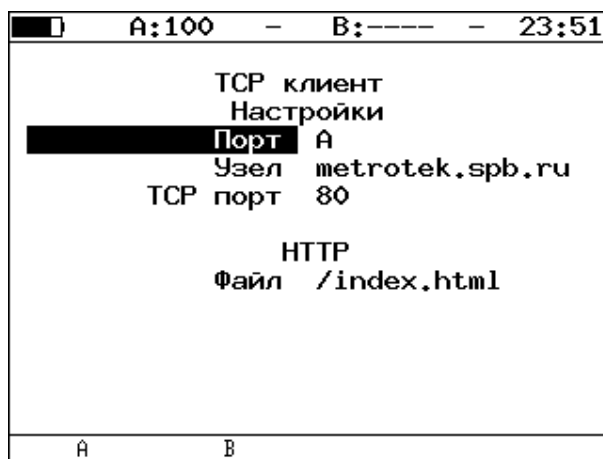


Рисунок 9.11. Настройки теста «TCP-клиент»

3. Открыть TCP-соединение, нажав на клавишу **F1** («Открыть»):

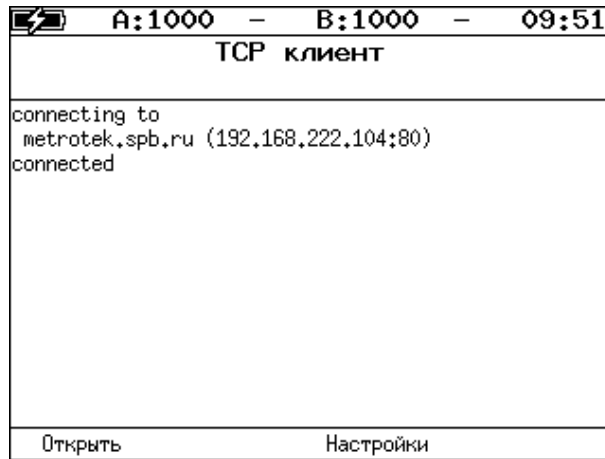


Рисунок 9.12. Пример успешного соединения с узлом

Пример успешного соединения представлен на рис. 9.12. В случае возникновения проблем при установлении соединения выводится сообщение об ошибке. Некоторые сообщения приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.1. 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

Таблица 9.2. Ошибки соединения

Сообщение	Описание
protocol not supported	протокол не поддерживается
can't assign requested address	невозможно назначить запрошенный адрес
network is down	сеть отключена
network is unreachable	сеть недоступна
network dropped connection on reset	утрачено соединение с сетью
software caused connection abort	программное обеспечение вызвало разрыв соединения
connection reset by peer	узел разорвал соединение
connection timed out	истекло время ожидания соединения
connection refused	отказ в соединении
host is down	узел не отвечает
no route to host	отсутствует маршрут до узла

9.2. Перехват ARP

Функция «Перехват ARP»⁴ позволяет отслеживать ARP-ответы, передающиеся в сети, и «перехватывать» содержащиеся в них IP- и MAC-адреса сетевых устройств. На основании полученных данных формируется список адресов.

Для проведения анализа необходимо:

1. Подключить прибор к тестируемой сети в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.1 или на рис. 9.2.
2. Перейти в меню «ARP монитор»:

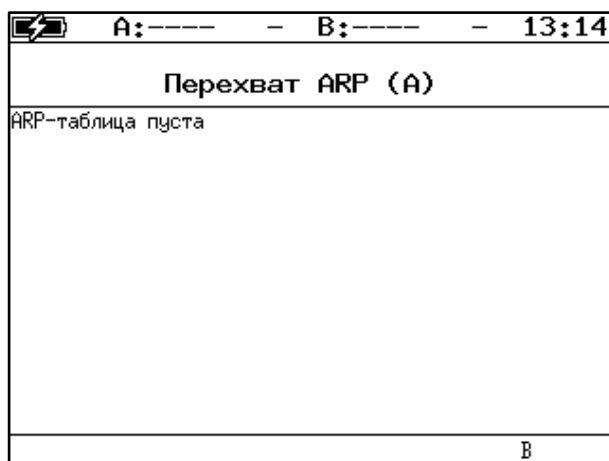


Рисунок 9.13. Меню «ARP монитор»

3. Нажать на клавишу **F4** для выбора порта (A или B).
4. Через некоторое время надпись «ARP-таблица пуста» исчезнет и на экран будут выводиться IP- и MAC-адреса сетевых устройств:

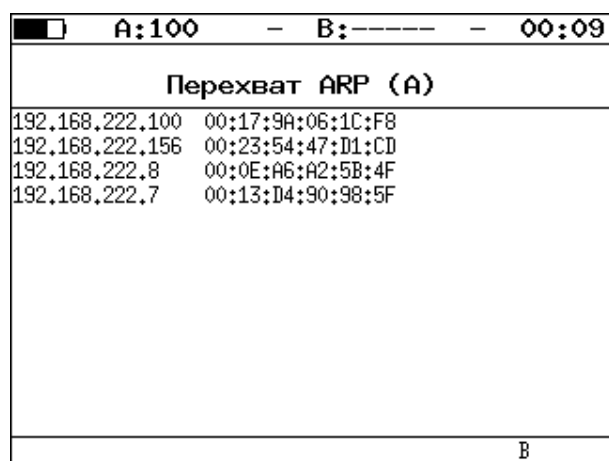


Рисунок 9.14. Экран «ARP монитор»

Если какая-то из записей не обновится в течение одной минуты, то она будет удалена из списка.

⁴ В базовую конфигурацию не входит. Доступна при дополнительном заказе опции «ETIP».

9.3. Тест кабеля

Прибор позволяет провести диагностику медного кабеля типа «витая пара», измерив основные характеристики и определив его состояние и тип.

Для проведения тестирования необходимо:

5. Перейти в меню «Инструменты» ⇒ «Тест кабеля».
6. Подключить к прибору тестируемый кабель/кабели через разъём/разъёмы RJ-45⁵.
7. Нажать на клавишу **F1** («Старт»). При этом, в случае подключения двух кабелей, будут одновременно протестированы оба интерфейса. С помощью клавиш **F2** («А») и **F3** («В») выбрать порт для просмотра результатов тестирования.

Для определения типа кабеля необходимо:

1. Перейти в меню «Инструменты» ⇒ «Тест кабеля».
2. Один конец тестируемого кабеля подключить к порту А(В) прибора, другой — к порту В(А).
3. Нажать на клавишу **F1** («Старт»).
4. Сравнить результаты тестирования, отображённые в строке «Перекр.» для порта А и порта В, и значения, представленные в таблице 9.3.

A:100		B:----		15:30	
Тест кабеля (А)					
Пара	1-2	3-6	4-5	7-8	
Состояние	норм.	норм.	к.э.	к.э.	
Затух, дБ	-----	-----	-1.9	-2.7	
Дист., м	-----	-----	17	16	
Полярн.	-----	-----	-----	-----	
Перекр.	MDI	MDI	-----	-----	
Старт	А	В			

Рисунок 9.15. Меню «Тест кабеля»

⁵ Проведение теста возможно только при подключении к анализируемому кабелю с использованием разъёма RJ-45. SFP-модули для тестирования не применяются.

Таблица 9.3. Определение типа кабеля

Скорость ⁶	Пара	Значение в строке «Перекр.» для порта А	Значение в строке «Перекр.» для порта В	Тип кабеля	
10/100	1-2 3-6 4-5 7-8	MDI MDI — —	MDI MDI — —	перекрёстный	
	1-2 3-6 4-5 7-8	MDI-X MDI-X — —	MDI-X MDI-X — —	перекрёстный	
	1-2 3-6 4-5 7-8	MDI-X MDI-X — —	MDI MDI — —	прямой	
	1-2 3-6 4-5 7-8	MDI MDI — —	MDI-X MDI-X — —	прямой	
	1000	1-2 3-6 4-5 7-8	MDI MDI MDI MDI	MDI MDI MDI MDI	перекрёстный
		1-2 3-6 4-5 7-8	MDI-X MDI-X MDI-X MDI-X	MDI-X MDI-X MDI-X MDI-X	перекрёстный
		1-2 3-6 4-5 7-8	MDI-X MDI-X MDI-X MDI-X	MDI MDI MDI MDI	прямой
		1-2 3-6 4-5 7-8	MDI MDI MDI MDI	MDI-X MDI-X MDI-X MDI-X	прямой

⁶ Скорость передачи данных для порта А и порта В (в Мбит/с) задаётся в меню «Параметры интерфейсов».

9.4. Шлейф

Функция «Шлейф» позволяет прибору менять местами содержимое полей принимаемых пакетов и отправлять изменённые кадры обратно отправителю на четырёх уровнях модели OSI. Используется для тестирования сетей по методике RFC 2544 и измерения BER.

9.4.1. Уровень шлейфа

Уровень шлейфа выбирается в зависимости от структуры тестируемой сети:

- L1 (физический уровень): источник данных и прибор соединены напрямую;
- L2 (канальный уровень): сеть содержит только коммутаторы;
- L3 (сетевой уровень): сеть содержит коммутаторы и маршрутизаторы;
- L4 (транспортный уровень): сеть содержит коммутаторы и маршрутизаторы, при тестировании необходимо выполнить настройку портов UDP/TCP.

Примечание. При включении шлейфа уровня L2, L3, L4 пакеты перенаправляются обратно только в случае, если MAC-адрес получателя равен MAC-адресу порта прибора.

9.4.2. Изменение содержимого полей пакетов

Прибор автоматически вносит изменения в принимаемый трафик:

- L1: без изменений;
- L2: меняются местами MAC-адреса отправителя и получателя;
- L3: меняются местами MAC-адреса и IP-адреса отправителя и получателя;
- L4: меняются местами MAC-адреса, IP-адреса и номера TCP/UDP-портов отправителя и получателя.

Примечание. IP-адреса меняются местами только в случае, если поле «EtherType» имеет значение «0x0800».

Примечание. Номера TCP/UDP-портов меняются местами только в случае, если поле «Protocol» в IP-заголовке имеет значение «6» (TCP) или «17» (UDP).

Примечание. Если входящий пакет содержит MPLS-метку, он будет перенаправлен без изменения её значения.

9.4.3. Правила обработки потоков данных

При включении шлейфа канального (L2), сетевого (L3) и транспортного (L4) уровней не перенаправляются:

- пакеты с неправильной контрольной суммой (FCS);
- пакеты с одинаковыми MAC-адресами отправителя и получателя;
- блоки данных протокола OAM (OAMPDU) и ARP-запросы;
- пакеты, размер которых меньше 64 байт или больше 9600 байт.

При включении шлейфа канального (L2), сетевого (L3) и транспортного (L4) уровней не перенаправляются и поступают на центральный процессор (ЦП) для последующей обработки сообщения следующих протоколов:

Таблица 9.4. Протоколы, сообщения которых обрабатываются ЦП

Протокол	Условие отправки на ЦП
ICMP	поле «Protocol» в IP-заголовке имеет значение «1»
DHCP	номер UDP-порта получателя «67» или «68»
DNS	номер TCP- или UDP-порта получателя «53»
ARP	поле «EtherType» имеет значение «0x0806»
OAM	MAC-адрес получателя «01:80:c2:00:00:02»
SSH	номер TCP-порта получателя «22»
PTP, layer 2	поле «EtherType» имеет значение «0x88F7»
PTP, layer 4	номер UDP-порта получателя «319» или «320»
Telnet	номер TCP-порта получателя «23»
ET-discovery	номер UDP-порта получателя «32792»
TWAMP-control	номер TCP-порта получателя «862»
NTP	номер UDP-порта получателя «123»

Примечание. На ЦП поступают только пакеты, предназначенные порту прибора, на котором они были получены. К таким пакетам относятся те, у которых MAC-адрес получателя широковещательный, групповой или равен MAC-адресу порта прибора.

9.4.4. Статистика

При включении шлейфа автоматически запускается сбор статистики:

- L1: по принимаемому трафику;
- L2, L3, L4: по принимаемому и передаваемому трафику.

9.4.5. ET-обнаружение

Функция «ET-обнаружение» позволяет включить шлейф канального (L2), сетевого (L3) или транспортного (L4) уровня на удалённом анализаторе Беркут-ЕТ или устройстве образования шлейфа Беркут-ЕТЛ.

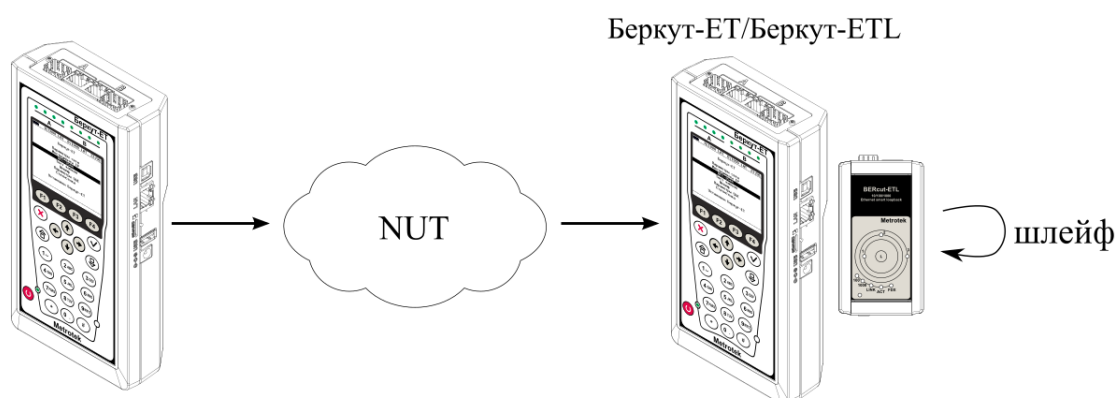


Рисунок 9.16. Схема тестирования

Шлейф можно включать последовательно на нескольких приборах Беркут-ЕТ и/или Беркут-ЕТЛ, находящихся как в разных, так и в одной подсети.

Для получения данных об удалённом приборе и включения шлейфа следует:

1. Подключить прибор Беркут-ЕТ к сети.
2. Перейти в меню «ET-обнаружение»:



Рисунок 9.17. Меню «ET-обнаружение»

3. Выбрать порт, с которого будет осуществляться передача данных.
4. В поле «IP» ввести IP-адрес удалённого устройства.
5. Нажать на клавишу **F4** («Обнаружение»).

В случае успешного обнаружения устройства на экран будут выведены его IP-адрес, имя и MAC-адрес (см. рис. 9.18). Пункт меню «Шлейф» станет доступным для редактирования.

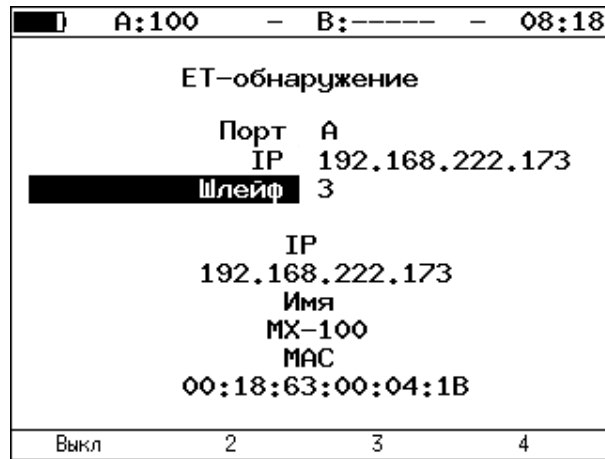


Рисунок 9.18. Пример выполнения ET-обнаружения

Уровень шлейфа выбирается кнопками:

- F1 — выключение режима «Шлейф»;
- F2 — включение шлейфа канального уровня;
- F3 — включение шлейфа сетевого уровня;
- F4 — включение шлейфа транспортного уровня.

Примечание. Передача данных осуществляется по протоколу UDP. Порт получателя — 32 792. Порт отправителя — 32 793.

9.4.6. OAM

Важной задачей поставщиков услуг связи является обеспечение высокого уровня администрирования и технического обслуживания Ethernet-сетей. Для этих целей был разработан стандарт IEEE 802.3ah [6] (известный также как «Ethernet in the First Mile (EFM) OAM» — «Ethernet OAM на «первой миле»).

OAM (Operations, Administration, and Maintenance — эксплуатация, администрирование и обслуживание) — протокол мониторинга состояния канала, функционирует на канальном уровне модели OSI. Для передачи информации между Ethernet-устройствами используются блоки данных протокола — OAMPDU.

Важной функцией протокола OAM является возможность включения режима «Шлейф» на удалённом приборе.

Для установления соединения между прибором и удалённым устройством по протоколу OAM и для включения режима «Шлейф» необходимо:

1. *Непосредственно* соединить локальный прибор и удалённое устройство⁷ в соответствии со схемой, приведённой ниже.



Рисунок 9.19. Схема тестирования

2. На удалённом приборе разрешить работу протокола OAM в активном или пассивном режиме.

На локальном приборе:

3. Перейти в меню «OAM» (см. рис. 9.20).
4. В пункте меню «Порт» выбрать порт, к которому подсоединено удалённое устройство.
5. В пункте меню «Режим» выбрать активный режим работы протокола OAM.
6. Состояние обнаружения удалённого устройства в пункте меню «Обнаружение» должно принять значение «Send any».
7. Перейти в меню «Удалённый прибор». На экране должна отобразиться информация об удалённом устройстве.

⁷ На рис. 9.19 Беркут-ЕТ приведён в качестве примера удалённого устройства.

8. Нажать на клавишу **F1** («LB up»). На удалённом устройстве будет включён режим «Шлейф» второго (L2) уровня (трафик будет перенаправляться без замены MAC-адресов).

Для выключения режима «Шлейф» необходимо нажать на клавишу **F1** («LB down»).



Рисунок 9.20. Меню «OAM»

9.5. Транзит

В режиме «Транзит» прибор включается в разрыв соединения между двумя сетевыми устройствами. Трафик, приходящий на порт А (В) отправляется на порт В(А), пример подключения показан на рис. 9.21.

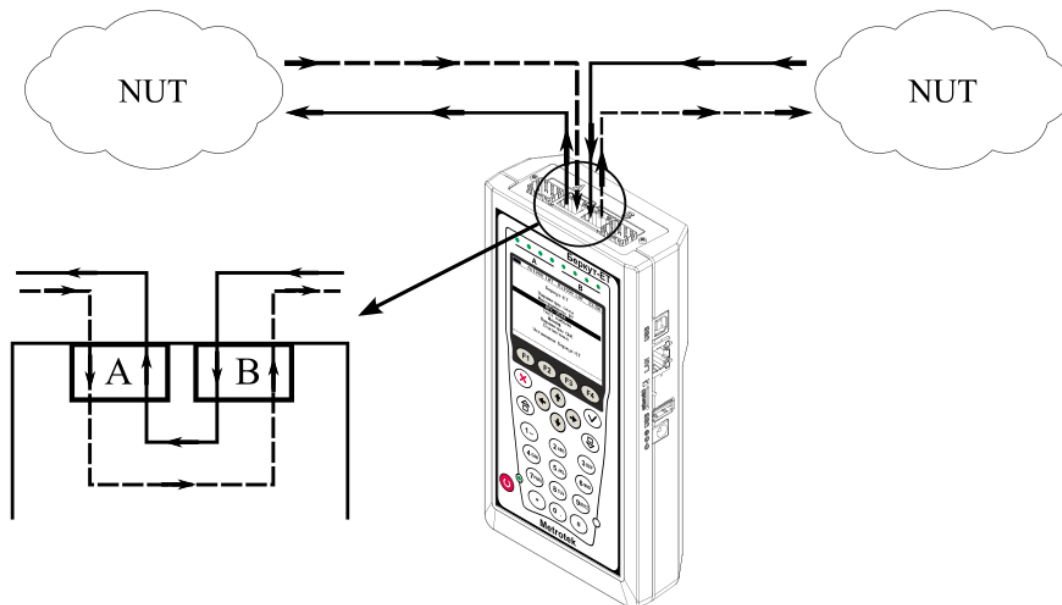


Рисунок 9.21. Пример подключения в режиме «Транзит»

При передаче данных с порта на порт осуществляется сбор статистических данных о проходящем трафике. Результаты доступны в меню «Статистика». При подсчёте статистики по уровням повреждённые пакеты не учитываются.

Если скорости передачи данных для порта А и для порта В различны, возможны потери при проведении тестирования. Потери произойдут в том случае, если передача ведётся с порта с большей скоростью на порт с меньшей.

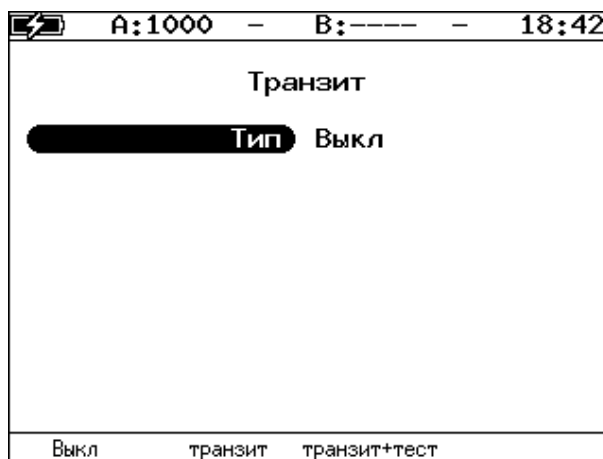


Рисунок 9.22. Меню «Транзит»

9.6. LACP монитор

«LACP монитор» (англ. Link Aggregation Control Protocol) применяется для мониторинга состояния агрегированных каналов. Агрегирование каналов — технология объединения нескольких параллельных каналов передачи данных в один логический для увеличения пропускной способности и повышения надёжности.

С помощью двух приборов Беркут-ЕТ два канала объединяются в один и выполняется мониторинг его состояния: наличие соединения между приборами, количество каналов в группе, ошибки, статистика.

Для осуществления мониторинга порты А и В объединяются в один – «Bond», и между интерфейсами «Bond» двух приборов Беркут-ЕТ создаётся агрегированный канал.

Для проведения мониторинга следует:

1. Соединить порты А и В приборов Беркут-ЕТ по схеме на рис. 9.23.

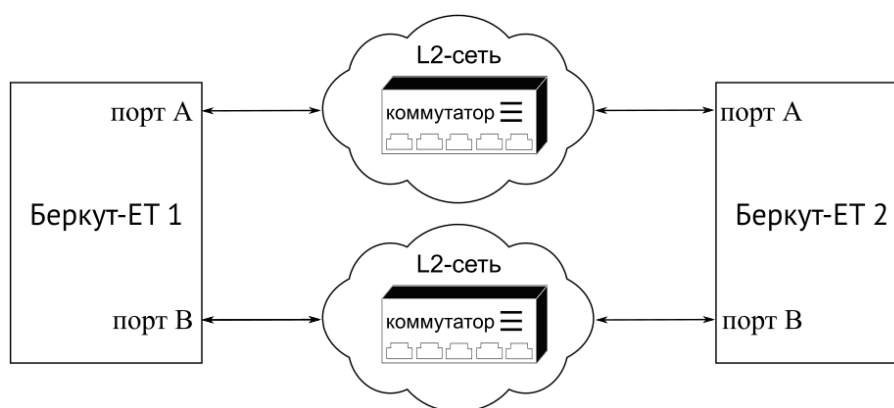


Рисунок 9.23. Подключение приборов для проведения мониторинга

2. На каждом приборе перейти в меню «LACP монитор». В поле «Host MAC» должен отображаться MAC-адрес, назначенный прибору:

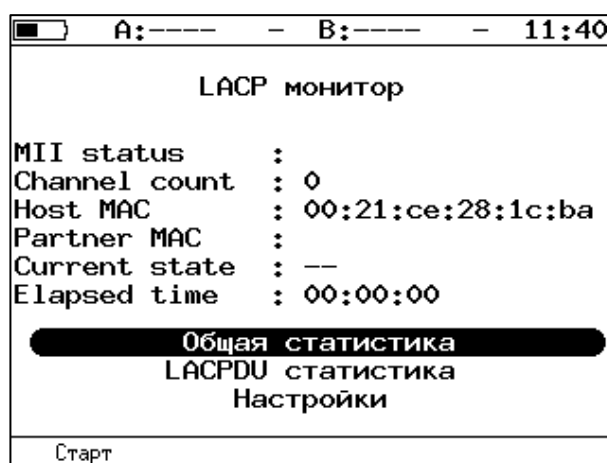


Рисунок 9.24. Меню «LACP монитор»

3. Для каждого прибора перейти в меню «LACP монитор» ⇒ «Настройки» и в поле «Partner MAC» указать MAC-адрес, отображаемый в пункте «Host MAC» прибора Беркут-ЕТ, расположенного на другом конце соединения (удалённого прибора).

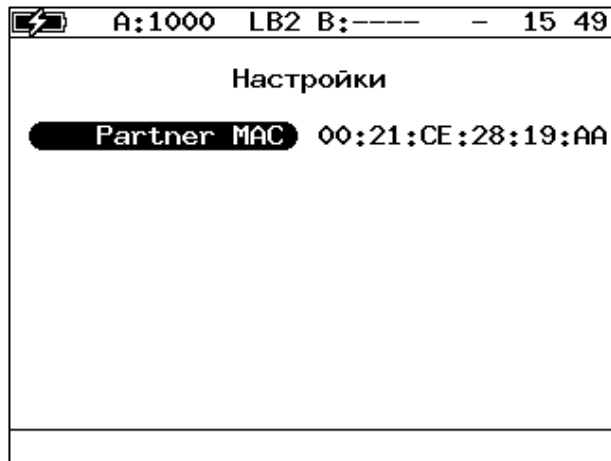


Рисунок 9.25. Настройки теста «LACP монитор»

4. На каждом приборе перейти в меню «LACP монитор» и включить тест, нажав на клавишу **F1** («Старт»). В поле «Partner MAC» отобразится MAC-адрес удалённого прибора, определённый автоматически.

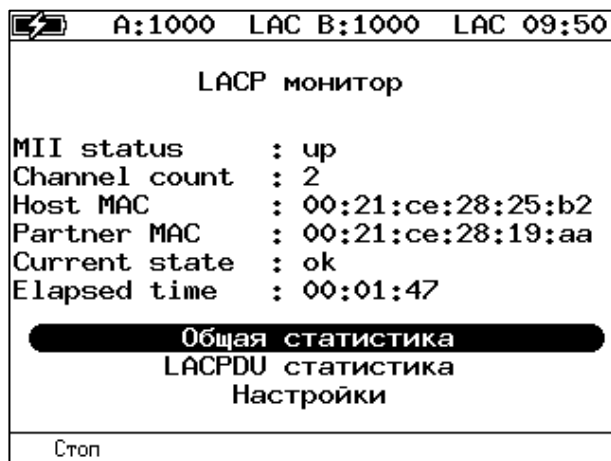


Рисунок 9.26. Меню «LACP монитор»

5. В поле «Current state» сообщение «wait connection» должно смениться на «ok».

Состояние канала оценивается с помощью поля «Current state»:

- «wait for connection» – состояние ожидания соединения с удалённым прибором Беркут-ЕТ, возникает сразу после нажатия на клавишу **F1** («Старт») и сохраняется, пока не выполняются все нижеперечисленные условия:
 - в группе два канала;
 - есть соединение между приборами;
 - MAC-адрес удалённого прибора совпадает с MAC-адресом, указанным в поле «Partner MAC» меню «LACP монитор» ⇒ «Настройки».
- «wrong partner MAC» – соединение установлено, но MAC-адрес удалённого прибора не совпадает с MAC-адресом, указанным в поле «Partner MAC» меню «LACP монитор» ⇒ «Настройки».

- «ok» – канал работает без ошибок: соединение успешно установлено и нет сбоев в течение всего времени мониторинга.
- «fail» – канал не работает: не выполняется хотя бы одно из условий, перечисленных в пункте «wait for connection».
- «ok, fail occurred» – канал работает с ошибками: соединение успешно установлено, но за время мониторинга наблюдались ошибки.

10. Измерения

10.1. Типовые схемы подключения

Для проведения тестирования прибор подключается к анализируемому устройству или сети в соответствии с одной из схем, приведённых ниже.

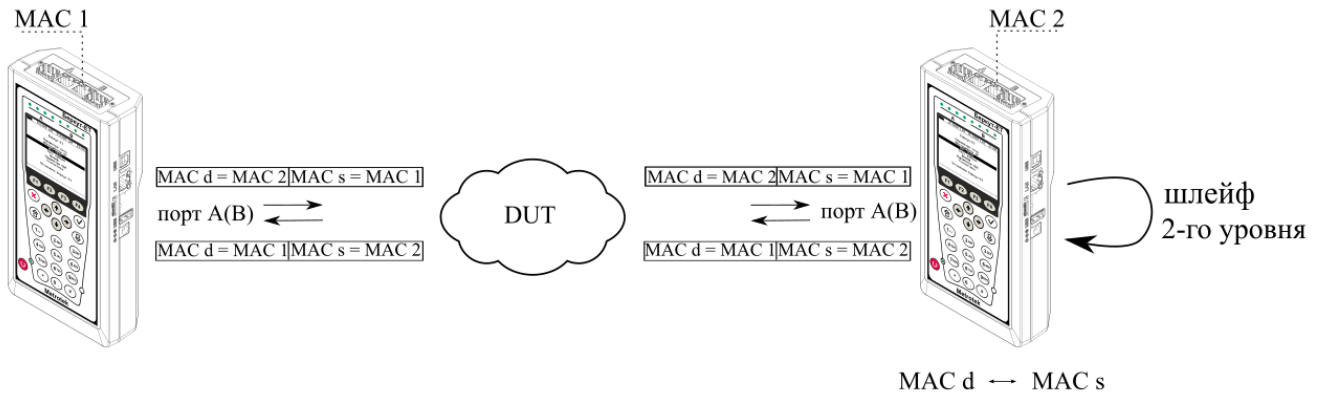


Рисунок 10.1. Типовая схема подключения 1

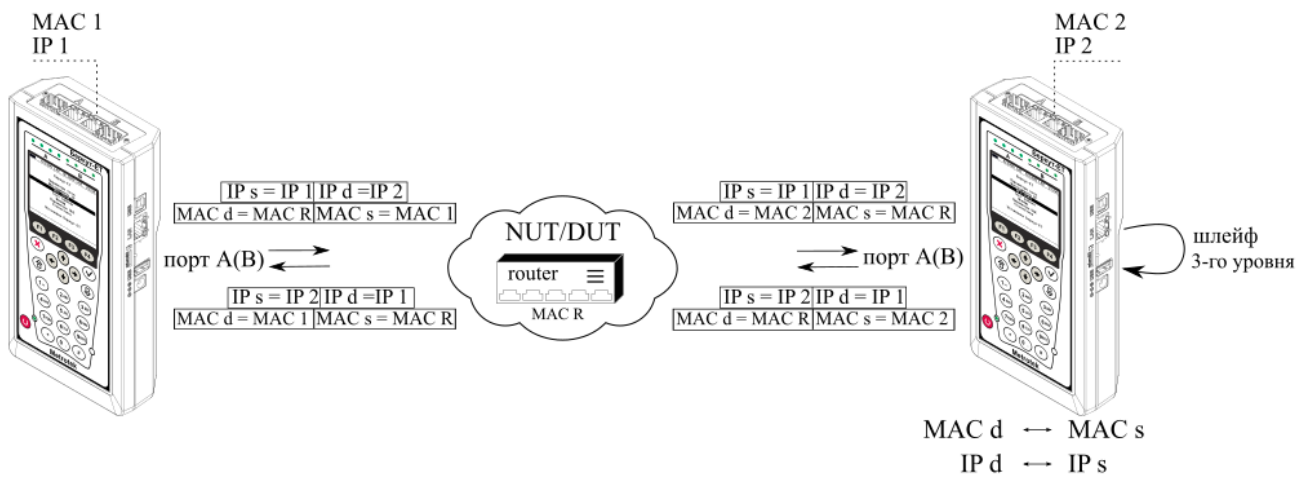


Рисунок 10.2. Типовая схема подключения 2

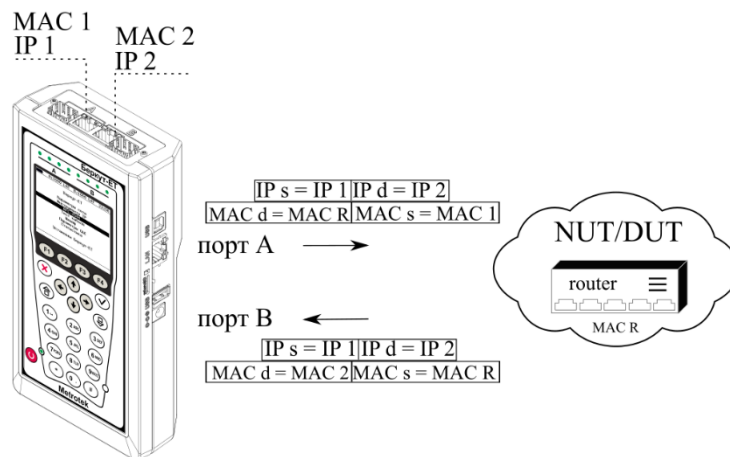


Рисунок 10.3. Типовая схема подключения 3

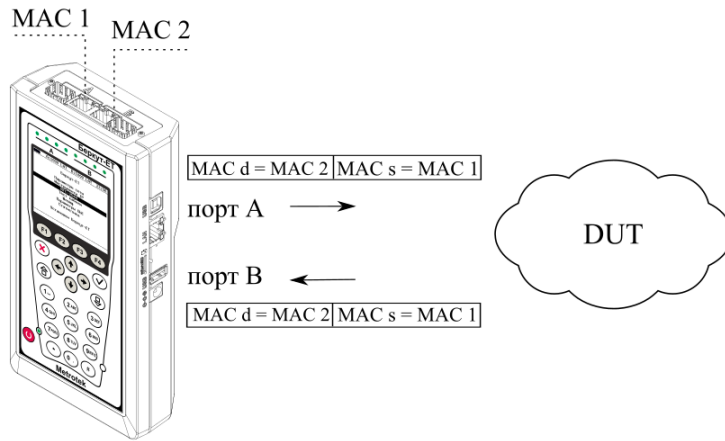


Рисунок 10.4. Типовая схема подключения 4

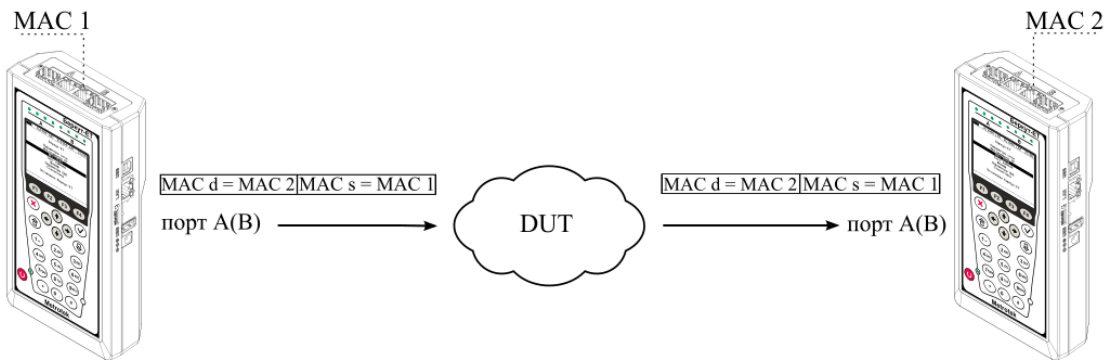


Рисунок 10.5. Типовая схема подключения 5

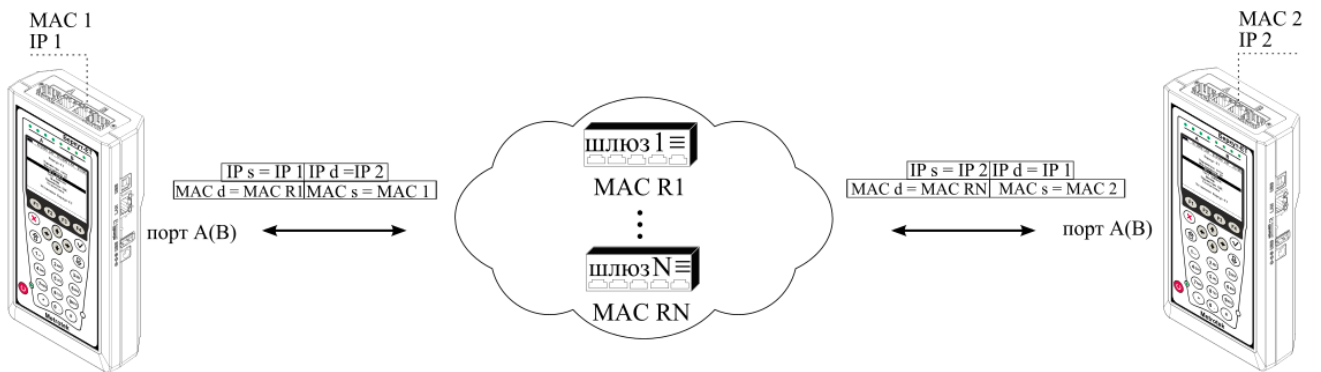


Рисунок 10.6. Типовая схема подключения 6

На схемах подключения введены следующие обозначения:

MAC s	MAC-адрес отправителя
MAC d	MAC-адрес получателя
MAC R	MAC-адрес шлюза
IP s	IP-адрес отправителя
IP d	IP-адрес получателя

В случае тестирования сетей, содержащих устройства, работающие на канальном уровне модели OSI⁸, прибор подключают в соответствии со схемой, приведённой на рис. 10.1. Генерируемый прибором трафик должен быть перенаправлен обратно посредством организации шлейфа. При этом во входящих пакетах меняются местами MAC-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт.

В случае тестирования сетей, содержащих устройства, работающие на сетевом уровне модели OSI⁹, прибор подключают в соответствии со схемой, приведённой на рис. 10.2. Генерируемый прибором трафик должен быть перенаправлен обратно посредством организации шлейфа. При этом во входящих пакетах меняются местами и MAC- и IP-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт.

В случае тестирования устройств/сетей с возможностью маршрутизации IP-трафика используются два порта (см. рис. 10.3, 10.4), а пакеты перенаправляются на другой порт прибора при помощи маршрутизатора или сетевого коммутатора.

В случае использования однонаправленного теста для анализа сетей, содержащих устройства, работающие на канальном уровне модели OSI⁸, прибор подключают в соответствии со схемой, приведённой на рис. 10.5. В случае тестирования устройств/сетей с возможностью маршрутизации IP-трафика используется схема 10.6.

⁸ Например, сетевой коммутатор (switch).

⁹ Например, маршрутизатор (router).

10.2. Варианты выполнения тестирования

10.2.1. Однонаправленное тестирование

Однонаправленное тестирование используется для получения односторонних результатов при проведении анализа по методике RFC 2544, теста «BERT», «Y.1564» и «Приказ 870».

Для получения более точных результатов при анализе задержки по методике RFC 2544, а также при тестировании в соответствии с рекомендацией Y.1564 и проведении теста «Приказ 870» необходимо использовать RTP-синхронизацию (опция ETRTP).

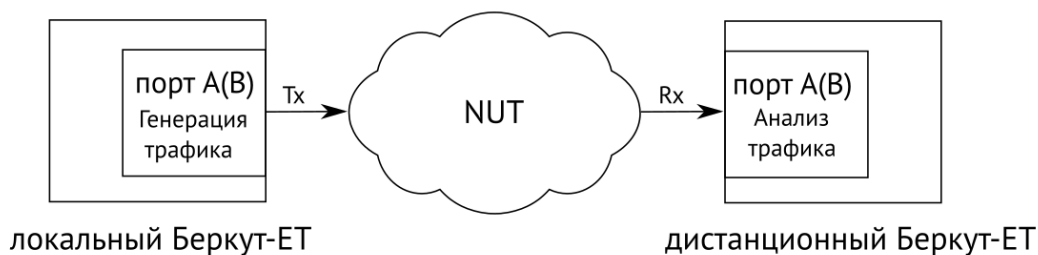


Рисунок 10.7. Схема однонаправленного теста

При проведении тестирования используется 2 прибора: локальный, на котором производится настройка параметров анализа, и дистанционный, находящийся на другом конце канала. Результаты тестирования отображаются на экране локального прибора.

10.2.1.1. Пример тестирования

Ниже рассматривается пример использования однонаправленного тестирования для проведения анализа по рекомендации «Y.1564». Для тестов «BERT», «RFC 2544», «Приказ 870» порядок действий аналогичен.

На рис. 10.8 приведена типовая схема подключения приборов к тестируемой сети с использованием порта А. Для порта В схема подключения будет аналогичной.

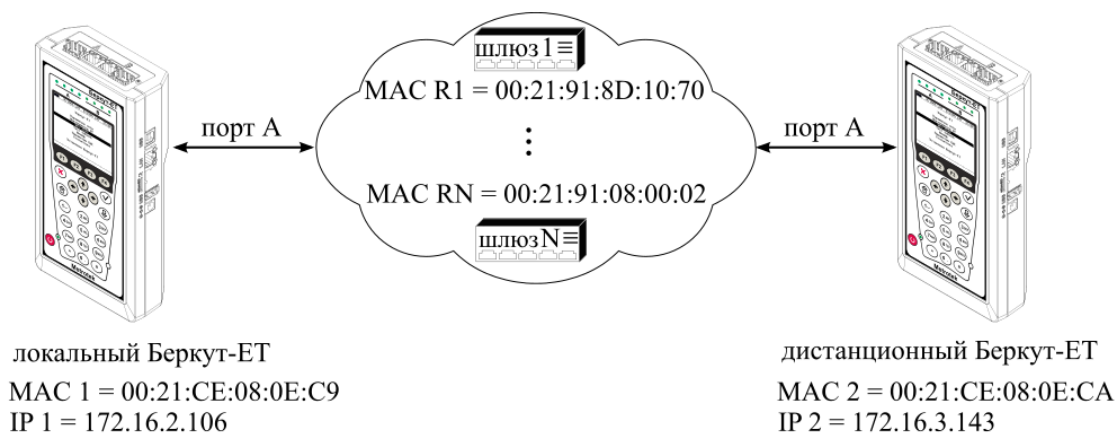


Рисунок 10.8. Типовая схема подключения

На схеме введены следующие обозначения:

MAC 1 — MAC-адрес порта А локального прибора;

IP 1 — IP-адрес локального прибора;

MAC R1 — MAC-адрес шлюза, ближайшего к локальному прибору;

MAC RN — MAC-адрес шлюза, ближайшего к дистанционному прибору;

MAC 2 — MAC-адрес порта А дистанционного прибора;

IP 2 — IP-адрес дистанционного прибора.

Для измерения параметров канала связи в направлении от локального прибора к дистанционному необходимо:

1. Убедиться, что на локальном и дистанционном приборах возможно использование однонаправленного теста: в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке опций должна присутствовать опция «ЕТРТР».
2. Подключить локальный и дистанционный прибор по схеме, представленной на рис. 10.8.
3. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Параметры сети». Выбрать:

Порт – А

Одним из приведённых ниже способов установить IP-адрес локального прибора (IP 1) и IP-адрес дистанционного прибора (IP 2):

- ввести IP-адрес вручную (при этом пункт меню «DHCP» должен находиться в состоянии «Выкл»);
- получить IP-адрес по протоколу DHCP, выбрав пункт меню «DHCP» и нажав на клавишу **F2** («Вкл»): полученный адрес будет корректным, если отобразится в пункте меню «IP-адрес» по истечении не более чем 1-2 секунд.

4. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Синхронизация времени» и выбрать порт А в качестве RTP-порта.

Примечание. Для тестов «BERT» и «RFC 2544» (пропускная способность, потери кадров, предельная нагрузка) выполнять данный пункт не требуется.

5. На локальном приборе перейти в меню «У.1564» ⇒ «Настройки» ⇒ «Топология тестов» (см. рис. 10.9). Выбрать:

Порт передачи – А

Порт приёма – Дистанционный

Дист. IP – IP 2

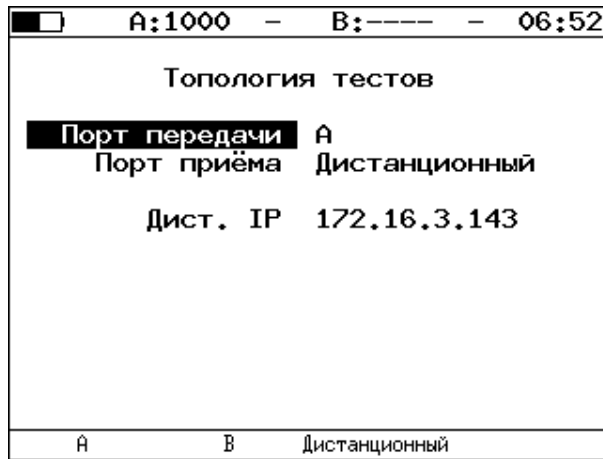


Рисунок 10.9. Экран «Топология тестов»

6. На локальном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Измерения» ⇒ «У.1564» ⇒ «Настройки» ⇒ «Настройки сервисов» ⇒ «Заголовок» (см. рис. 10.10). Выбрать:
- MAC Отпр. - MAC 1
 - MAC Получ. - MAC R1
 - IP Отпр. - IP 1
 - IP Получ. - IP 2

Примечание. Для получения MAC-адреса шлюза необходимо выполнить ARP-запрос: перейти к пункту меню «MAC Получ.» и нажать на клавишу **F3**.

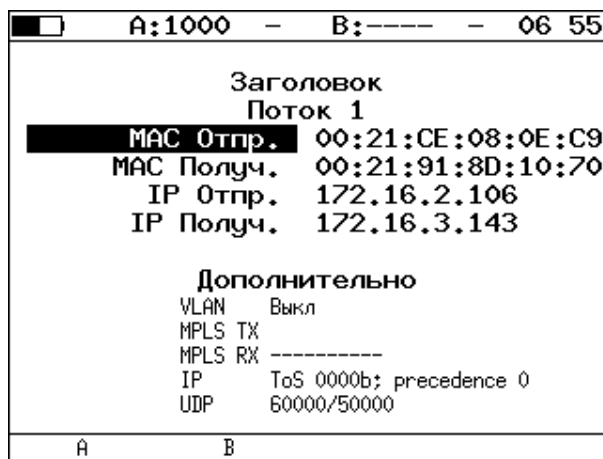


Рисунок 10.10. Экран «Заголовок»

7. На локальном приборе в соответствии с указаниями раздела 10.4 выполнить необходимые настройки теста «У.1564». Затем перейти в меню «Беркут-ЕТ. Измерения» ⇒ «У.1564» и нажать на клавишу **F1** («Старт»).

Примечание. После нажатия на клавишу «Старт» на экране локального прибора могут появиться следующие сообщения:

- «Идёт подключение к дист. порту ...» — возникает сразу после запуска теста.

- «Дистанционный прибор недоступен» — возникает в случае, если не получилось установить соединение с дистанционным прибором.
- «Потеряно соединение» — возникает в случае, если дистанционный прибор после установления соединения перестал отвечать на запросы.
- «Дистанционный прибор занят» — возникает, когда на дистанционном приборе уже проводится какой-либо тест.
- «Дист. BERT 1-го уровня невозможен» — возникает при попытке провести тест «BERT» первого уровня.

Примечание. На экране дистанционного прибора во время тестирования отображается сообщение «Выполняется дистанционный тест».

Для измерения параметров канала связи в направлении от дистанционного прибора к локальному необходимо:

1. Убедиться, что на локальном и дистанционном приборах возможно использование однонаправленного теста: в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке опций должна присутствовать опция «ЕТРТР».
2. Подключить локальный Беркут-ЕТ и дистанционный Беркут-ЕТ по схеме, представленной на рис. 10.8.
3. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Параметры сети». Выбрать:

Порт - А

Одним из приведённых ниже способов установить IP-адрес локального прибора (IP 1) и IP-адрес дистанционного прибора (IP 2):

- ввести IP-адрес вручную (при этом пункт меню «DHCP» должен находиться в состоянии «Выкл»);
- получить IP-адрес по протоколу DHCP, выбрав пункт меню «DHCP» и нажав на клавишу **F2** («Вкл»): полученный адрес будет корректным, если отобразится в пункте меню «IP-адрес» по истечении не более чем 1-2 секунд.

4. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Синхронизация времени» и выбрать порт А в качестве RTP-порта.

Примечание. Для тестов «BERT» и «RFC 2544» (пропускная способность, потери кадров, предельная нагрузка) выполнять данный пункт не требуется.

5. На локальном приборе перейти в меню «Y.1564» ⇒ «Настройки» ⇒ «Топология тестов» (см. рис. 10.11). Выбрать:

Порт передачи - Дистанционный

Порт приёма - А

Дист. IP - IP 2

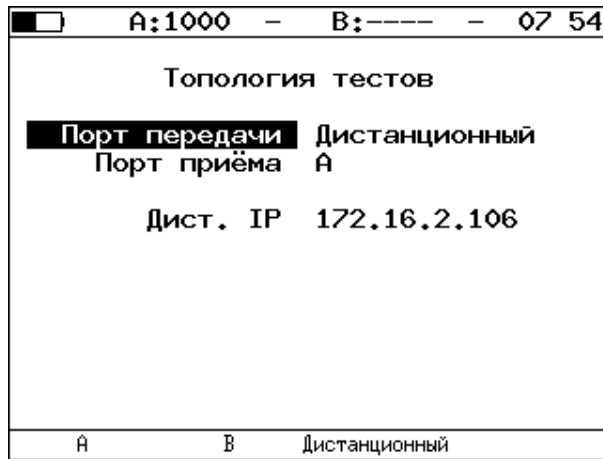


Рисунок 10.11. Экран «Топология тестов»

6. На локальном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Измерения» ⇒ «У.1564» ⇒ «Настройки» ⇒ «Настройки сервисов» ⇒ «Заголовок» (см. рис. 10.12). Выбрать:

MAC Отпр. - MAC 2

MAC Получ. - MAC RN

IP Отпр. - IP 2

IP Получ. - IP 1



Рисунок 10.12. Экран «Заголовок»

7. На локальном приборе в соответствии с указаниями раздела 10.4 выполнить необходимые настройки теста «У.1564». Затем перейти в меню «Беркут-ЕТ. Измерения» ⇒ «У.1564» и нажать на клавишу **F1** («Старт»).

Примечание. После нажатия на клавишу «Старт» на экране локального и дистанционного прибора появятся сообщения, аналогичные перечисленным на с. 51.

10.2.2. Двухнаправленный тест со шлейфом

Тестирование с использованием шлейфа позволяет получить двусторонние результаты при проведении анализа по методике RFC 2544, теста «BERT», «Y.1564» и «Приказ 870».

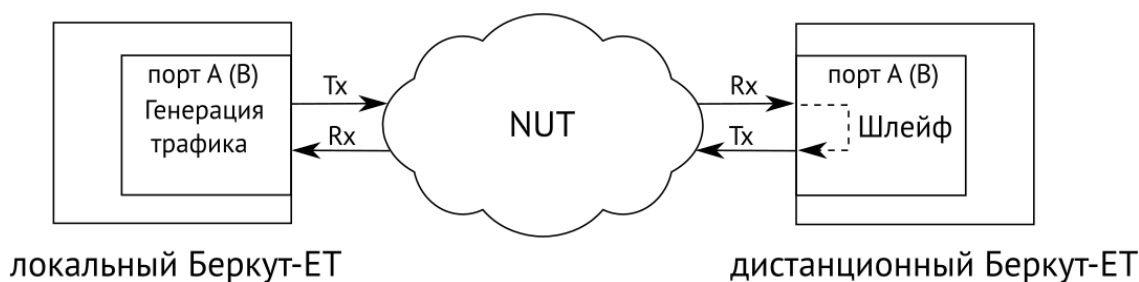


Рисунок 10.13. Схема двухнаправленного теста

При проведении тестирования используется 2 прибора: локальный, на котором производится настройка параметров анализа, и дистанционный, находящийся на другом конце канала. Результаты тестирования отображаются на экране локального прибора.

10.2.2.1. Пример тестирования

Ниже рассмотрен пример тестирования с использованием шлейфа для проведения теста «BERT». Для тестов «RFC 2544», «Y.1564», «Приказ 870» порядок действий аналогичен.

На рис. 10.14 представлена типовая схема подключения приборов к тестируемой сети.

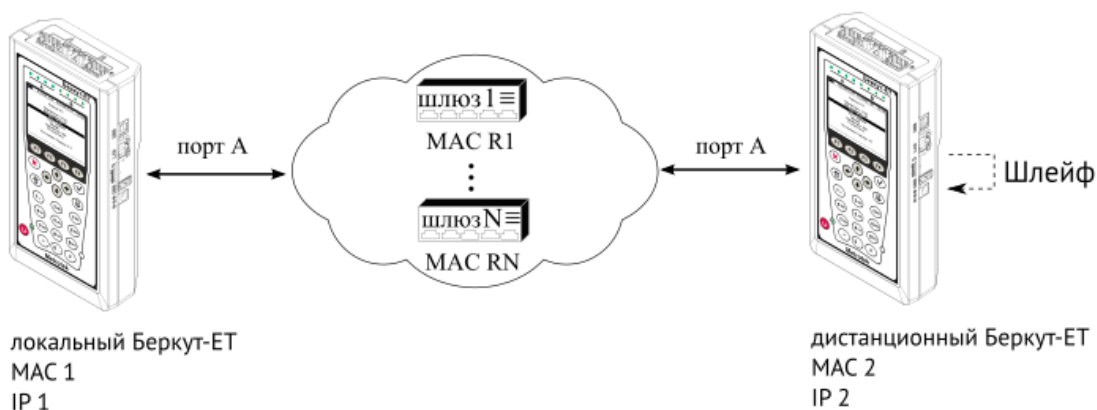


Рисунок 10.14. Типовая схема подключения

На схеме введены следующие обозначения:

- MAC 1 — MAC-адрес порта А локального прибора;
- IP 1 — IP-адрес локального прибора;
- MAC R1 — MAC-адрес шлюза, ближайшего к локальному прибору;

- MAC RN — MAC-адрес шлюза, ближайшего к дистанционному прибору;
- MAC 2 — MAC-адрес порта А дистанционного прибора;
- IP 2 — IP-адрес дистанционного прибора.

Для проведения тестирования следует:

1. Подключить локальный и дистанционный Беркут-ЕТ по схеме, представленной на рис. 10.14.

2. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Параметры сети». Выбрать:

Порт – А

Одним из приведённых ниже способов установить IP-адрес локального прибора (IP 1) и IP-адрес дистанционного прибора (IP 2):

- ввести IP-адрес вручную, при этом пункт меню «DHCP» должен находиться в состоянии «Выкл»;
- получить IP-адрес по протоколу DHCP, выбрав пункт меню «DHCP» и нажав на клавишу («Вкл»).

3. На дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Инструменты» ⇒ «Шлейф» и в пункте меню «Тип» выбрать «3» (см. раздел 9.4).

4. На локальном приборе перейти в меню «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Топология тестов». Выбрать:

Порт передачи – А

Порт приёма – А

5. На локальном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТ. Измерения» ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок». Выбрать:

MAC Отпр. – MAC 1

MAC Получ. – MAC R1

IP Отпр. – IP 1



IP Получ. – IP 2

Для получения MAC-адреса шлюза необходимо выполнить ARP запрос: перейти к пункту меню «MAC Получ.» и нажать на клавишу **F3**.

6. На локальном приборе в соответствии с указаниями раздела 10.5 выполнить необходимые настройки теста «BERT». Затем перейти в меню «Беркут-ЕТ. Измерения» ⇒ «BERT» и нажать на клавишу **F1** («Старт»).

10.2.3. Тестовые конфигурации

Прибор Беркут-ЕТ позволяет проводить анализ с использованием тестовых конфигураций. Это означает, что на приборе можно настроить и провести два теста: параллельно (см. раздел 10.2.3.1) или одновременно (см. раздел 10.2.3.2).

Для переключения между тестовыми конфигурациями используются клавиши  и . Номер выбранной в данный момент конфигурации отображается в строке статуса справа от индикатора заряда батареи.

10.2.3.1. Запуск двух тестов параллельно

Прибор Беркут-ЕТ позволяет параллельно проводить два независимых теста: RFC-2544 и BERT. Результаты одного теста не влияют на проведение другого. Тесты можно выполнять в следующих комбинациях:

- BERT и BERT;
- RFC-2544 и RFC-2544;
- BERT и RFC-2544;
- RFC-2544 и BERT.

На рисунке 10.15 схематично представлен один из четырёх вариантов тестирования: с порта А на порт В проводится тест по методике RFC-2544, с порта В на порт А — BERT.

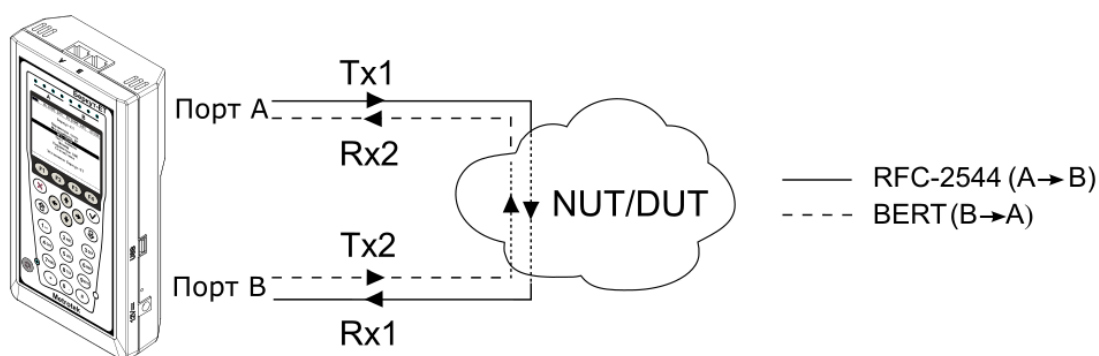


Рисунок 10.15. Схема параллельного тестирования: RFC-2544 и BERT

10.2.3.2. Запуск двух тестов одновременно

Прибор позволяет проводить анализ сетей с временным разделением каналов (например, WiMAX), *одновременно* выполняя два теста по методике RFC 2544 или два теста BERT. В таких сетях трафик, передаваемый в одном направлении, может влиять или полностью вытеснить трафик, передаваемый в другом направлении. Если запускать тесты не одновременно, одно из направлений не будет протестировано.

При одновременном запуске тестов проверяются оба направления, с учетом влияния друг на друга. Это позволяет оценить потери пакетов, пропускную способность или задержку в направлении $A(B) \Rightarrow B(A)$ при одновременной нагрузке направления $B(A) \Rightarrow A(B)$.

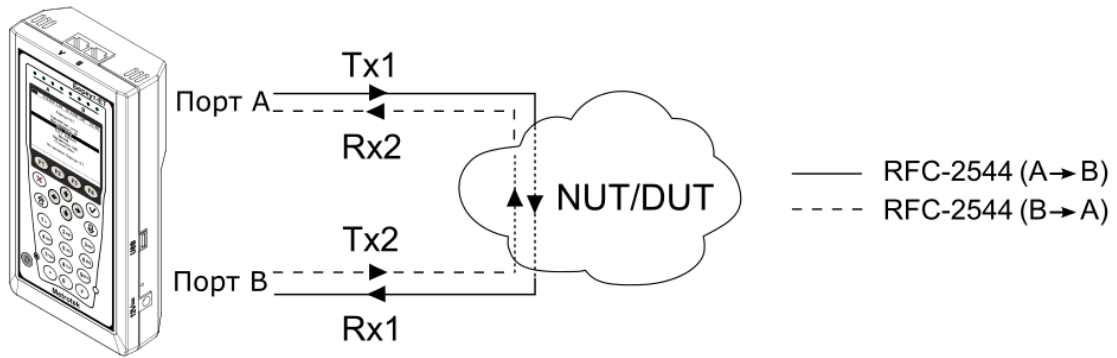


Рисунок 10.16. Схема двунаправленного теста RFC 2544

Особенности тестирования:

- при запуске теста в одной из конфигураций, одновременно запускается тест во второй конфигурации;
- если в одной из конфигураций тест не прошёл, а во второй прошёл, то попытка считается неудачной.

10.3. Методика RFC 2544

Методика RFC 2544 [1] определяет набор тестов, которые используются при оценке важнейших параметров сетевых устройств и проверке соответствия предоставляемых услуг характеристикам, которые оговариваются в SLA между операторами связи и клиентами.

Прибор позволяет проводить четыре стандартных теста согласно рекомендациям RFC 2544: анализ пропускной способности, задержки, уровня потерь кадров и предельной нагрузки. В рамках теста генерируются и анализируются пакеты 4-го уровня, транспортный протокол – UDP.

10.3.1. Анализ пропускной способности

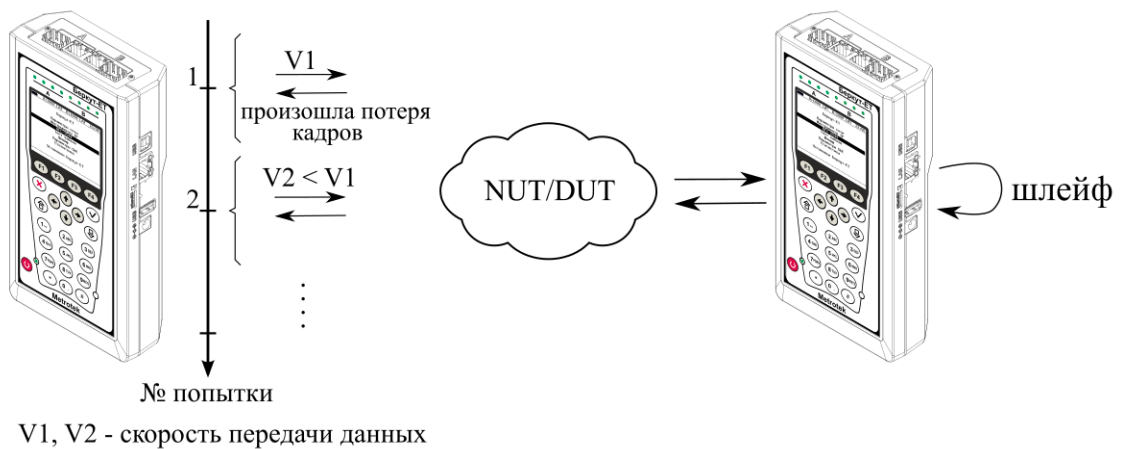


Рисунок 10.17. Анализ пропускной способности

Примечание. Анализ пропускной способности проводится с целью определения максимально возможной скорости коммутации для сетевых элементов в транспортных сетях Ethernet.

Пропускная способность — максимальная скорость передачи данных, на которой количество кадров¹⁰, прошедших через DUT, равно количеству кадров, отправленных ему с тестирующего оборудования. При анализе пропускной способности используется метод бинарного поиска.

Для определения пропускной способности некоторое количество пакетов с заданной скоростью передаётся на вход DUT (рис. 10.17). Затем подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT. Если оно оказывается равным количеству отправленных пакетов, то тест завершается, так как окончился успешно на заданной пользователем скорости.

Если количество принятых пакетов оказывается меньше, чем количество переданных, то начинается поиск максимально возможной скорости, на которой отсутствуют потери: текущая скорость уменьшается вдвое, и тест повторяется. Если в ходе нового теста потерь нет, скорость увеличивается на половину, согласно алгоритму бинарного поиска. Если потери были — скорость уменьшается вдвое. После изменения скорости тест повторяется. Измерения выполняются до тех пор, пока не будет найдено значение, близкое к значению действительной пропускной способности с точностью, указанной в настройках теста.

10.3.2. Анализ задержки

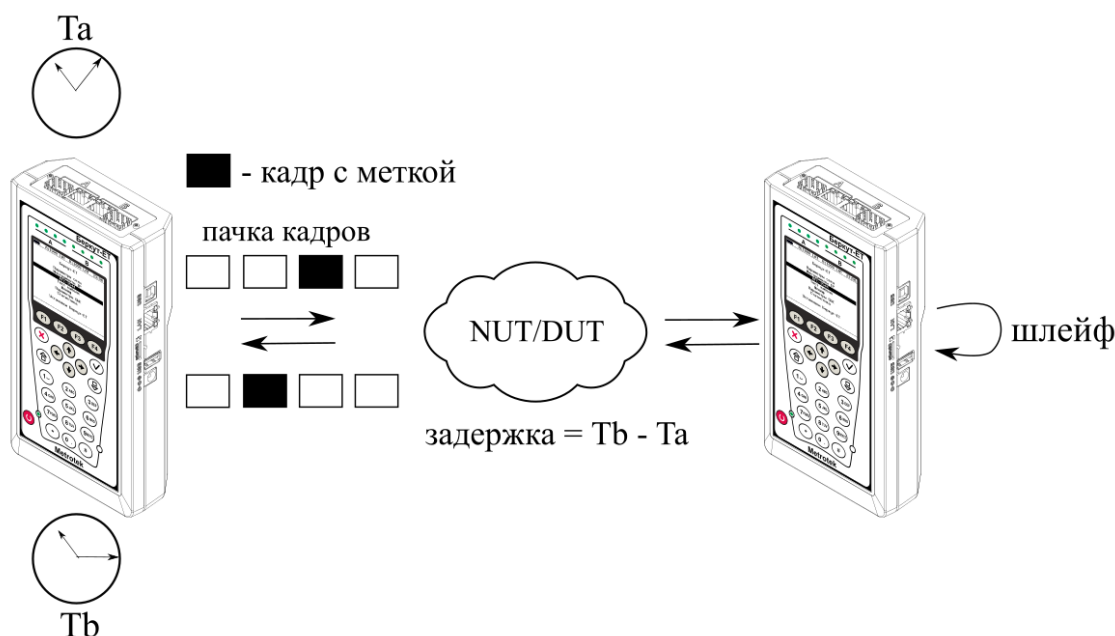


Рисунок 10.18. Анализ задержки

¹⁰ Термины кадр и пакет в описаниях тестов являются синонимами.

Примечание. Анализ задержки позволяет оценить время, которое необходимо кадру для прохождения от источника к получателю и обратно. Изменение величины задержки может приводить к проблемам в работе сервисов реального времени.

При анализе задержки для каждого размера пакета на заданной (или полученной в результате теста «Пропускная способность») скорости отправляется поток кадров, адресованных получателю. В пакеты вставляются метки определенного формата. На передающей стороне записывается значение T_a — время, к которому пакет с меткой был полностью передан. На приёмной стороне определяется метка и записывается значение T_b — время приёма пакета с меткой. Задержка представляет собой разницу значений этих меток: $T_b - T_a$. По результатам анализа вычисляется средняя задержка.

10.3.3. Анализ уровня потерь кадров

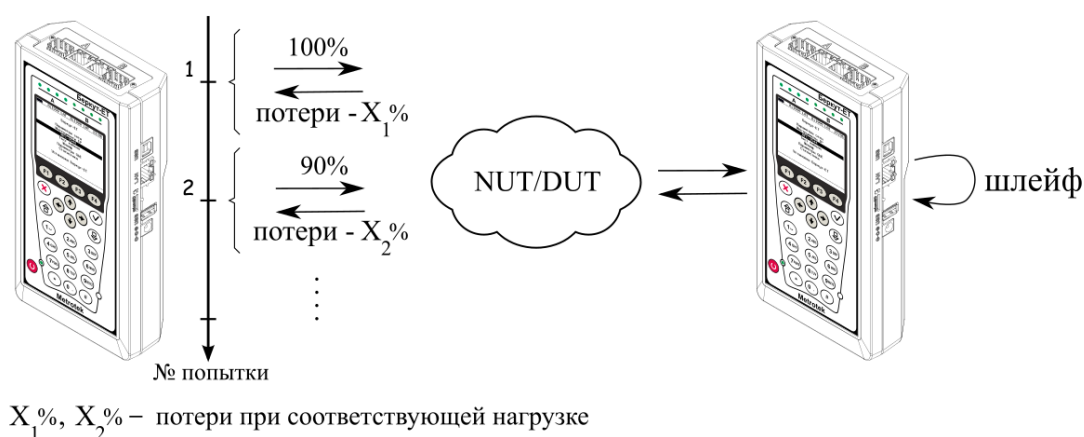


Рисунок 10.19. Анализ уровня потерь кадров

Примечание. Анализ уровня потерь кадров необходим для проверки способности сети поддерживать приложения, которые работают в реальном времени (без возможности повторной передачи), так как большой процент потерь кадров приведёт к ухудшению качества сервиса. Данный тест позволяет рассчитать процент кадров, которые не были переданы сетевым элементом при постоянной нагрузке из-за недостатка аппаратных ресурсов.

При анализе уровня потерь кадров на вход DUT на заданной начальной скорости посылается некоторое количество кадров (*input count*) и подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT (*output count*). Испытания повторяют, уменьшая скорость тестового потока до заданного конечного значения, пока в двух попытках подряд не будет потеряно ни одного кадра. Уровень потерь кадров рассчитывается по формуле:

$$\frac{100 \times (\text{input count} - \text{output count})}{(\text{input count})}$$

10.3.4. Анализ предельной нагрузки

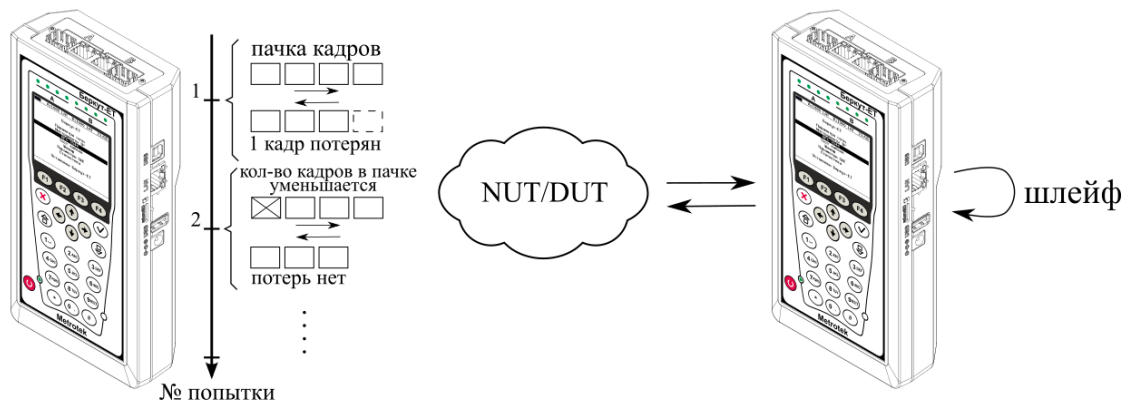


Рисунок 10.20. Анализ предельной нагрузки

Примечание. Анализ предельной нагрузки позволяет оценить время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.

При анализе предельной нагрузки на вход DUT отсылаются кадры с заданной (или полученной в результате теста «Пропускная способность») скоростью и подсчитывается количество пакетов с выхода DUT. Если оно оказывается равным количеству отправленных кадров, то тест заканчивается. Если же количество пакетов на выходе DUT меньше числа отправленных, то время уменьшается и тест повторяется.

10.4. Y.1564

Основной задачей при тестировании Ethernet-сетей является определение соответствия предоставляемых услуг (например, видео, телефонии, электронной почты, онлайн-игр и т.д.) характеристикам, которые оговариваются в соглашении об уровне обслуживания (SLA — Service Level Agreement) между операторами связи и клиентами. На первом месте стоят вопросы обеспечения гарантированного качества обслуживания (QoS — Quality of Service), которое характеризуется различными показателями (см. раздел 10.4.1). В настоящее время существует две основные методики для оценки этих параметров — RFC 2544 [1] и ITU-T Y.1564 [5] (сравнение методик приведено в разделе 10.4.2).

10.4.1. Показатели качества

Основные показатели качества предоставляемого сервиса¹¹ (SAC — Service Acceptance Criteria):

1. FTD (Frame Transfer Delay) — задержка распространения кадров.
2. FDV (Frame Delay Variation) — отклонение задержки распространения кадров.
3. FLR (Frame Loss Ratio) — уровень потерь кадров.
4. CIR (Committed Information Rate) — гарантированная пропускная способность для сервиса.
5. EIR (Excess Information Rate) — максимально допустимое превышение CIR.
6. M-фактор — максимально допустимое превышение величины CIR+EIR.

10.4.2. Сравнение RFC 2544 и ITU-T Y.1564

Методика RFC 2544 была создана для тестирования максимальной производительности сетевого оборудования и подходит для оценки этого параметра в случае отдельного канала или устройства. Но с появлением в каналах различных служб, работающих одновременно, выявился ряд недостатков методики.

Рекомендация ITU-T Y.1564 учитывает эти недостатки и ориентирована на тестирование мультисервисных сетей, позволяя провести быструю оценку соответствия сети требованиям SLA.

Параметр	RFC 2544	ITU-T Y.1564
Измерение FTD	√	√
Измерение FDV ¹²	—	√
Измерение FLR	√	√
Анализ одновременной работы нескольких служб	—	√

¹¹ Термины «услуга», «служба» и «сервис» в данном описании являются синонимами.

¹² Величина FDV является ключевым параметром для VoIP/IPTV и используется при настройке буферизации трафика.

Параметр	RFC 2544	ITU-T Y.1564
Время тестирования	Для проверки соответствия SLA требуется провести последовательность повторяющихся тестов. В связи с этим тестирование может занять продолжительное время.	Для проведения теста конфигурации одной услуги требуется не более 6 минут. Длительность теста производительности может быть задана от нескольких секунд до нескольких суток.

Таким образом, тестирование по рекомендации Y.1564 позволяет однозначно определить соответствие канала параметрам, заявленным в SLA, а также существенно сократить временные затраты на анализ за счёт одновременной оценки нескольких служб.

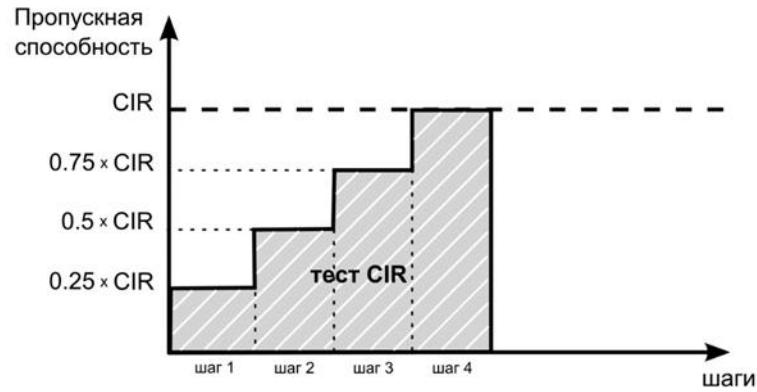
10.4.3. Тесты конфигурации

Тесты конфигурации состоят из трёх независимых тестов — CIR, EIR и Traffic Policing. С их помощью каждый сервис проверяется на соответствие заданным параметрам SAC, а также оценивается, остаётся ли пропускная способность в установленных пределах при увеличении нагрузки. Цель — убедиться в том, что настройки сети позволяют каждому сервису работать отдельно от других служб с заявленной производительностью. При проведении данных тестов сервисы проверяются по очереди, для оценки одновременной работы применяется тест производительности (см. раздел 10.4.4).

10.4.3.1. Тест CIR

Тест CIR используется для проверки того, что при передаче данных с нагрузкой на уровне CIR показатели качества находятся в пределах, установленных SLA. В ходе данного теста измеряются основные показатели качества каждого сервиса (FTD, FDV, FLR), после чего эти значения сравниваются с заданными параметрами SAC.

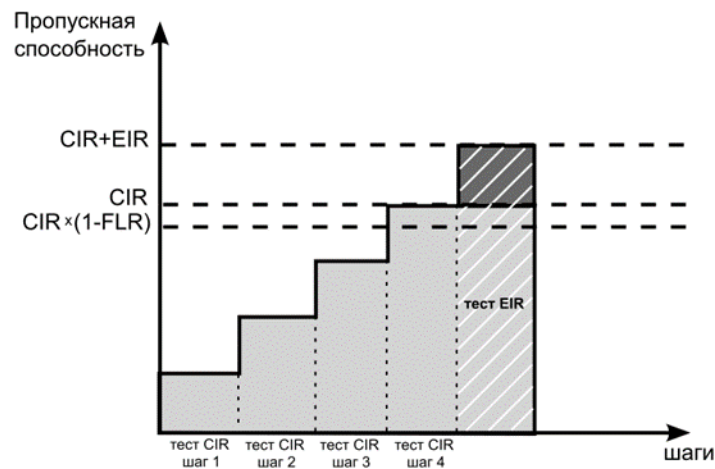
Прибор позволяет задавать количество шагов для проведения тестирования: 1 шаг — тест CIR будет проведён при 100 % нагрузке; 2 шага — тест будет проведён в два этапа: 50 и 100 % от заданной нагрузки; 3 шага — тест будет проведён в три этапа: 50, 75 и 100 % от заданной нагрузки; 4 шага — тест будет проведён в четыре этапа: 25, 50, 75 и 100 % от заданной нагрузки.



10.4.3.2. Тест EIR

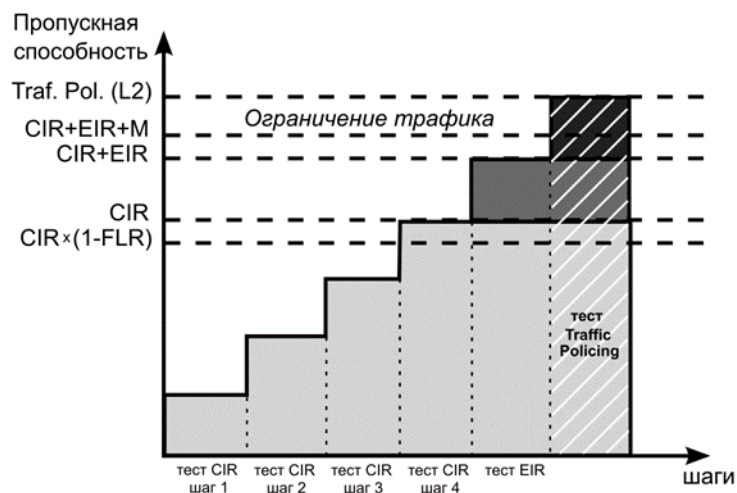
Тест EIR служит для проверки того, что при передаче данных с нагрузкой на уровне CIR+EIR результирующая пропускная способность для каждого сервиса не превышает допустимое значение и находится в пределах от CIR (с учётом заданного уровня потерь кадров) до CIR+EIR: $CIR \times (1 - FLR) \leq IR \leq CIR + EIR$. Величина потерь кадров (FLR) устанавливается пользователем.

Примечание. Режим «colour-aware» (возможность помечать цветом передаваемые кадры) не поддерживается.



10.4.3.3. Тест Traffic Policing

Тест Traffic Policing используется для проверки того, что при передаче данных с нагрузкой, превышающей разрешённую для сервиса, сеть будет ограничивать его полосу пропускания. Нагрузка для этого теста, устанавливаемая пользователем, должна превышать уровень CIR+EIR.



10.4.4. Тест производительности

Тест производительности используется для оценки одновременной работы всех сервисов. При проведении теста выполняется передача данных для всех служб одновременно с нагрузкой на уровне CIR и проверяются значения показателей качества для каждого сервиса. Единственной настройкой теста является его длительность, которая может составлять от нескольких минут до 4-х дней.

10.4.5. М-фактор

При проведении теста Traffic Policing в результате буферизации в некоторые моменты времени на приёме оказывается больше данных, чем отведено для сервиса. Это является особенностью, а не сбоем в работе сети. Чтобы учесть эту особенность, в ITU-T Y.1564 используется М-фактор — максимально допустимое превышение величины CIR+EIR (см. ITU-T Y.1564 п. С.2 разд. 8.1.2).

10.4.6. Алгоритм измерения FTD

Для измерения задержки распространения кадров (FTD) выполняются следующие действия:

1. На передающей стороне в каждый пакет вставляется временная метка (T_a).
2. На приёмной стороне записывается значение времени приёма пакета с меткой (T_b).
3. Вычисляется задержка прохождения пакета в сети: $T_b - T_a$.

Примечание. Приёмником и передатчиком должен быть один и тот же прибор или два прибора, синхронизированных по протоколу РТР.

4. Фиксируются три значения задержки — минимальное (FTD_{min}), среднее (FTD_{avg}) и максимальное (FTD_{max}). Среднее значение задержки вычисляется как сумма задержек для всех принятых пакетов, поделенная на количество принятых пакетов.

Эти значения отображаются в результатах теста производительности для каждого сервиса. Для сводного теста производительности и тестов конфигурации выводятся средние значения.

10.4.7. Алгоритм измерения FDV

Отклонение задержки распространения кадров (FDV) в соответствии с рекомендацией ITU-T Y.1563 [7] измеряется по формуле: $FDV = FTD - FTD_{min}$.

Например, если были измерены значения задержки распространения кадров: $FTD_{min} = 1.5$, $FTD_{avg} = 2.5$, $FTD_{max} = 5.5$, то значения FDV будут следующими: $FDV_{min} = 0$, $FDV_{avg} = 1.0$, $FDV_{max} = 4.0$.

Эти величины отображаются в результатах теста производительности для каждого сервиса. Для сводного теста производительности и тестов конфигурации выводятся средние значения.

10.5. BERT

BERT (Bit Error Rate Test) — тест, позволяющий определить основной битовый показатель качества канала – «bit error rate» (коэффициент битовых ошибок), т.е. отношение числа ошибочных бит к общему количеству переданных бит. Известная на приёмном и передающем конце бинарная последовательность помещается в Ethernet-кадр, который передаётся в физическую среду. На приёмном конце последовательность сравнивается с исходной, и вычисляется коэффициент битовых ошибок. Для подключения к TDM-сети используется конвертер интерфейсов, который осуществляет преобразование трафика пакетной сети (Ethernet) в трафик, передаваемый в TDM-сетях.

Тестирование может быть реализовано на четырёх уровнях модели OSI:

1. На физическом уровне данные отправляются частями с определённым межкадровым интервалом (IFG — Interframe Gap). В этом случае тестирование проводится с порта А (В) на порт В (А) (см. рис. 10.25) или используется функция «Шлейф» (см. рис. 10.26).



Рисунок 10.21. Кадр физического уровня

2. На канальном уровне к данным добавляется Ethernet-заголовок, что позволяет передать тестовые пакеты через сеть, которая содержит устройства, работающие на втором уровне модели OSI — например, сетевой коммутатор (switch). Способы подключения к тестируемой сети показаны на рис. 10.27, 10.28, 10.29.

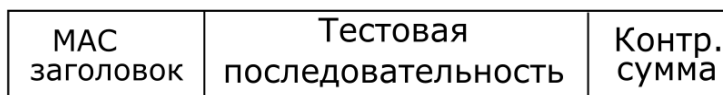


Рисунок 10.22. Кадр канального уровня

3. На сетевом уровне данные помещаются в IP-пакет, а затем — в Ethernet-кадр. Это позволяет передать тестовые пакеты через сеть, которая содержит устройства, работающие на канальном и сетевом уровнях — например, сетевой коммутатор, маршрутизатор (router). Способы подключения прибора к тестируемой сети показаны на рис. 10.27, 10.28, 10.29.

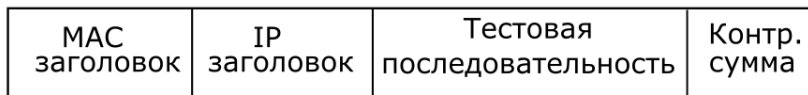


Рисунок 10.23. Кадр сетевого уровня

4. На транспортном уровне формируется Ethernet-кадр, содержащий IP- и UDP-заголовок, что позволяет передать тестовую последовательность

с использованием транспортных протоколов. Способы подключения прибора к тестируемой сети показаны на рис. 10.27, 10.28, 10.29.

MAC заголовок	IP заголовок	UDP заголовок	Тестовая последовательность	Контр. сумма
------------------	-----------------	------------------	--------------------------------	-----------------

Рисунок 10.24. Кадр транспортного уровня

Для тестирования можно использовать любую из последовательностей, перечисленных в таблице 10.1, а также пользовательскую или CRTP.

Таблица 10.1. Тестовые последовательности, соответствующие рекомендации ITU-T O.150 [8]

Тип последовательности	Рекомендуемое применение
2e11-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по каналу связи со скоростью 64 кбит/с и $64 \times N$ кбит/с, где N – целое число).
2e15-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 1544, 2048, 6312, 8448, 32064 и 44736 кбит/с).
2e20-1	Для определения ошибок (при передаче по каналу связи со скоростью не более 71 кбит/с).
2e23-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 34368 и 139264 кбит/с).
2e29-1, 2e31-1	Для определения ошибок при передаче данных на высоких скоростях (более 139264 кбит/с).

10.5.1. Варианты подключения

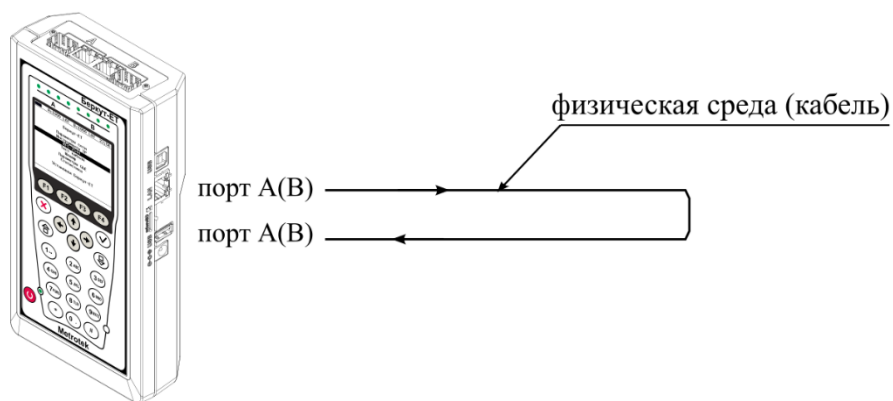


Рисунок 10.25. Тестирование на физическом уровне (вариант 1)

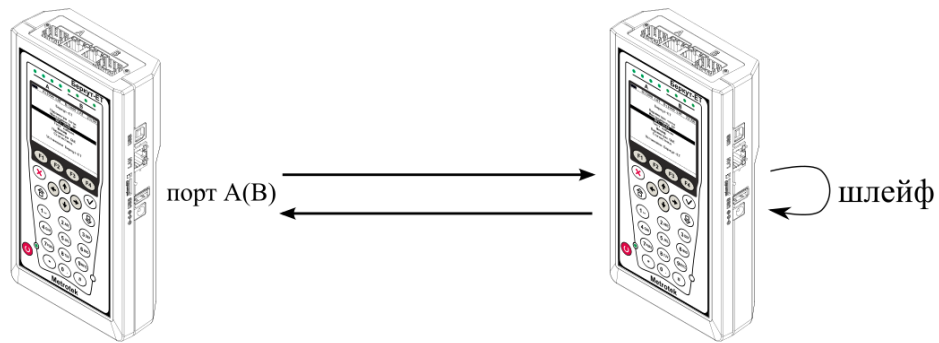


Рисунок 10.26. Тестирование на физическом уровне (вариант 2)

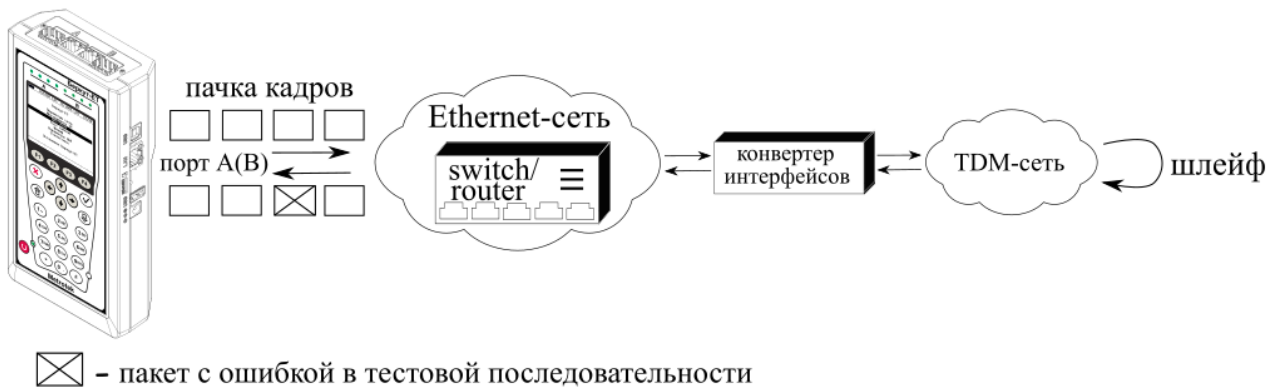


Рисунок 10.27. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 1)

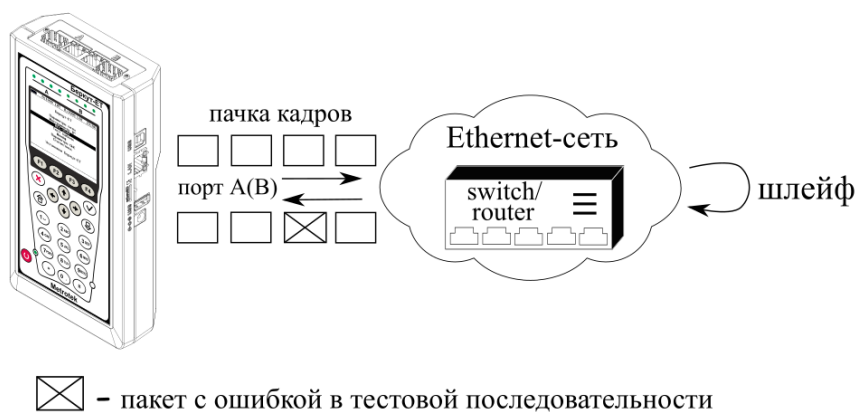


Рисунок 10.28. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 2)

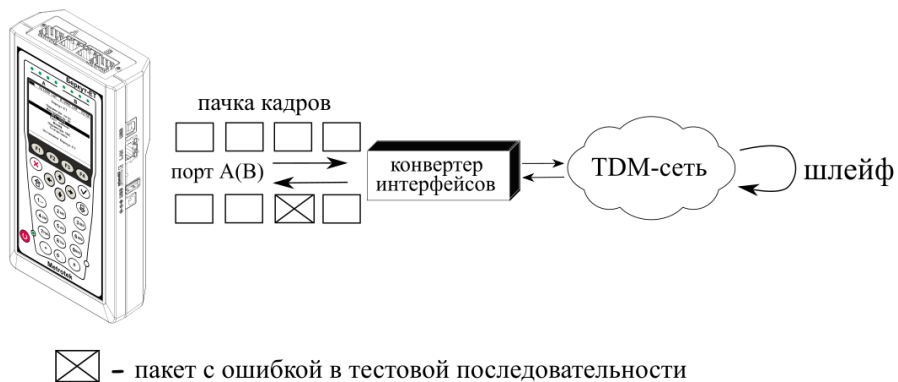


Рисунок 10.29. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 3)

10.6.Packet jitter

An important task when testing Ethernet networks is determining packet jitter¹⁵. According to the methodology RFC 4689 [9], packet jitter is the absolute difference in propagation delays of two consecutively received packets belonging to one data stream. This parameter is used to evaluate the network's ability to deliver traffic that is sensitive to delays, such as video or speech.

10.6.1. Test stream

The function of test stream generation is used when measuring packet jitter. There is a possibility of test stream generation and packet jitter measurement on one port (fig. 10.30), as well as test stream generation on one port and packet jitter measurement on another (fig. 10.31), where the reception port can be located on a remote device (fig. 10.32).

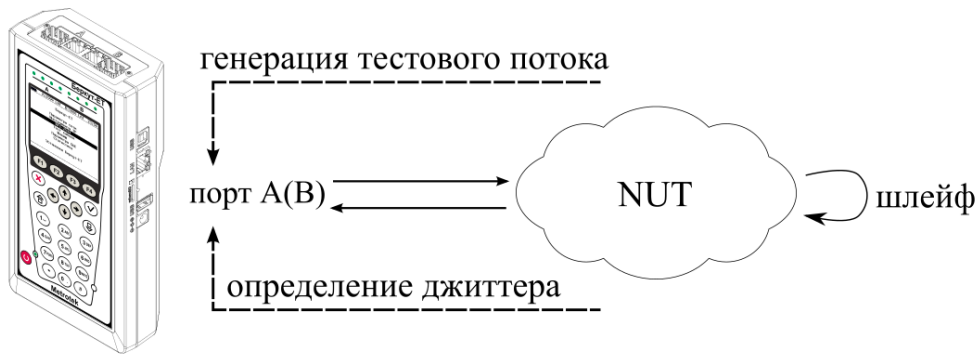


Рисунок 10.30. Измерение джиттера. Схема 1



Рисунок 10.31. Измерение джиттера. Схема 2

¹⁵ В базовую конфигурацию не входит. Доступно при дополнительном заказе опции «ЕТJТ».

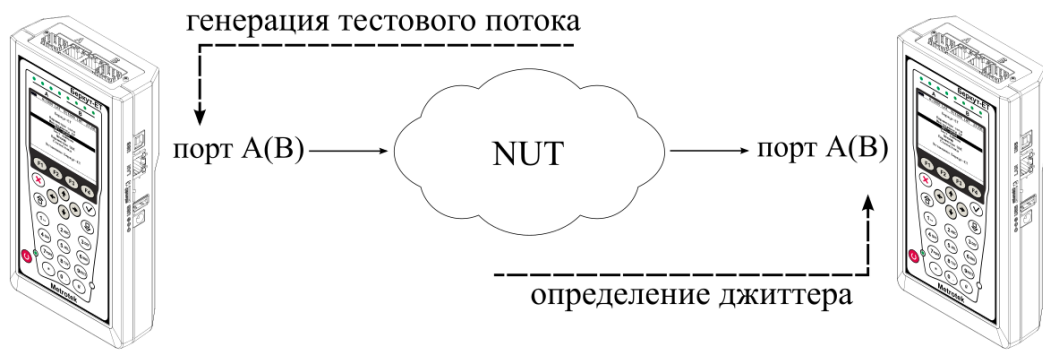


Рисунок 10.32. Измерение джиттера. Схема 3

10.7. Тестовые данные

Тест «Тестовые данные» позволяет измерить количество переданных и принятых данных, а также продолжительность сеанса передачи в соответствии с приказом Минкомсвязи России №277.

Для измерения количества переданных и принятых данных прибор подключается к тестируемому устройству и выполняется генерация заданного количества пакетов или байтов. Для анализа работы тестируемого устройства количество пакетов и байтов, зафиксированное прибором, сравнивается с показаниями тестируемого устройства.

Для измерения продолжительности сеанса передачи данных прибор подключается к тестируемому устройству и выполняется генерация данных в течение заданного времени. Для анализа работы тестируемого устройства заданная длительность генерации сравнивается с показаниями тестируемого устройства.

10.7.1. Типовая схема включения

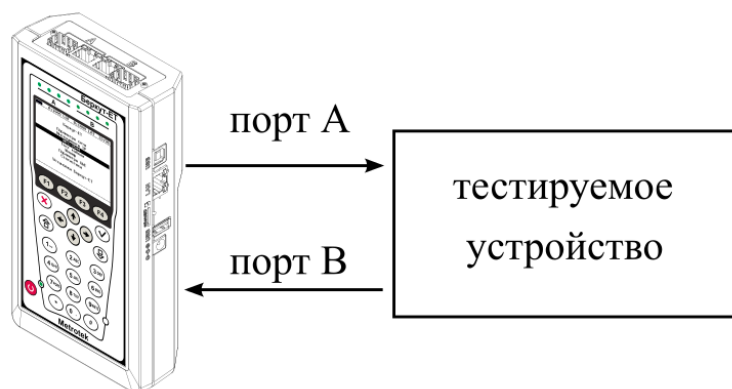


Рисунок 10.33. Типовая схема подключения для проведения теста «Тестовые данные»

10.7.2. Порядок измерения количества переданных и принятых данных

1. Подключить прибор по схеме, представленной на рис. 10.33.
2. Убедиться, что в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке присутствует опция «ETDATA».
3. Перейти в меню «Измерения» ⇒ «Тестовые данные» ⇒ «Настройки».
4. В пункте меню «Порт приёма» указать порт для приёма данных от тестируемого устройства.
5. Перейти в меню «Тестовый поток».
6. В пункте меню «Порт передачи» выбрать порт для передачи данных на тестируемое устройство.
7. В пункте меню «Ограничение» выбрать «по байтам» или «по пакетам».
8. В пункте меню «Кол-во байт» или «Кол-во пакетов» задать необходимое количество байтов или пакетов для генерации.

9. Перейти в меню «Заголовок» и выполнить настройку заголовка.

10. Вернуться в меню «Тестовые данные» и нажать «Старт» (**F1**).

10.7.3. Порядок измерения продолжительности сеанса передачи данных

1. Подключить прибор по схеме, представленной на рис. 10.33.

2. Убедиться, что в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке присутствует опция «ETDATA».

3. Перейти в меню «Измерения» ⇒ «Тестовые данные» ⇒ «Настройки».

4. В пункте меню «Порт приёма» указать порт для приёма данных от тестируемого устройства.

5. Перейти в меню «Тестовый поток».

6. В пункте меню «Порт передачи» выбрать порт для передачи данных на тестируемое устройство.

7. В пункте меню «Ограничение» выбрать «по времени».

8. В пункте меню «Длительность» задать длительность генерации.

9. Перейти в меню «Заголовок» и выполнить настройку заголовка.

10. Вернуться в меню «Тестовые данные» и нажать «Старт» (**F1**).

10.8. Тест времени

«Тест времени» позволяет измерить расхождение шкал времени в сетях операторов связи относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC (SU) в соответствии с приказом Минкомсвязи России №277.

Результаты теста показывают, на сколько время на тестируемом сервере отличается от времени на опорном (эталонном) сервере.

В ходе теста определяются значения времени для опорного сервера («Ref») и тестируемого сервера («Test»). Для минимального, среднего и максимального значений вычисляется расхождение шкал времени («Diff») по формуле: «Diff=Test-Ref».

Проверку работы сервера можно выполнять по протоколу NTP (см. раздел 10.8.2) или RTP (см. раздел 10.8.3).

10.8.1. Типовые схемы включения

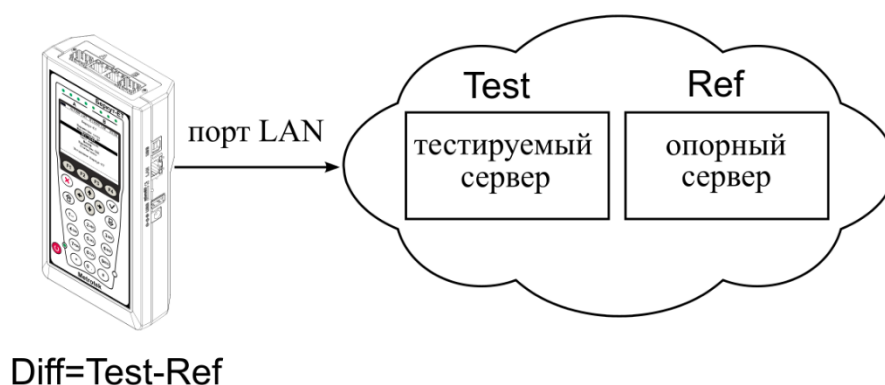


Рисунок 10.34. Типовая схема подключения для режима NTP

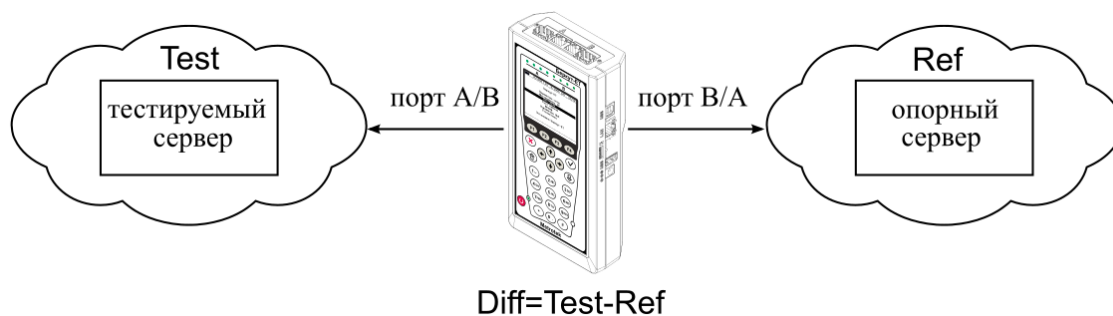


Рисунок 10.35. Типовая схема подключения для режима RTP

10.8.2. Порядок измерения расхождения шкал времени в режиме NTP

1. Подключить прибор по схеме на рис. 10.34.
2. Убедиться, что в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке присутствует опция «ETTIME».
3. Перейти в меню «Измерения» ⇒ «Тест времени» ⇒ «Настройки».
4. В пункте меню «Режим» выбрать «NTP».
5. В пункте меню «Длительность» задать время проведения теста.

6. Перейти в меню «Настройки NTP».
7. В пункте меню «Опорный» задать IP-адрес или доменное имя опорного сервера.
8. В пункте меню «Тестовый» указать IP-адрес или доменное имя сервера, для которого требуется измерить расхождение шкал времени относительно опорного сервера.
9. Вернуться в меню «Тест времени» и нажать «Старт» (F1).

10.8.3. Порядок измерения расхождения шкал времени в режиме RTP

1. Подключить прибор по схеме на рис. 10.35.
2. Убедиться, что в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке присутствует опция «ETTIME».
3. Перейти в меню «Измерения» ⇒ «Тест времени» ⇒ «Настройки».
4. В пункте меню «Режим» выбрать «RTP».
5. В пункте меню «Длительность» задать время проведения теста.
6. Перейти в меню «Настройки RTP».
7. В пункте меню «Сервер» выбрать тип сервера (тестовый или опорный), к которому подключен порт, указанный в пункте меню «Порт».
8. В пункте меню «Порт» выбрать другой порт и задать для него тип сервера.
9. В пункте меню «Задержка» указать механизм определения задержки «E2E» или «P2P».
10. В пункте меню «Домен» задать номер RTP-домена в соответствии с IEEE 1588.
11. Вернуться в меню «Тест времени» и нажать «Старт» (F1).

10.9. Нарушение обслуживания

Тест нарушения обслуживания (Service Disruption Test) позволяет определить длительность прерываний сервиса в секундах и пакетах, а также зафиксировать дату и время начала обрыва связи с сервисом.

Под сервисом понимается сетевое устройство с функцией перенаправления трафика: шлейф, зеркалирование, транзит с порта на порт. Под прерыванием – период времени, в течение которого сервис перестает выполнять функции перенаправления трафика.

10.9.1. Типовые схемы включения

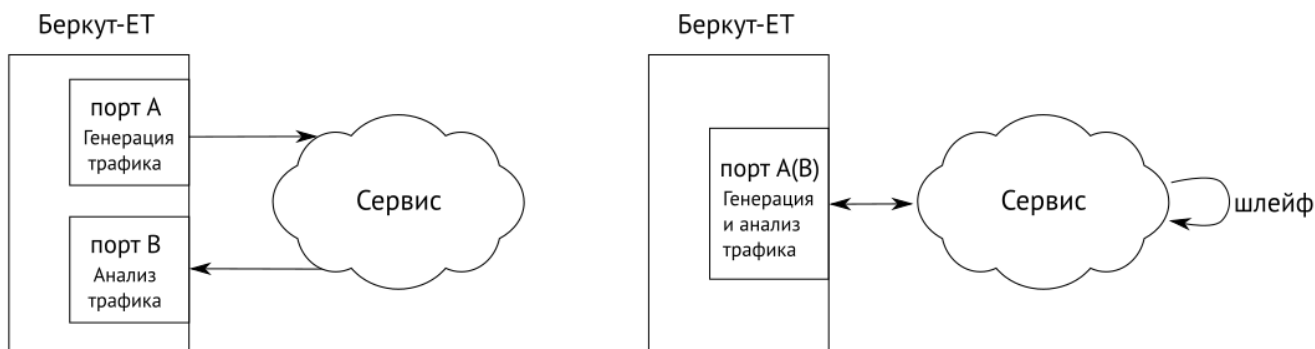


Рисунок 10.36. Схемы включения с использованием одного прибора



Рисунок 10.37. Схема включения с использованием двух приборов

10.9.2. Проведение теста

Для проведения теста по одной из схем, представленных на рис. 10.36, следует:

1. Перейти в меню «Нарушение обслуживания» ⇒ «Настройки». В пункте меню «Тестовый поток» выбрать «Вкл» и выполнить настройку тестового потока в меню «Настройки потока».

Примечание. В пункте меню «Отправка» необходимо выбрать «Выкл»: генерация тестового потока начнётся автоматически при запуске теста «Нарушение обслуживания». Длительность генерации не имеет значения – будет использовано значение, указанное в настройках теста «Нарушение обслуживания».

2. Перейти в меню «Нарушение обслуживания» ⇒ «Настройки» и выполнить настройку теста.
3. Перейти в меню «Нарушение обслуживания» и нажать на клавишу **F1** («Старт»).

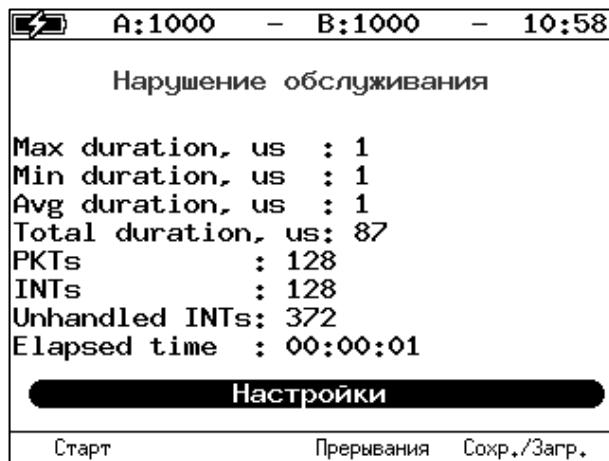


Рисунок 10.38. Пример результатов теста

При нажатии на клавишу **F3** («Прерывания») выполняется переход в меню, в котором доступны записи о первых 100 прерываниях: дата и время начала прерывания, длительность прерывания в мкс и пакетах.

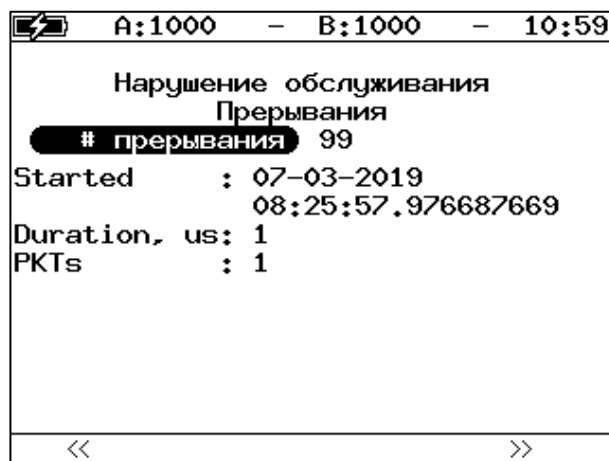



Рисунок 10.39. Меню «Прерывания»

Для проведения теста по схеме на рис. 10.37 следует:

4. Убедиться, что на обоих приборах Беркут-ЕТ установлены одинаковые версии программного обеспечения: меню «Беркут-ЕТ. Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Информация».
5. На приборе Беркут-ЕТ, который будет анализировать трафик, перейти в меню «Нарушение обслуживания» ⇒ «Настройки» и выполнить настройку теста. В пункте меню «Тестовый поток» выбрать «Выкл».
6. На приборе Беркут-ЕТ, который будет генерировать трафик, перейти в меню «Нарушение обслуживания» ⇒ «Настройки». В пункте меню «Тестовый поток» выбрать «Вкл» и выполнить настройку тестового потока в меню «Настройки потока». В пункте меню «Отправка» выбрать «Вкл».

Примечание. Длительность генерации тестового потока должна превышать длительность теста «Нарушение обслуживания».

7. На приборе Беркут-ЕТ, который будет анализировать трафик, перейти в меню «Нарушение обслуживания» и нажать на клавишу  («Старт»).

10.10. Приказ №870

Приказ №870 Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 19.12.2019 (далее – «Приказ») содержит перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и выполняемых при обеспечении целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений.

В Приказе содержатся метрологические требования к следующим параметрам сетей передачи данных:

- средняя задержка передачи пакетов данных (PD - Packet delay);
- вариация задержки передачи пакетов данных (PDV - Packet delay Variation);
- коэффициент потерь пакетов данных (PL - Packet Loss);
- пропускная способность канала передачи данных.

Тест «Приказ №870» является мультисервисным, он позволяет задать значения перечисленных параметров, соответствующие соглашению об уровне обслуживания (SLA), и измерить их реальную величину с точностью, удовлетворяющей требованиям Приказа. Измерения выполняются одновременно для всех сервисов.

Для проведения тестирования можно использовать типовые схемы подключения, представленные в разделе 9.4.5.

11. Структура главного меню

Главное меню прибора состоит из трёх подменю (далее — меню), переключение между которыми осуществляется при нажатии на клавиши **F1** (Настройки), **F2** (Инструменты), **F3** (Измерения).

1. Меню «Настройки».

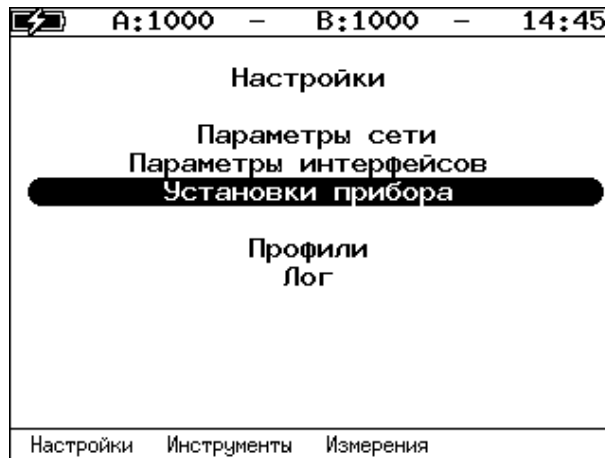


Рисунок 11.1. Меню «Настройки»

2. Меню «Инструменты».



Рисунок 11.2. Меню «Инструменты»

3. Меню «Измерения».



Рисунок 11.3. Меню «Измерения»

12. Строка статуса

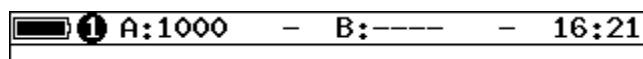


Рисунок 12.1. Строка статуса

Строка статуса расположена в верхней части экрана прибора и содержит данные о следующих параметрах (слева направо):

- заряд батареи;
- номер тестовой конфигурации (см. раздел 10.2.3);
- скорость соединения для порта А (например, «А:1000» означает, что скорость составляет 1000 Мбит/с);

Примечание. При подключении SFP-модуля цвет надписи изменится с белого на жёлтый.

- тест, запущенный с использованием порта А («–» означает, что тестирование в данный момент не осуществляется);
- скорость соединения для порта В;

Примечание. При подключении SFP-модуля цвет надписи изменится с белого на жёлтый.

- тест, запущенный с использованием порта В («–» означает, что тестирование в данный момент не осуществляется);
- текущее время суток.

13. Аббревиатуры тестов

Проводимые тесты обозначаются в строке статуса (см. раздел 12) аббревиатурами:

THR (throughput)	Анализ пропускной способности
LAT (latency)	Анализ задержки
BTB (back-to-back)	Анализ предельной нагрузки
FRL (frame loss)	Анализ уровня потерь кадров
LB1 (loopback layer 1)	Шлейф на физическом (первом) уровне
LB2 (loopback layer 2)	Шлейф на канальном (втором) уровне
LB3 (loopback layer 3)	Шлейф на сетевом (третьем) уровне
LB4 (loopback layer 4)	Шлейф на транспортном (четвёртом) уровне
BER (bit error rate test)	Определение коэффициента битовых ошибок
PJ (packet jitter)	Определение пакетного джиттера
GEN (generate)	Генерация тестового потока
J+G (jitter + generate)	Определение пакетного джиттера и генерация тестового трафика запущены на одном порту
PTH (pass through)	Режим «Транзит»
REM (remote)	Порт используется для удалённого тестирования
Y (Y.1564)	Тестирование по рекомендации Y.1564
LAC	LACP монитор
SDT	Нарушение обслуживания

14. Состояние тестирования

В таблице результатов большинства тестов есть столбец «Состояние» («Сост»), в котором выводится информация о состоянии тестирования. Описание возможных значений представлено в таблице ниже.

A:1000 - B:1000 - 20:34					
Тест конфигурации: сервис 1					
#	IR	FTD	FDV	FLR	Сост
	Мбит/с	мс	мс	%	
Тест CIR					
1	10.00	0.00	0.00	0.00	Ок
Тест CIR/EIR					
Gr	11.00	0.00	0.00	0.00	Ок
Traffic policing					
Gr	13.50	0.00	0.00	0.00	Сбой
Старт << >> Сохр./Загр.					

Рисунок 14.1. Результаты теста конфигурации

«Ок»	Тест успешно завершён.
«Сбой»	Во время теста произошла ошибка.
«Отм»	Тест был отменён пользователем (в процессе выполнения теста была нажата клавиша «Стоп»).
«Прер»	Тест был прерван (например, пропало соединение с тестируемым оборудованием).
«Н/Д»	Тестирование началось, однако данные на приём еще не поступили.
«Жду»	Тест в очереди на выполнение.
«Наст»	Выполняется настройка прибора (это состояние возникает перед состоянием «Тест»).
«Тест»	Тестирование проводится в данный момент.

15. Меню «Настройки»

15.1. Параметры сети

Настройка сетевых параметров для портов А, В и LAN выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Параметры сети».

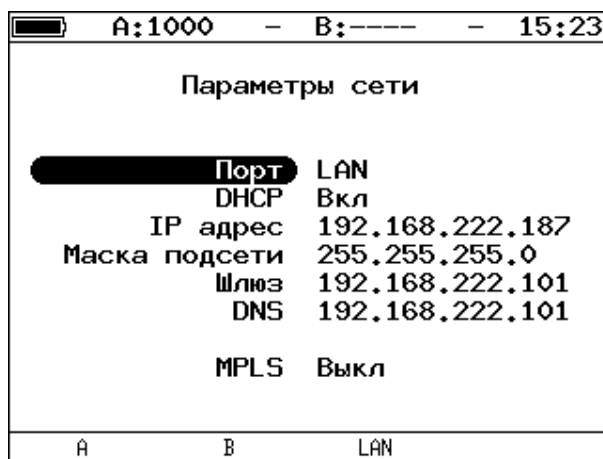


Рисунок 15.1. Меню «Параметры сети»

Примечание. Под заголовком меню «Параметры сети» расположена пустая строка, в которой выводятся сообщения о состоянии настройки порта LAN (см. раздел 15.1.1).

Порт	Выбор порта (А, В или LAN) для настройки.
DHCP	При включении этой функции IP-адрес порта, маска подсети, IP-адрес шлюза и IP-адрес узла, который содержит базу DNS, будут предоставлены тестеру сервером DHCP автоматически.
IP-адрес	IP-адрес порта.
Маска подсети	Определяет, какая часть IP-адреса, указанного в предыдущем пункте, относится к адресу сети, а какая — к адресу узла в сети.
Шлюз	IP-адрес шлюза.
DNS	IP-адрес узла сети, который содержит базу данных DNS.
MPLS	Включение/выключение возможности отправки пакетов с метками для портов А и В (для порта LAN MPLS не поддерживается). При выборе значения «Выкл» пункт меню «Параметры интерфейсов» ⇒ «MPLS» становится недоступным для редактирования.

Примечание. IP-адрес шлюза и IP-адрес узла сети, который содержит базу данных DNS, задаются независимо для каждого порта.

15.1.1. Настройка порта LAN

При настройке порта LAN в пустой строке под заголовком меню «Параметры сети» могут отображаться следующие сообщения:

1. «Идёт настройка» — означает, что выполняется попытка применить новые настройки порта.

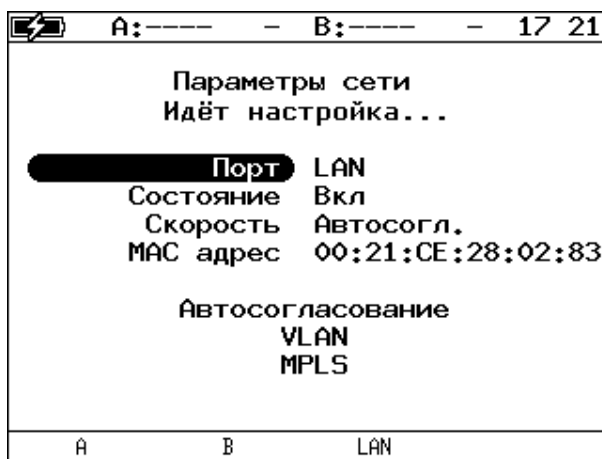


Рисунок 15.2. Сообщение «Идёт настройка...»

2. «Невалидные параметры» — отображается в случае ввода недействительных значений сетевых параметров.

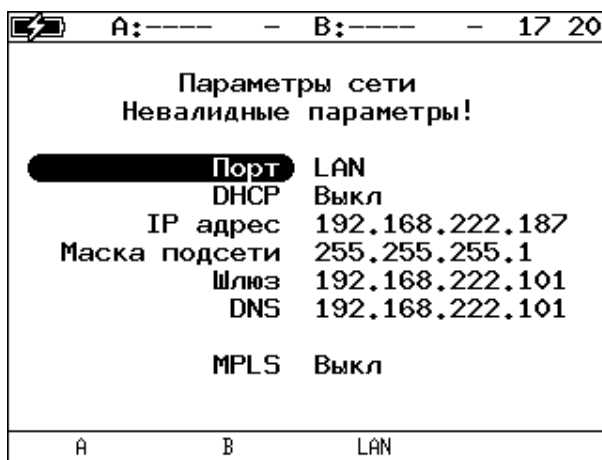


Рисунок 15.3. Сообщение «Невалидные параметры!»

3. «Нет ответа. Повтор...» — выводится, когда при включении функции DHCP время ожидания ответа на запрос значений сетевых параметров превысило допустимую величину.



Рисунок 15.4. Сообщение «Нет ответа. Повтор...»

В случае возникновения ошибок при настройке порта LAN на экран выводятся следующие сообщения:

1. «Ошибка настройки сети» — отображается при попытке применить недействительные значения сетевых параметров.

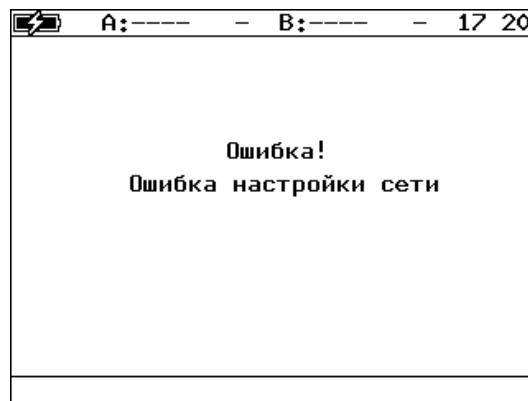


Рисунок 15.5. Сообщение об ошибке

2. «Отсутствует соединение» — выводится, когда значения сетевых параметров не удалось получить по DHCP за стандартное время из-за отсутствия на порту соединения.

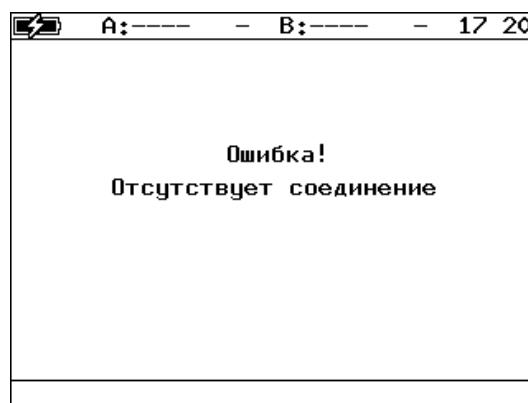


Рисунок 15.6. Сообщение об ошибке

15.2. Параметры интерфейсов

Настройка параметров соединения для портов А, В и LAN выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Параметры интерфейсов».

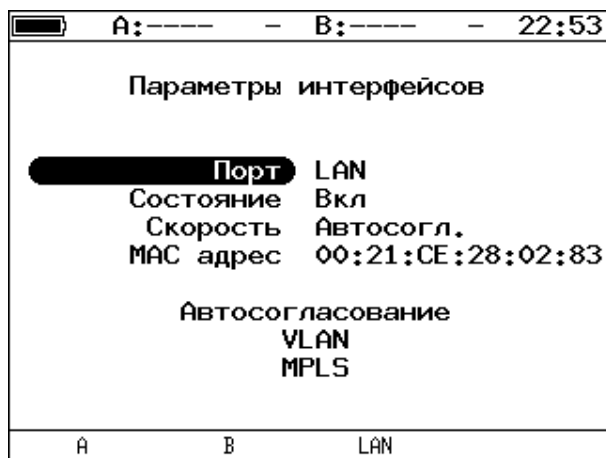


Рисунок 15.7. Меню «Параметры интерфейсов»

Примечание. Под заголовком меню расположена пустая строка, в которой во время применения настроек порта LAN выводится сообщение «Идёт настройка...».

Порт	Выбор порта (А, В или LAN) для настройки.
Состояние	Выключение/включение порта. Примечание. Выключение неиспользуемого порта позволяет экономить заряд батареи.
Скорость	Установка скорости передачи данных. При выборе «Автосогл.» становится доступным пункт меню «Автосогласование». Примечание. В случае использования SFP-модулей скорость передачи данных всегда устанавливается равной 1 Гб/с.
MAC адрес	MAC-адрес порта (А, В или LAN), параметры которого настраиваются. Примечание. При нажатии на клавишу F1 (Заводской) в качестве MAC-адреса подставляется заводской MAC-адрес прибора, указанный в меню «Информация» (см. раздел 15.3.5).
Автосогласование	Переход в меню «Автосогласование» (см. рис. 15.8).
VLAN	Переход в меню «VLAN» (см. рис. 17.5).
MPLS	Переход в меню «MPLS. Интерфейс А/В» (см. раздел 15.7).

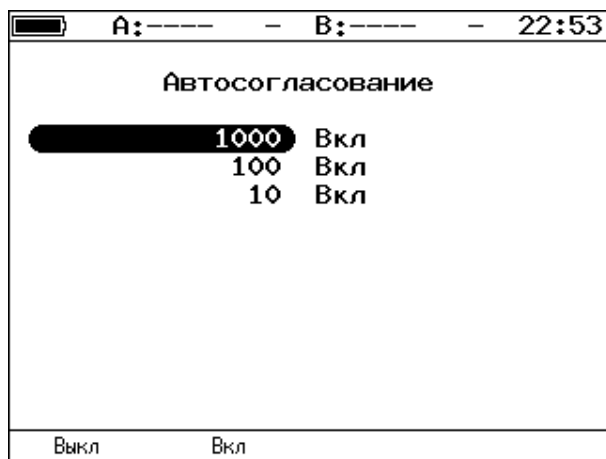


Рисунок 15.8. Меню «Автосогласование»

Для установки соединения с тестируемым оборудованием в режиме автосогласования необходимо выбрать предпочитаемые скорости соединения с помощью клавиш **F1** и **F2**.

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.

15.2.1. Настройка MPLS

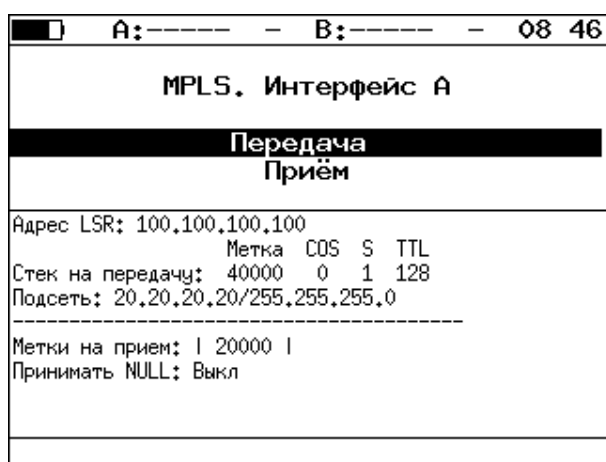


Рисунок 15.9. Меню «MPLS. Интерфейс А»

Передача	Переход в меню «Передача» (см. рис. 15.10).
Приём	Переход в меню «Правила приёма» (см. рис. 15.12).

Также на экране отображаются параметры MPLS, заданные в меню «Правила приёма» и «Передача».

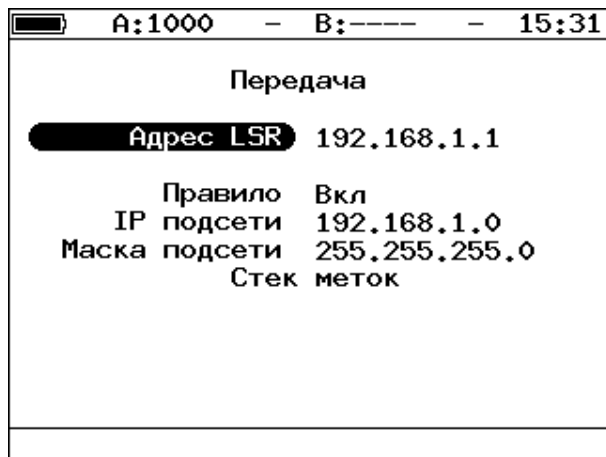


Рисунок 15.10. Меню «Передача»

Адрес LSR	IP-адрес интерфейса маршрутизатора, осуществляющего коммутацию по меткам, к которому подключен прибор.
Правило	Включение/выключение правила на отправку пакетов в подсеть, параметры которой задаются ниже.
IP подсети	IP-адрес подсети.
Маска подсети	Маска подсети.
Стек меток	Переход в меню «Стек меток» (см. рис. 15.11).

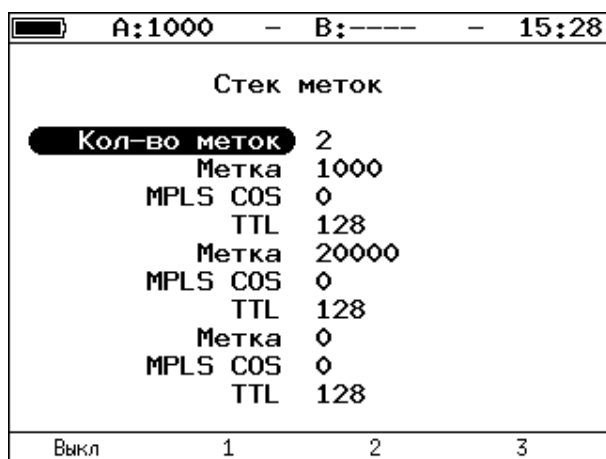


Рисунок 15.11. Меню «Стек меток»

Число меток	Выбор количества меток (от 1 до 3), которое будет добавлено в передаваемый пакет.
Метка	Значение метки.
MPLS COS	Класс обслуживания пакета.
TTL	Время жизни пакета с меткой.



Рисунок 15.12. Меню «Правила приёма»

Кол-во меток	Выбор количества меток в принимаемых пакетах.
Метка 1, Метка 2, Метка 3	Значение метки.

15.3. Установки прибора



Рисунок 15.13. Меню «Установки прибора»

15.3.1. Настройка дисплея

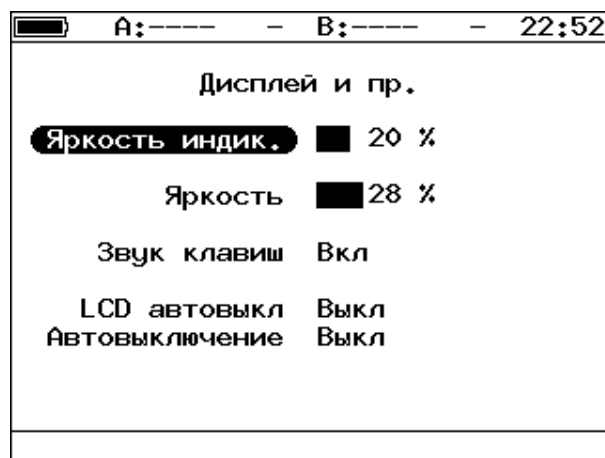


Рисунок 15.14. Меню «Дисплей и пр.»

Яркость индик.	Изменение яркости светодиодов.
Яркость	Изменение яркости подсветки экрана.
Звук клавиш	Включение/выключение звука нажатия клавиш.
LCD автовыкл.	В поле можно задавать следующие значения автоматического выключения подсветки: Выкл, 20 с, 40 с, 60 с; для увеличения времени автономной работы следует выбрать минимальное значение.
Автовыключение	В поле можно задавать следующие значения автоматического выключения прибора: Выкл, 1, 5, 10 минут.

15.3.2. Основные настройки

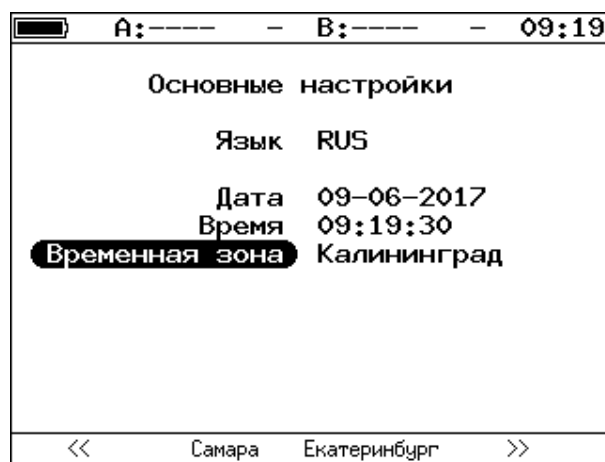


Рисунок 15.15. Меню «Основные настройки»

Язык	Выбор языка интерфейса.
Дата	Ввод или выбор текущей даты.
Время	Ввод или выбор текущего времени.
Временная зона	Выбор временной зоны.

15.3.3. Синхронизация времени

Для синхронизации времени¹⁴ в приборе используется протокол PTPv2 (IEEE 1588 [15]) и NTPv4 (RFC 5905[16]).

Стандарт IEEE 1588 предполагает, что протокол PTP предоставляет стандартный метод синхронизации устройств в сети с точностью выше 1 мкс (до 10 нс). Данный протокол обеспечивает синхронизацию ведомых устройств от ведущего, удостоверяясь, что события и временные метки на всех устройствах используют одну и ту же временную базу. В протоколе предусмотрены две ступени для синхронизации устройств: определение ведущего устройства и коррекция разбега во времени, вызванного смещением отсчета часов в каждом устройстве и задержками в передаче данных по сети.

Протокол NTP использует для своей работы протокол UDP и учитывает время передачи. Алгоритм коррекции временной шкалы включает внесение задержек, коррекцию частоты часов и ряд механизмов, позволяющих достичь точности порядка

¹⁴ Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опции «ETPTP».

нескольких миллисекунд, даже после длительных периодов, когда потеряна связь с синхронизирующими источниками. В 4-й версии протокола NTP точность синхронизации способна достигать 10 мс (1/100 с) при работе через Интернет, и до 0,2 мс (1/5000 с) внутри локальных сетей.

Разница во времени между ведущим и ведомым устройствами является комбинацией смещения отсчета часов и задержки передачи синхронизирующего сообщения.

Функция синхронизации времени позволяет получить более точные результаты однонаправленного теста при анализе задержки по методике RFC 2544, а также при тестировании в соответствии с рекомендацией Y.1564 и проведении теста «Приказ 870».

Для настройки параметров синхронизации следует перейти в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Синхронизация времени».



Рисунок 15.16. Меню «Синхронизация времени»

Автосинхр.	Выбор режима автосинхронизации: «РТР» (см. раздел 15.3.3.2) или «NTP» (см. раздел 15.3.3.3).
Включить	Включение/выключение выбранного режима автосинхронизации.
Настройки РТР	Переход в меню «РТР» (см. раздел 15.3.3.2).
Настройки NTP	Переход в меню «Настройки NTP» (см. раздел 15.3.3.3).
Информация	Переход в меню «Информация» (см. раздел 15.3.3.4).

15.3.3.1. Ручная настройка

Если ни один из режимов автосинхронизации не включен, пользователь может самостоятельно установить для прибора дату, время и временную зону в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Основные настройки» (см. раздел 15.3.2).

15.3.3.2. Настройки РТР

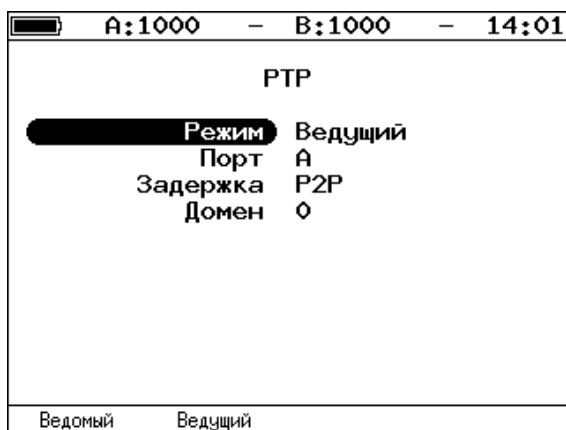


Рисунок 15.17. Настройка параметров синхронизации РТР

Режим	«Ведомый» — прибор синхронизирует свои часы от внешнего РТР-сервера, если такой сервер присутствует в сети. «Ведущий» — прибор является источником синхронизации, другие устройства синхронизируются от системных часов прибора.
Порт	Интерфейс для работы с РТР. Допускается использовать только один из тестовых портов – А или В.
Задержки	Механизм определения задержки: «E2E» или «P2P».
Домен	Номер РТР-домена в соответствии с IEEE 1588.

15.3.3.3. Настройки NTP

NTP-синхронизация выполняется через порт LAN. В меню «Настройки NTP» по умолчанию указаны адреса стандартных серверов NTP. Если не менять настройки, время на приборе будет выставляться с использованием этих серверов:

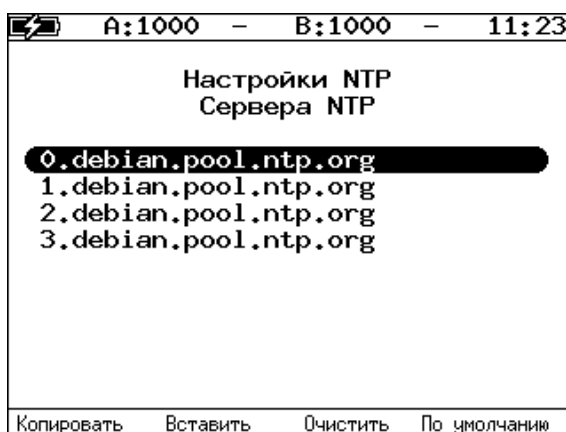


Рисунок 15.18. Настройка параметров синхронизации NTP. Список стандартных серверов

Для того, чтобы указать сторонний сервер, следует отредактировать любую строку:



Рисунок 15.19. Настройка параметров синхронизации NTP. Добавление стороннего сервера

15.3.3.4. Информация

После выполнения настроек и включения режима РТР-синхронизации, в меню «Информация» отобразится величина смещения и задержки:

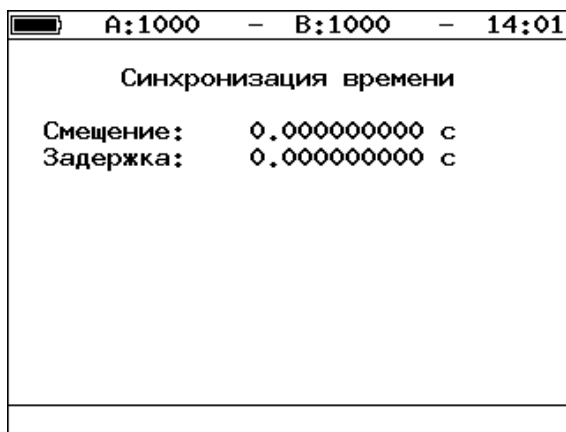


Рисунок 15.20. Информация о РТР-синхронизации

После выполнения настроек и включения режима NTP-синхронизации, в меню «Информация» отобразится статус синхронизации, IP-адрес сервера, а также величина задержки и смещения:

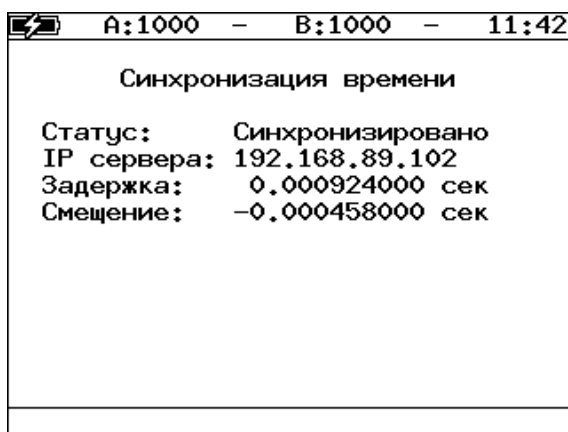


Рисунок 15.21. Информация о NTP-синхронизации

15.3.4. Температура

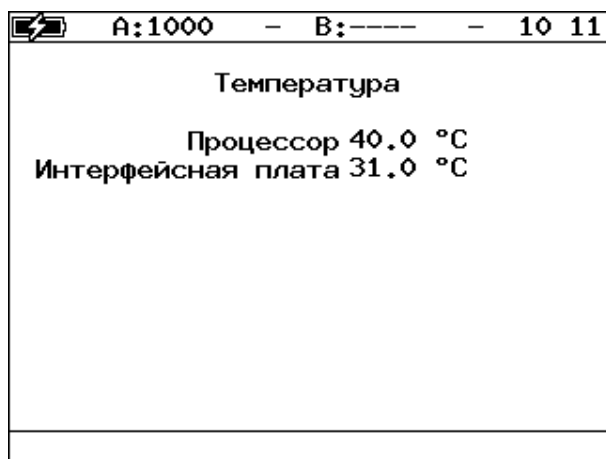


Рисунок 15.22. Экран «Температура»

Процессор	Температура процессора.
Интерфейсная плата	Температура интерфейсной платы.

15.3.5. Информация

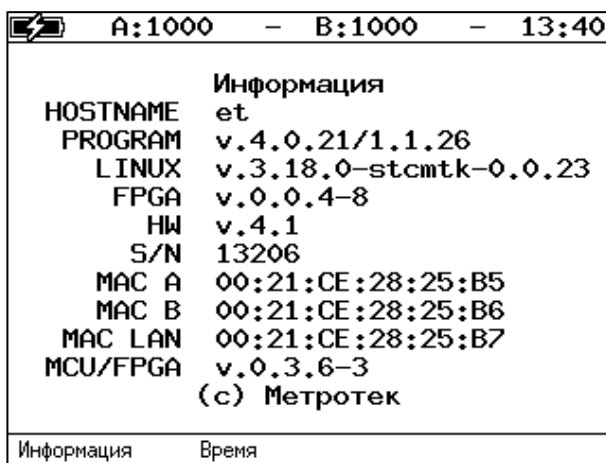


Рисунок 15.23. Экран «Информация»

HOSTNAME	Имя устройства.
PROGRAM	Версия ПО.
LINUX	Версия ядра Linux.
FPGA	Версия микрокода FPGA.
HW	Аппаратная версия.
S/N	Серийный номер.
MAC A	MAC адрес порта А.
MAC B	MAC адрес порта В.
MAC LAN	MAC адрес порта LAN.
MCU/FPGA	Версия MCU/FPGA ПО прибора.
Время (F2)	Переход к экрану «Время работы» (см. раздел 15.3.5.1).

15.3.5.1. Время работы

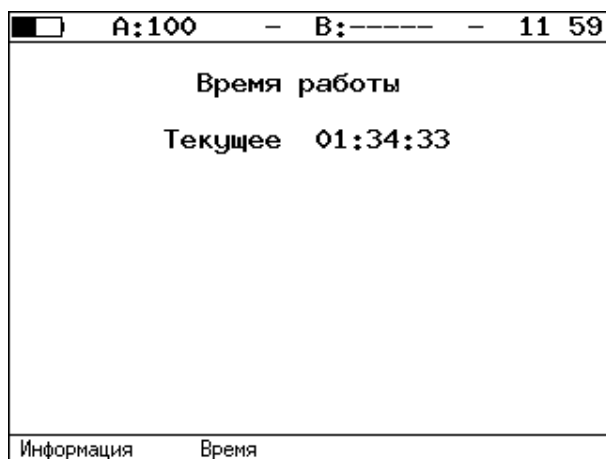


Рисунок 15.24. Экран «Время работы»

Текущее	Время работы прибора от последнего включения до настоящего момента.
Информация (F1)	Переход к экрану «Информация» (см. раздел 15.3.5).

15.3.6. Информация об SFP

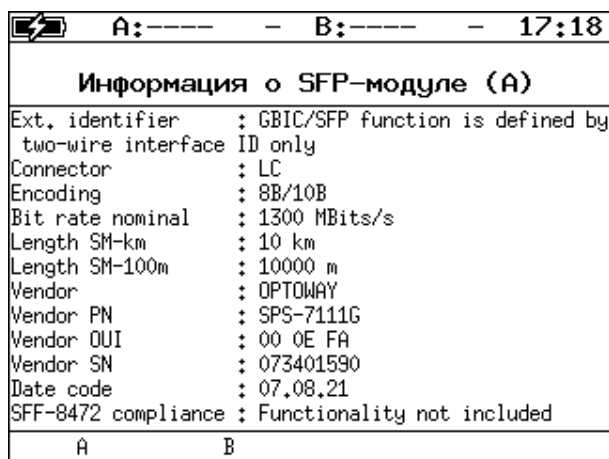






Рисунок 15.25. Экран «Информация о SFP-модуле»

На экране отображаются подробные сведения об SFP-модуле: производитель, модель, поддерживаемый режим передачи данных и т.д. Для прокрутки информации в окне используются клавиши  и .

После подключения модуля информацию на экране следует обновить, выбрав порт, к которому он подсоединён —  (порт A) или  (порт B).

15.3.7. Аккумулятор

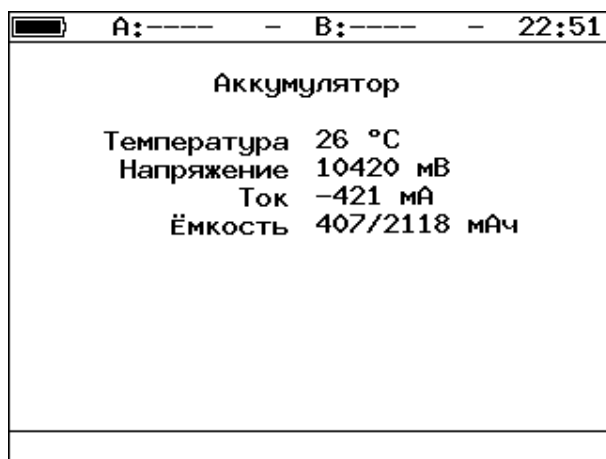


Рисунок 15.26. Экран «Аккумулятор»

На экране отображается информация о состоянии аккумулятора: температура (°C), напряжение (мВ), ток (мА), текущая/максимальная ёмкость (мАч).

15.3.8. Опции

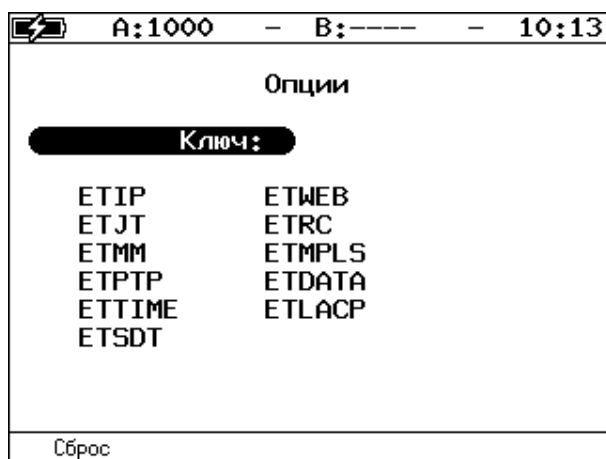


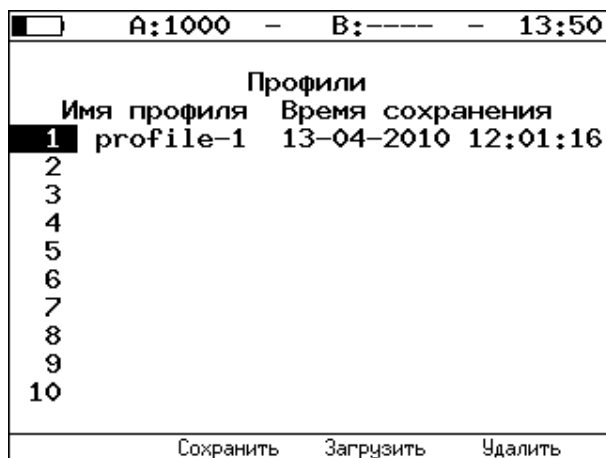
Рисунок 15.27. Меню «Опции»

В меню отображается список открытых опций. Для открытия опций следует ввести специальный ключ в поле «Ключ».

Полный список опций приведён в разделе 25.4.

15.4. Профили

В приборе можно создавать профили настроек, что позволяет быстро выполнять настройку основных тестов и сетевых интерфейсов при проведении тестирования.



Профили	
Имя профиля	Время сохранения
1 profile-1	13-04-2010 12:01:16
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Сохранить Загрузить Удалить

Рисунок 15.28. Меню «Профили»

Профиль настроек включает в себя:

- настройки топологий, заголовков и размеров кадров для тестов RFC 2544, Y.1564, BERT, пакетный джиттер, тестовый поток, а также индивидуальные настройки для каждого из этих тестов.
- настройки сетевых интерфейсов.
- настройки IP-утилит: эхо-запрос, маршрут, ТСР-клиент.

Для создания профиля настроек необходимо выполнить желаемые настройки, перейти в меню «Профили» и нажать на клавишу **F2** («Сохранить»). Для загрузки сохранённого профиля используется клавиша **F3** («Загрузить»).

15.5. Протоколирование событий (Лог)

Система протоколирования событий обеспечивает вывод сообщений о произошедших событиях в меню «Настройки» ⇒ «Лог», а также в консольный терминал при подключении к прибору через USB-интерфейс.

К протоколируемым событиям относятся:

- запуск/прерывание теста;
- включение/выключение режима «Шлейф»;
- изменение состояния соединения;
- использование прибора для удалённого тестирования;
- включение/выключение прибора;
- низкий заряд батареи.

В случае возникновения одного из перечисленных выше событий в консольный терминал/меню «Лог» будет выведено сообщение вида:

<дата> <время> <отправитель> <сообщение>

Например, при включении режима «Шлейф» 2-го уровня на порту В в консольный терминал будет выведено сообщение:

2009-10-05	06:33:31	Port B:	loopback layer 2 on
дата	время	отправитель	сообщение

Рисунок 15.29. Сообщение о включении режима «Шлейф»

По умолчанию вывод сообщений через USB-интерфейс отключён. Вывод сообщений можно включить/отключить с помощью команды удалённого управления «log on/off».

■	A:100	-	B:----	-	11:24
Лог					
2009-11-29 11:02:12 BERcut-ET: power on					
2009-11-29 11:02:33 Port A: link up					
2009-11-29 11:11:38 Port A: link down					
2009-11-29 11:23:47 Port A: link up					
Очистить			Результаты		

Рисунок 15.30. Меню «Лог»

Клавиша **F1** («Очистить») служит для очистки содержимого буфера. При нажатии на клавишу **F4** («Результаты») осуществляется переход в меню «Результаты» для сохранения сообщений о произошедших событиях. Сообщения также сохраняются при сохранении результатов и настроек любого теста.

16. Меню «Инструменты»

16.1. IP инструменты

Настройка параметров, просмотр результатов и запуск тестов TCP/IP выполняется в меню «Инструменты» ⇒ «IP Инструменты».

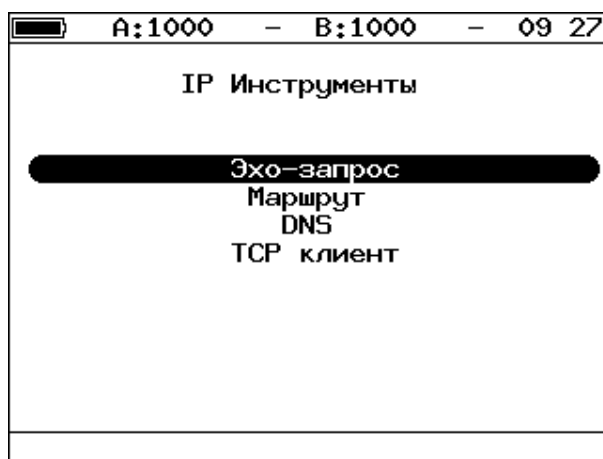


Рисунок 16.1. Меню «IP-инструменты»

16.1.1. Эхо-запрос (Ping)

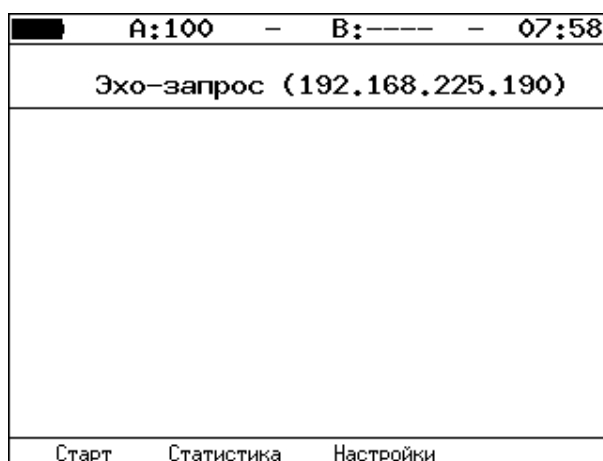


Рисунок 16.2. Меню «Эхо-запрос»

Старт (F1)	Запуск теста
Статистика (F2)	Переход к экрану «Статистика» (см. раздел 16.1.1.2)
Настройки (F3)	Переход в меню «Настройки» (см. раздел 16.1.1.1).

16.1.1.1. Настройки эхо-запроса

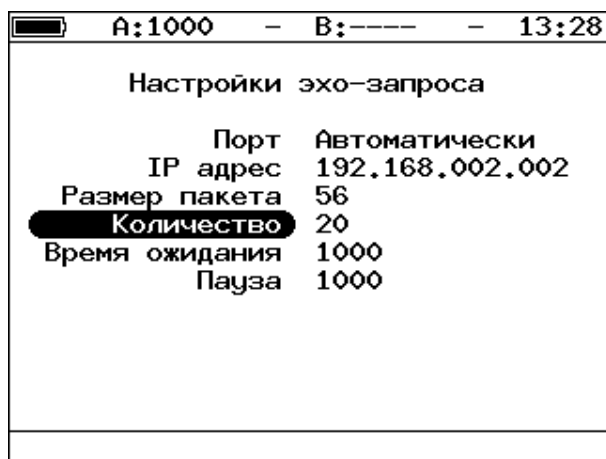


Рисунок 16.3. Меню «Настройки эхо-запроса»

Порт	<p>Выбор порта (А/В/Автоматически), с которого будет осуществляться передача данных. Если прибор подключён к сети и установлено значение «Автоматически», выбор порта производится следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> – если порт А и порт В находятся в одной сети (т.е. сетевые части IP-адресов, заданных в меню «Параметры интерфейсов», совпадают), то эхо-запрос будет отправлен с порта А; – если порт А и порт В находятся в разных сетях, то эхо-запрос будет отправлен с порта, который находится в той же сети, что и тестируемое устройство; – если порт А, порт В и тестируемое устройство находятся в разных сетях, эхо-запрос будет отправлен с порта А.
IP адрес	IP-адрес узла, достижимость которого необходимо проверить.
Размер пакета	Размер ICMP-пакета в байтах.
Количество	Количество отправляемых пакетов (от 0 до 9999). Если выбрано нулевое значение, пакеты будут отправляться до тех пор, пока не будет нажата клавиша F1 («Стоп»).
Время ожидания	Время ожидания ответа на эхо-запрос (в мс).
Пауза	Время между отправкой двух последовательных запросов (в мс).

16.1.1.2. Статистика эхо-запроса

A:100 - B:----- - 10:10	
Статистика эхо-запросов	
Время ответа	
минимум	9 мс
максимум	19 мс
среднее	10 мс
отправлено	8
получено	8
потеряно	0 (0%)
повторные	0
таймаут	4
Старт	Статистика
	Настройки

Рисунок 16.4. Статистика теста «Эхо-запрос»

В статистике отображается информация о минимальном, среднем, максимальном времени между отправкой запроса и получением ответа, а также о количестве переданных, принятых, потерянных и повторных (с одинаковым порядковым номером) пакетов. Значение в строке таймаут соответствует количеству пакетов, для которых время ответа на эхо-запрос было превышено.

16.1.2. Маршрут (Traceroute)

A:100 - B:----- - 07 59	
Маршрут (192.168.225.190)	
Старт	Настройки

Рисунок 16.5. Меню «Маршрут»

Старт (F1)	Запуск теста.
Настройки (F3)	Переход в меню «Настройки» (см. раздел 7.1)

1. Настройки маршрута

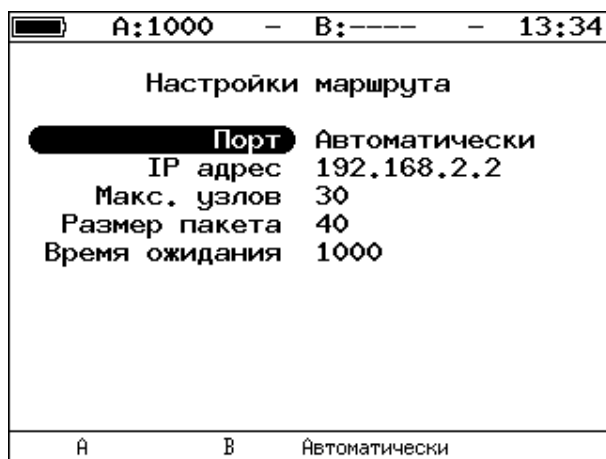


Рисунок 16.6. Меню «Настройки маршрута»

Порт	<p>Выбор порта (А/В/Автоматически), с которого будет осуществляться передача данных. Если прибор подключён к сети и установлено значение «Автоматически», выбор порта производится автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> – если порт А и порт В находятся в одной сети (т.е. сетевые части IP-адресов, заданных в меню «Параметры интерфейсов», совпадают), то данные будут отправляться с порта А; – если порт А и порт В находятся в разных сетях, то данные будут отправляться с порта, который находится в той же сети, что и тестируемое устройство; – если порт А, порт В и тестируемое устройство находятся в разных сетях, данные будут отправляться с порта А.
IP адрес	IP-адрес узла.
Макс. узлов	Максимальное количество маршрутизаторов, которое может быть пройдено пакетами.
Размер пакета	Размер кадра в байтах.
Время ожидания	Время, по истечении которого будет отправлен следующий запрос (в случае, если не пришёл ответ на предыдущий).

16.1.3. DNS (DNS lookup)

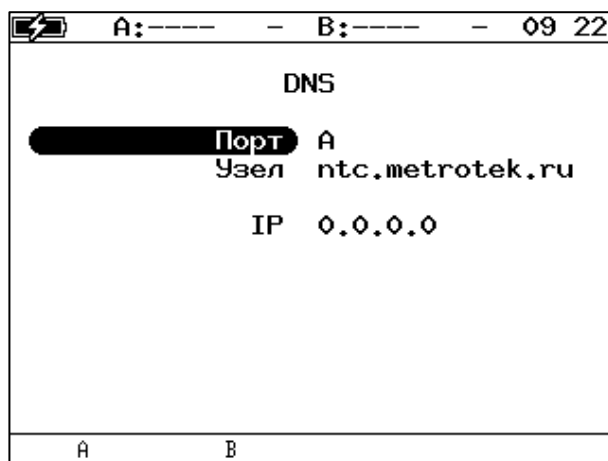


Рисунок 16.7. Меню «DNS»

Порт	Выбор порта для приёма и передачи данных.
Узел	Имя узла, IP-адрес которого необходимо определить.
IP	Полученный в результате проведения теста IP-адрес узла, имя которого задано выше.

16.1.4. TCP-клиент

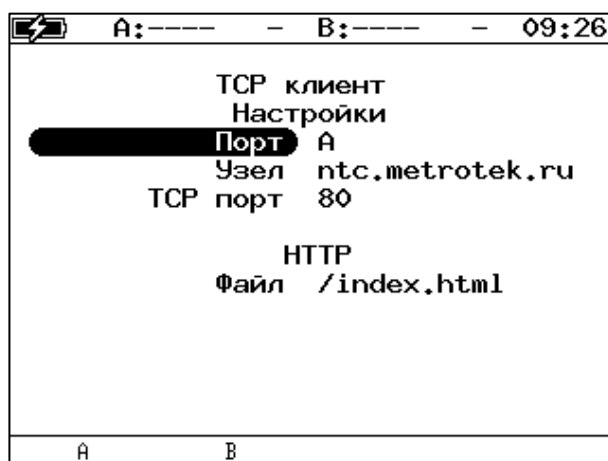


Рисунок 16.8. Настройки теста «TCP-клиент»

Порт	Выбор порта для приёма и передачи данных.
Узел	Доменное имя или IP-адрес узла.
TCP-порт	Номер порта назначения (наиболее часто используемые номера портов приведены в таблице 27.6).
Файл	Путь к файлу, содержимое которого будет показано в окне результатов в случае успешного HTTP GET-запроса.

16.2. Перехват ARP

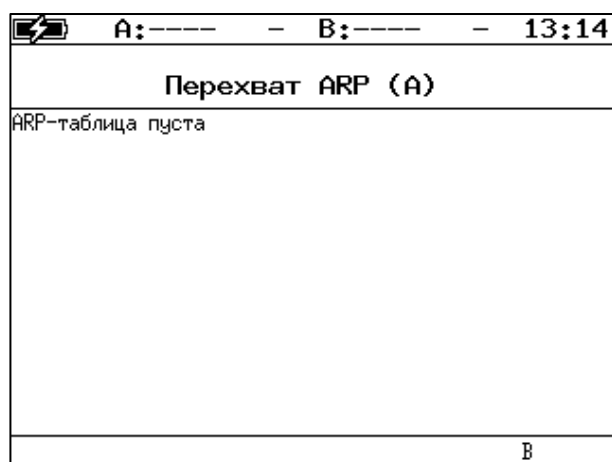


Рисунок 16.9. Меню «ARP монитор»

A/B (F4)	Переход к таблице IP- и MAC-адресов для порта A (B).
------------	--

16.3. Тест кабеля

Диагностика неисправностей кабеля выполняется в меню «Инструменты» ⇒ «Тест кабеля».



Рисунок 16.10. Меню «Тест кабеля»

Состояние	Состояние кабеля: <ul style="list-style-type: none"> – тест — идёт тестирование кабеля на наличие неисправностей; – норм. — нормальное состояние кабеля; – обрыв — отсутствие соединения контактов витой пары; – к.з. — два или более проводников витой пары короткозамкнуты; – сбой — невозможно провести тестирование.
Затух. дБ	Значение затухания сигнала.
Дист. м	Расстояние до обнаруженного дефекта.
Полярн.	Полярность витых пар: <ul style="list-style-type: none"> – «+»: положительная полярность (нормальное состояние);

	– «—»: отрицательная полярность (соединение двух проводников витой пары на одном конце обратно их соединению на другом).
Перекр.	Режим включения витых пар (MDI/MDI-X); значения, выводимые в строке «Перекр.» позволяют определить тип кабеля.

16.4. Шлейф

Настройка параметров перенаправления трафика, проходящего на прибор, выполняется в меню «Инструменты» ⇒ «Шлейф».

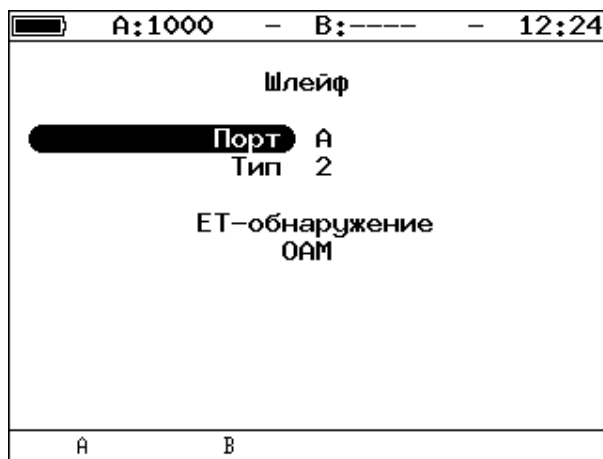


Рисунок 16.11. Меню «Шлейф»

Порт	Выбор порта (А или В), на котором будет организован шлейф.
Тип	Выбор уровня модели OSI, на котором будет происходить перенаправление тестового трафика: <ul style="list-style-type: none"> – Выкл — отключение возможности организации шлейфа на выбранном порту; – 1 — физический уровень; – 2 — канальный уровень (MAC); – 3 — сетевой уровень (IP); – 4 — транспортный уровень (TCP/UDP).
ЕТ-обнаружение	Переход в меню «ЕТ-обнаружение» (см. раздел 16.4.2).
ОАМ	Переход в меню «ОАМ» (см. раздел 16.4.1).

16.4.1. OAM

Настройка параметров соединения по протоколу OAM выполняется в меню «Инструменты» ⇒ «Шлейф» ⇒ «OAM».

2. Основное меню

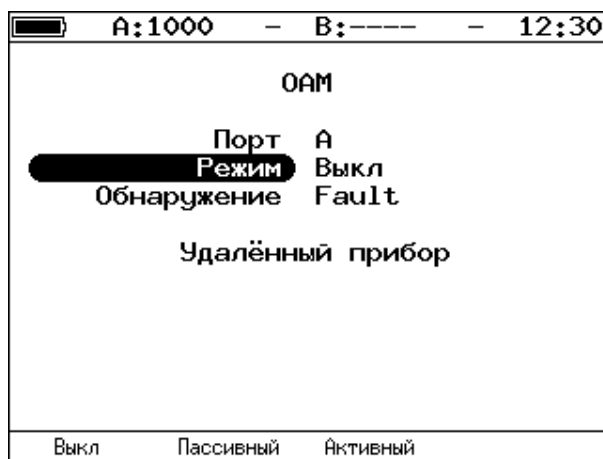


Рисунок 16.12. Меню «OAM»

Порт	Выбор порта для настройки OAM.
Режим	<p>Возможные состояния OAM:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Активный — активный режим; в активном режиме порт может посылать команды на обнаружение устройств и включение функции «Шлейф» на удалённом приборе, а также реагировать на команды Ethernet OAM от удалённого устройства; – Пассивный — пассивный режим; в пассивном режиме порт не может инициировать включение функции «Шлейф», а может только реагировать на команды Ethernet OAM от удалённого устройства; – Выкл — OAM отключён.
Обнаружение	<p>Состояние обнаружения удалённого сетевого устройства. Возможные состояния:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Fault</i> — начальное состояние, соединение с удалённым устройством не установлено; – <i>Sendlocal</i> — отправка OAMPDU с информацией о поддерживаемых режимах работы; – <i>Passive wait</i> — ожидание OAMPDU с информацией о поддерживаемых режимах работы от удалённого устройства, сконфигурированного в активном режиме; – <i>Send loc/rem</i> — отправка OAMPDU с информацией о поддерживаемых режимах работы локального и удалённого прибора и с меткой, означающей возможность установления соединения; – <i>Send loc/rem ok</i> — получение OAMPDU с информацией о том, что режимы работы локального и удалённого устройства являются совместимыми;

	<p>– <i>Send any</i> — соединение установлено.</p> <p>Примечание. Успешное соединение возможно только в том случае, если удалённый прибор поддерживает функцию «Remote loopback» (режим удалённого шлейфа). В случае отсутствия данной функции состояние обнаружения удалённого устройства примет значение «Send loc/rem ok».</p>
Удалённый прибор	Переход в меню, содержащее информацию об удалённом устройстве (см. раздел 3).

3. Удалённый прибор

```

A:1000 - B:1000 - 09:03

Удалённый прибор

MAC адрес 00:21:CE:08:06:21
Vendor OUI 0x00 0x21 0xCE
Режим Акт.
Unidirectional Not supported
Rem. loopback Supported
Link events Not supported
Var. retrieval Not supported
LB status Down

LB up

```

Рисунок 16.13. Меню «Удалённый прибор»

MAC адрес	MAC-адрес удалённого устройства.
Vendor OUI	Уникальный идентификатор организации, используемый для генерации MAC-адреса.
Режим	Состояние ОАМ удалённого клиента.
Unidirectional	Поддержка однонаправленного соединения.
Rem. loopback	Поддержка режима удалённого шлейфа.
Link events	Поддержка уведомления об ошибках соединения.
Var. retrieval	Поддержка считывания переменных, используемых для оценки качества канала связи.
LB status	Состояние режима «Шлейф» на удалённом приборе.

16.4.2. ET-обнаружение

Параметры ET-обнаружения задаются в меню «Инструменты» ⇒ «Шлейф» ⇒ «ET-обнаружение».



Рисунок 16.14. Меню «ET-обнаружение»

Порт	<p>Выбор порта (А/В/Автоматически), с которого будет осуществляться передача данных. Если прибор подключён к сети и установлено значение «Автоматически», выбор порта производится следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> – если порт А и порт В находятся в одной сети (т.е. сетевые части IP-адресов, заданных в меню «Параметры интерфейсов», совпадают), то данные будут отправляться с порта А; – если порт А и порт В находятся в разных сетях, то данные будут отправляться с порта, который находится в той же сети, что и удалённый прибор; – если порт А, порт В и удалённый прибор находятся в разных сетях, данные будут отправляться с порта А.
IP	IP-адрес удалённого устройства.
Шлейф	<p>Выбор уровня шлейфа:</p> <ul style="list-style-type: none"> – F1 – выключение режима «Шлейф»; – F2 – включение шлейфа канального уровня; – F3 – включение шлейфа сетевого уровня; – F4 – включение шлейфа транспортного уровня.

16.5. Транзит

А:1000 - В:----- - 18:42	А:1000 RFC В:1000 - 17:12
Транзит	Транзит
<div style="background-color: black; color: white; padding: 2px; display: inline-block;">Тип</div> Выкл	<div style="background-color: black; color: white; padding: 2px; display: inline-block;">Тип</div> транзит+тест
	Порт А Порт В Rx кадры 128115035 150 Tx кадры 128115229 14494471 Rx байты 1065222260 20019 Tx байты 1065245095 927646152 Ошибки 0 0
Выкл транзит транзит+тест	Выкл транзит транзит+тест

Рисунок 16.15. Меню «Транзит»

Выкл (F1)	Отключить передачу транзитного трафика.
транзит (F2)	Включить транзит без добавления тестового трафика.
транзит+тест (F3)	Включить транзит с добавлением тестового трафика.
Rx кадры	Количество кадров, принятых портом А(В).
Tx кадры	Количество кадров, переданных портом А(В).
Rx байты	Количество байтов, принятых портом А(В).
Tx байты	Количество байтов, переданных портом А(В).
Ошибки	Количество пакетов, принятых портом А(В) и имеющих неправильную контрольную сумму.

16.6. LACP монитор

А:1000 LAC В:1000 LAC 09:50
LACP монитор
MII status : up Channel count : 2 Host MAC : 00:21:ce:28:25:b2 Partner MAC : 00:21:ce:28:19:aa Current state : ok Elapsed time : 00:01:47
<div style="background-color: black; color: white; padding: 2px; display: inline-block;">Общая статистика</div> LACPDU статистика Настройки
Стоп

Рисунок 16.16. Меню «LACP монитор»

MII status	Состояние агрегированного канала.
Channel count	Количество каналов в группе.
Host MAC	MAC-адрес локального прибора.
Partner MAC	MAC-адрес удалённого прибора.
Current state	Состояние тестирования. Возможные варианты: <ul style="list-style-type: none"> • «wait for connection» – состояние ожидания соединения с удаленным прибором Беркут-ЕТ, возникает сразу после

	<p>нажатия на клавишу F1 («Старт») и сохраняется, пока не выполнятся все нижеперечисленные условия:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ в группе два канала; ○ есть соединение между приборами; ○ MAC-адрес удалённого прибора совпадает с MAC-адресом, указанным в поле «Partner MAC» меню «LACP монитор» ⇒ «Настройки». <ul style="list-style-type: none"> • «wrong partner MAC» – соединение установлено, но MAC-адрес удалённого прибора не совпадает с MAC-адресом, указанным в поле «Partner MAC» меню «LACP монитор» ⇒ «Настройки». • «ok» – соединение успешно установлено и нет сбоев в течении всего времени мониторинга («Elapsed time»). • «fail» – не выполняется хотя бы одно из условий, перечисленных в пункте «wait for connection». • «ok, fail occurred» – соединение успешно установлено, но за время мониторинга наблюдались ошибки.
Elapsed time	Время, прошедшее от начала мониторинга.
Общая статистика	Переход в меню «Общая статистика» (см. рис. 16.17).
LACPDU статистика	Переход в меню «LACPDU статистика» (см. рис. 16.19).
Настройки	Переход в меню «Настройки» (см. рис. 16.20).
Старт/Стоп (F1)	Запуск/завершение теста.

A:1000 LAC B:1000 LAC 10 43			
Общая статистика			
Порт А			
RX bytes	:	8184	
RX packets	:	66	
RX errors	:	0	
TX bytes	:	9204	
TX packets	:	77	
TX errors	:	0	
Link failure count: 0			
Стоп	A	B	Bond

Рисунок 16.17. Меню «Общая статистика. Порт А»

RX bytes	Количество принятых байтов для порта А (В).
RX packets	Количество принятых кадров для порта А (В).
RX errors	Количество принятых кадров с неправильной контрольной суммой для порта А (В).
TX bytes	Количество переданных байтов для порта А (В).
TX packets	Количество переданных кадров для порта А (В).
TX errors	Количество переданных кадров с неправильной контрольной суммой для порта А (В).
Link failure count	Количество потерь соединения между приборами.

A (F2), B (F3), Bond (F4)

Переключение между статистикой для порта A, B и объединённого интерфейса («Bond»).

A:1000 LAC B:1000 LAC 13 04			
Общая статистика Bond			
RX bytes	:	330256	
RX packets	:	2667	
RX errors	:	0	
TX bytes	:	340160	
TX packets	:	2746	
TX errors	:	0	
Wrong partner MAC error: 657			
Channel cnt error: 379			
Стоп	A	B	Bond

Рисунок 16.18. Меню «Общая статистика. Bond»

RX bytes	Количество принятых байтов для интерфейса Bond.
RX packets	Количество принятых кадров для интерфейса Bond.
RX errors	Количество принятых кадров с неправильной контрольной суммой для интерфейса Bond.
TX bytes	Количество переданных байтов для интерфейса Bond.
TX packets	Количество переданных кадров для интерфейса Bond.
TX errors	Количество переданных кадров с неправильной контрольной суммой для интерфейса Bond.
Wrong partner MAC error	Количество интервалов времени длительностью 1 с, в течение которых состояние теста было «wrong partner MAC».
Channel cnt error	Количество интервалов времени длительностью 1 с, в течение которых количество каналов было меньше двух.

A:1000 LAC B:1000 LAC 10 43			
LACPDU статистика Порт A			
RX LACPDU frames	:	113	
TX LACPDU frames	:	116	
Illegal frames	:	0	
Unknown frames	:	0	
RX markers frames	:	0	
RX markers resp frames	:	0	
TX markers frames	:	0	
TX markers resp frames	:	0	
Стоп	A	B	

Рисунок 16.19. Меню «LACPDU статистика»

RX LACPDU frames	Количество принятых LACPDU-пакетов для порта A (B).
TX LACPDU frames	Количество переданных LACPDU-пакетов для порта A (B).

Illegal frames	Количество пакетов, в поле подтипа которых указан не «LACPDU» или «MARKER», для порта А (В).
Unknown frames	Кадры, размер которых меньше размера, допустимого для LACPDU, для порта А (В).
RX markers frames	Количество принятых (RX) и переданных (TX) служебных кадров, использующихся при выводе из обслуживания одного из каналов, для порта А (В).
RX markers resp frames	
TX markers frames	
TX markers resp frames	
A (F2), B (F3)	Переключение между статистикой для порта А и В.

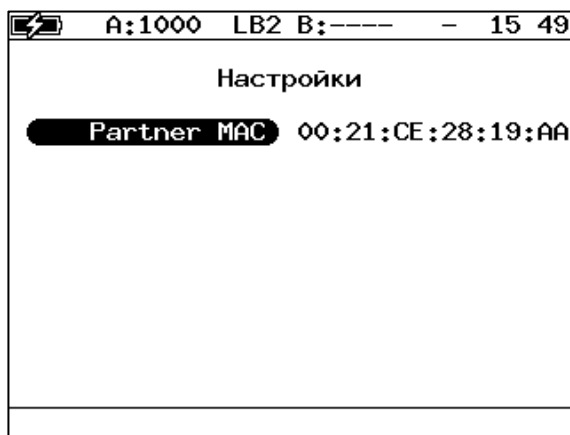


Рисунок 16.20. Настройки теста «LACP монитор»

Partner MAC	MAC-адрес удалённого прибора Беркут-ЕТ.
-------------	---

16.7. Конфигурирование M720 (Smart SFP)

Для удалённого управления M720 (Smart SFP) следует перейти в меню «Инструменты» ⇒ «Конфиг. Smart SFP». Удалённое управление выполняется посредством REST API поверх протокола HTTP (порт TCP 80). Для запроса данных используется протокол JSON-RPC 2.0. Формат обмена данными – JSON.

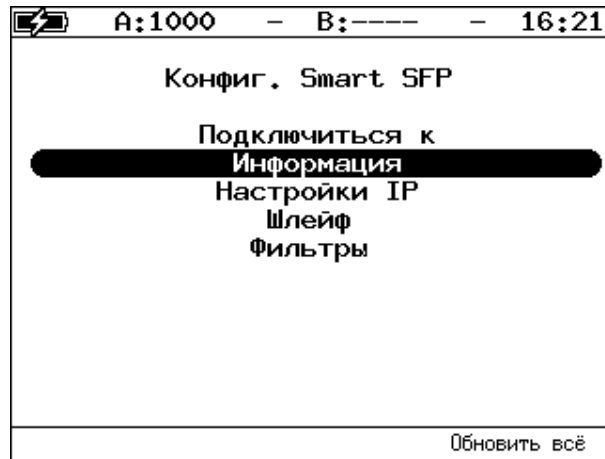


Рисунок 16.21. Меню «Конфиг. Smart SFP»

Подключиться к	Переход в меню для установки параметров подключения к M720 (Smart SFP), см. раздел 16.7.1.
Информация	Переход в меню «Информация», см. раздел 16.7.2. В этом меню представлена информация об M720 (Smart SFP), к которому выполнено подключение.
Настройки IP	Переход в меню «Настройки IP», см. раздел 16.7.3. В этом меню выполняется настройка параметров интерфейсов и маршрутизации (только шлюза по умолчанию) на M720 (Smart SFP), к которому выполнено подключение.
Шлейф	Переход в меню «Шлейф», см. раздел 16.7.4. В этом меню выполняется настройка шлейфа на M720 (Smart SFP).
Фильтры	Переход в меню «Фильтры», см. раздел 16.7.5. В этом меню выполняется настройка шлейфа на основе фильтров.

Примечание. Меню «Информация», «Настройки IP», «Шлейф», «Фильтры» доступны только при наличии подключения к M720 (Smart SFP).

При нажатии на клавишу **F4** («Обновить всё») прибор запросит все настройки с M720 (Smart SFP) и обновит текущие значения.

16.7.1. Подключение к M720 (Smart SFP)

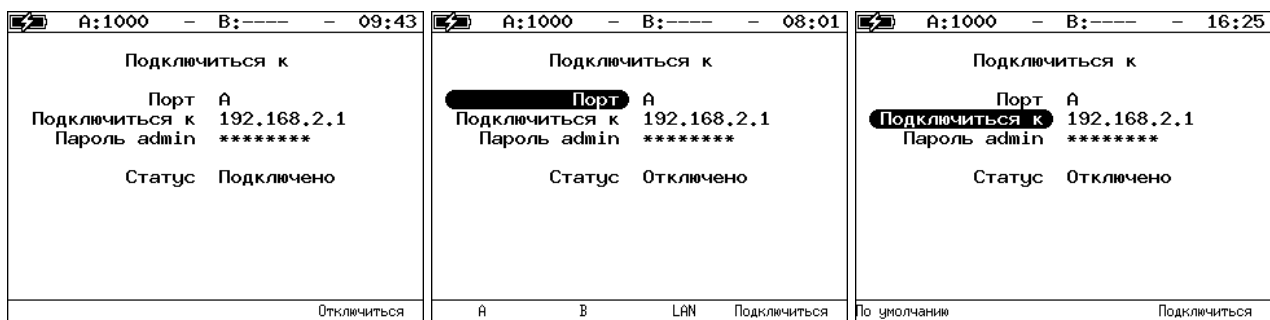


Рисунок 16.22. Меню «Подключиться к»

Порт	Выбор порта прибора, через который будет выполнено подключение к M720 (Smart SFP): A (F1), B (F2), LAN (F3).
Подключиться к	IP-адрес M720 (Smart SFP). При нажатии на клавишу F1 («По умолчанию») происходит сброс заданного IP-адреса к заводским значениям (192.168.1.1).
Пароль admin	Пароль для учётной записи «admin». При нажатии на клавишу F1 («По умолчанию») происходит сброс заданного пароля к заводским значениям.
Статус	Состояние подключения к M720 (Smart SFP): «Подключено» или «Отключено».

После установки параметров подключения следует нажать на клавишу F4 («Подключиться»). Если подключение невозможно, будет выведено сообщение об ошибке:

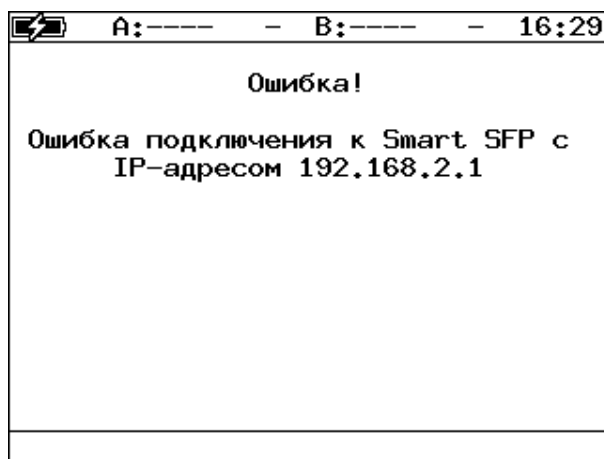


Рисунок 16.23. Ошибка подключения

16.7.2. Информация

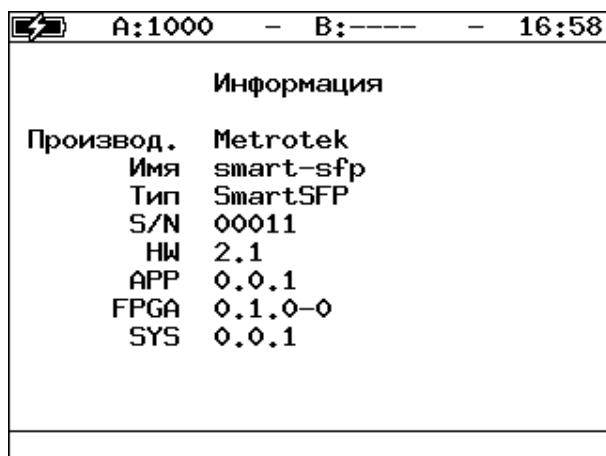


Рисунок 16.24. Меню «Информация»

Производ.	Производитель M720 (Smart SFP).
Имя	Имя устройства.
Тип	Тип M720 (Smart SFP).
S/N	Серийный номер M720 (Smart SFP).
HW	Аппаратная версия.
APP	Версия прикладного ПО.
FPGA	Версия микрокода FPGA.
SYS	Версия системного ПО.

16.7.3. Настройки IP

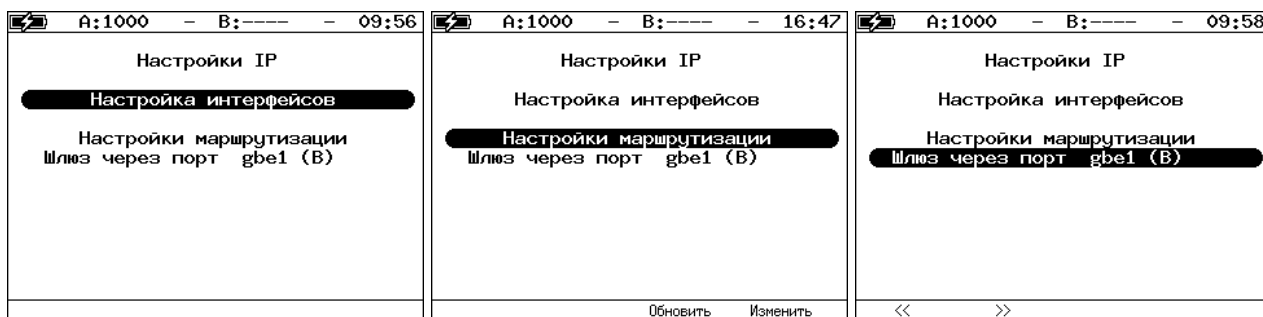


Рисунок 16.25. Меню «Настройки IP»

Настройка интерфейсов	Переход в меню «Настройка интерфейсов», см. раздел 16.7.3.1.
Настройки маршрутизации	При выборе данного пункта меню можно обновить или изменить настройки маршрутизации. При нажатии на клавишу F3 («Обновить») прибор запросит настройки шлюза по умолчанию с M720 (Smart SFP) и обновит текущее значение.

	При нажатии на клавишу F4 («Изменить») станет доступен для настройки пункт меню «Шлюз через порт».
Шлюз через порт	Выбор порта с помощью клавиш F1 и F2 : gbe0 (A) или gbe1 (B). При настройке шлюза по умолчанию на M720 (Smart SFP), будет использован IP-адрес шлюза, указанный в настройках выбранного порта.

После выбора шлюза следует вернуться в пункт меню «Настройки маршрутизации» и выбрать «Сохранить» (**F3**) или «Отменить» (**F4**):

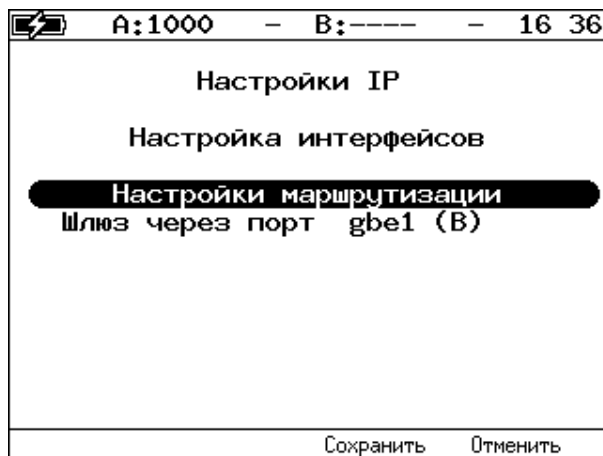


Рисунок 16.26. Сохранение или отмена настроек

При выборе «Сохранить» возникает следующее сообщение:

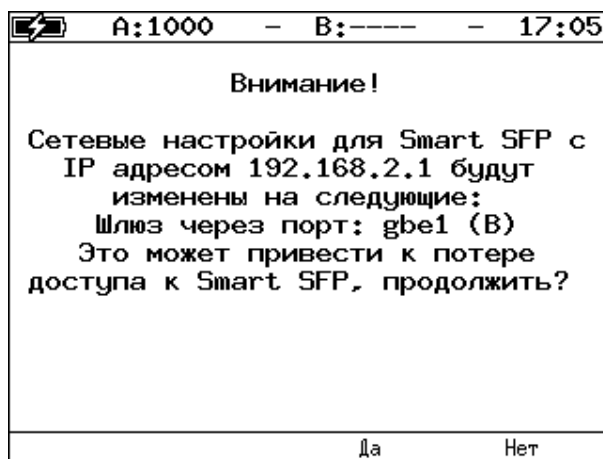


Рисунок 16.27. Сообщение об изменении настроек M720 (Smart SFP)

Необходимо ответить «Да» (**F3**) или «Нет» (**F4**).

16.7.3.1. Настройка интерфейсов

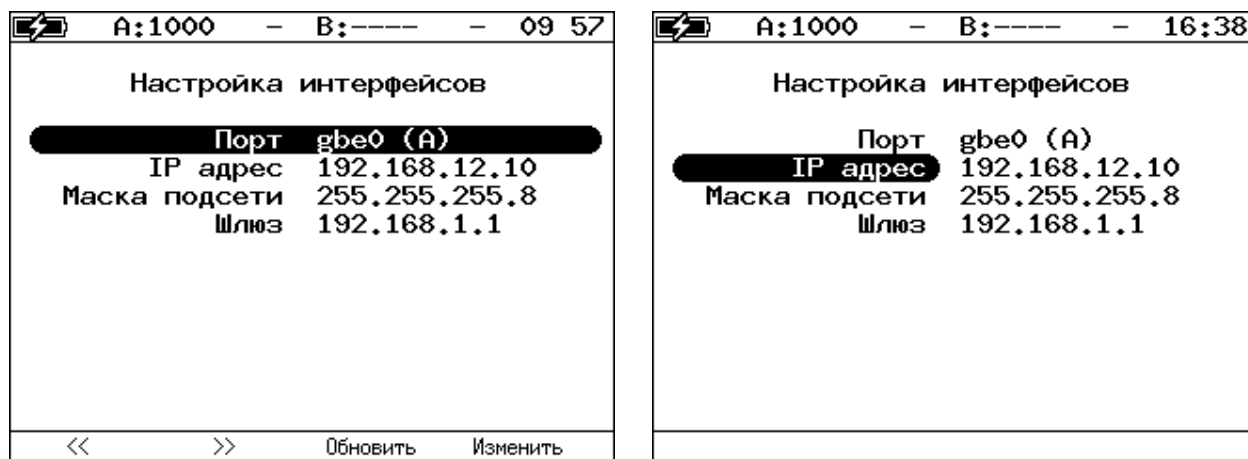


Рисунок 16.28. Меню «Настройка интерфейсов»

Порт	Выбор порта M720 (Smart SFP) для настройки: gbe0 (A) или gbe1 (B). Имя порта изменяется при нажатии на клавиши F1 и F2 . При нажатии на клавишу F3 («Обновить») прибор запросит настройки интерфейсов с M720 (Smart SFP) и обновит текущее значение. При нажатии на клавишу F4 («Изменить») станут доступны для настройки пункты меню «IP-адрес», «Маска подсети», «Шлюз».
IP-адрес	IP-адрес порта.
Маска подсети	Определяет, какая часть IP-адреса, указанного в предыдущем пункте, относится к адресу сети, а какая — к адресу узла в сети.
Шлюз	IP-адрес шлюза.

После настройки IP-адреса, маски и шлюза следует вернуться в пункт меню «Порт» и выбрать «Сохранить» (**F3**) или «Отменить» (**F4**):

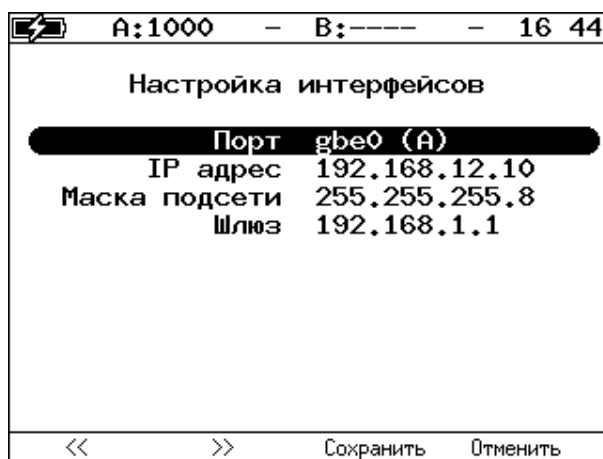


Рисунок 16.29. Сохранение или отмена настроек

При выборе «Сохранить» возникает следующее сообщение:

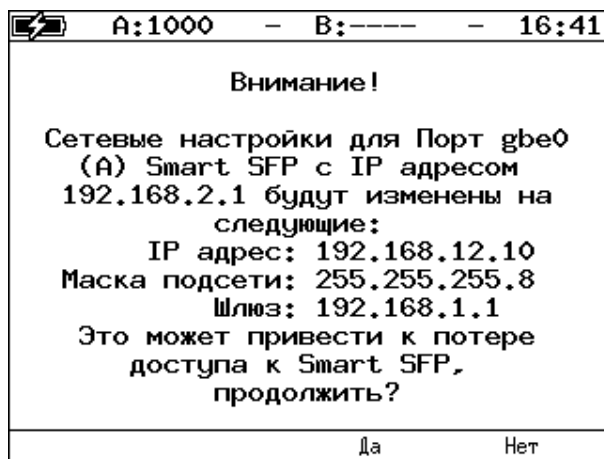


Рисунок 16.30. Сообщение об изменении настроек M720 (Smart SFP)

Необходимо ответить «Да» (F3) или «Нет» (F4).

16.7.4. Шлейф

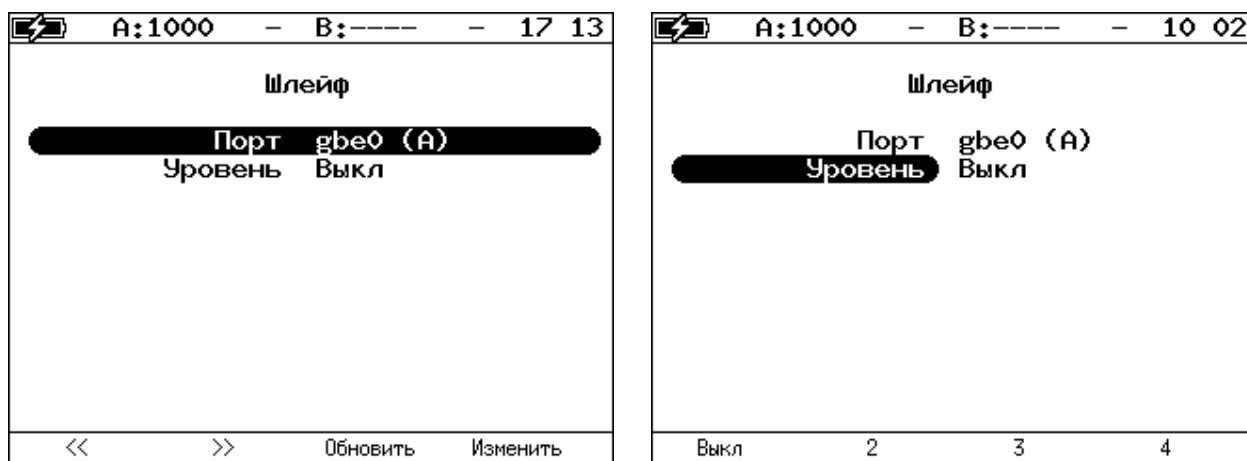


Рисунок 16.31. Меню «Шлейф»

Порт	Выбор порта M720 (Smart SFP) для настройки шлейфа: gbe0 (A) или gbe1 (B). Имя порта изменяется при нажатии на клавиши F1 и F2 . При нажатии на клавишу F3 («Обновить») прибор запросит настройки шлейфа с M720 (Smart SFP) и обновит текущее значение. При нажатии на клавишу F4 («Изменить») станет доступен для настройки пункт меню «Уровень».
Уровень	Выбор уровня шлейфа: F1 – шлейф выключен, F2 – шлейф канального уровня (L2), F3 – шлейф сетевого уровня (L3), F4 – шлейф транспортного уровня (L4).

После настройки шлейфа следует вернуться в пункт меню «Порт» и выбрать «Сохранить» (F3) или «Отменить» (F4):



Рисунок 16.32. Сохранение или отмена настроек

Для корректной работы шлейфа перед сохранением настроек необходимо настроить фильтры (см. раздел 19.5). Если ни один фильтр не настроен и фильтры выключены, то шлейф не может быть включён.

16.7.5. Фильтры



Рисунок 16.33. Меню «Фильтры»

Порт	Выбор порта M720 (Smart SFP) для настройки фильтров: gbe0 (A) или gbe1 (B). Имя порта изменяется при нажатии на клавиши F1 и F2 . При нажатии на клавишу F3 («Обновить») прибор запросит настройки фильтров с M720 (Smart SFP) и обновит текущие значения. При нажатии на клавишу F4 («Изменить») станет доступен для настройки пункт меню «Включить».
Включить	F1 – выключить фильтры, F2 – включить фильтры.
Настройки фильтров	Переход в меню «Настройки фильтров», см. раздел 16.7.5.1.
Статистика фильтров	Переход в меню «Статистика фильтров», см. раздел.16.7.5.2.

После включения или выключения фильтров следует вернуться в пункт меню «Порт» и выбрать «Сохранить» (F3) или «Отменить» (F4):



Рисунок 16.34. Сохранение или отмена настроек

16.7.5.1. Настройки фильтров

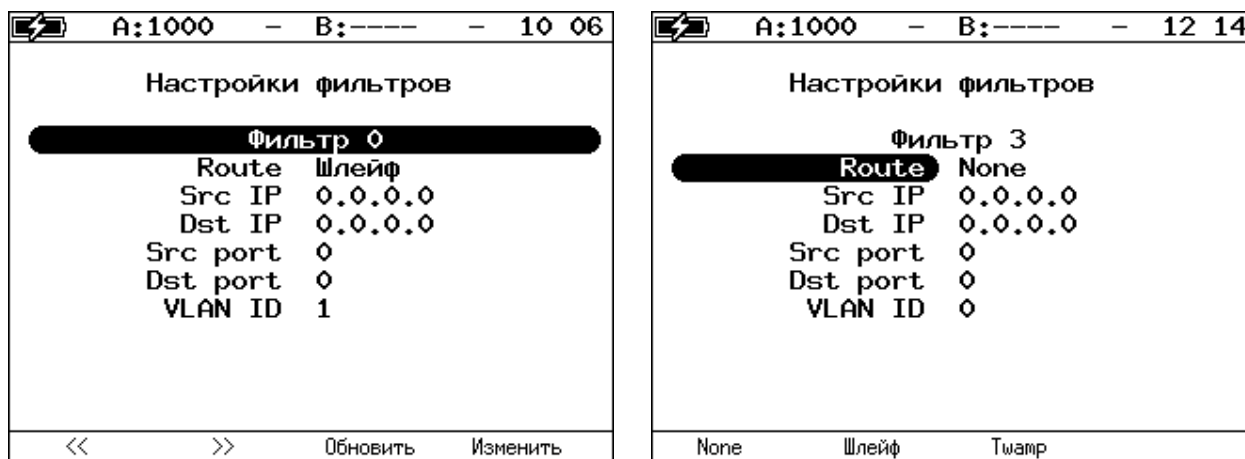


Рисунок 16.35. Меню «Настройки фильтров»

Фильтр 0 ... Фильтр 11	<p>Выбор фильтра для настройки. Номер фильтра изменится с 0 по 11 при нажатии на клавиши F1 и F2 .</p> <p>При нажатии на клавишу F3 («Обновить») прибор запросит настройки фильтра с M720 (Smart SFP) и обновит текущие значения.</p> <p>При нажатии на клавишу F4 («Изменить») станут доступны для настройки пункты меню «Route», «Src IP», «Dst IP», «Src port», «Dst port», «VLAN ID».</p>
Route	<p>Выбор маршрута следования пакетов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • None (F1) – пакет будет обработан в соответствии с общими правилами передачи пакетов; • Шлейф (F2) – пакет будет отправлен в шлейф; • Twamp (F3) – пакет будет передан на TWAMP reflector.
Src IP	IP-адрес отправителя.

Dst IP	IP-адрес получателя.
Src port	Номер TCP/UDP-порта отправителя.
Dst port	Номер TCP/UDP-порта получателя.
VLAN ID	Идентификатор VLAN.

После настройки фильтра следует вернуться в пункт меню «Фильтр» и выбрать «Сохранить» (F3) или «Отменить» (F4):



Рисунок 16.36. Сохранение или отмена настроек

16.7.5.2. Статистика фильтров

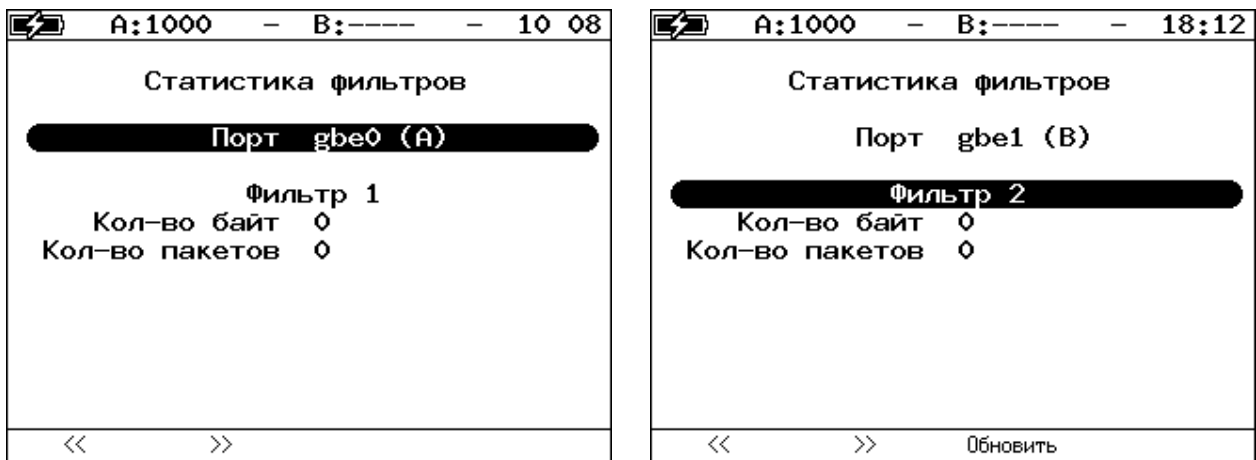


Рисунок 16.37. Меню «Статистика фильтров»

Порт	Выбор порта M720 (Smart SFP) для просмотра статистики: gbe0 (A) или gbe1 (B). Имя порта изменяется при нажатии на клавиши F1 и F2.
Фильтр 0 ... Фильтр 11	Выбор фильтра для просмотра статистики. Номер фильтра изменяется при нажатии на клавиши F1 и F2.
Кол-во байт	Количество принятых байтов.
Кол-во пакетов	Количество принятых пакетов.

17. Меню «Измерения»

17.1. RFC 2544. Настройка топологии и заголовка

Настройка топологии тестирования и параметров заголовка пакетов выполняется в меню «Измерения» ⇒ «RFC 2544» ⇒ «Настройки».



Рисунок 17.1. Настройки RFC 2544

17.1.1. Топология тестов



Рисунок 17.2. Меню «Топология тестов»

С помощью этого меню задаётся порт приёма и порт передачи данных. Один и тот же порт может служить и для передачи, и для приёма (например, при использовании функции Шлейф). При однонаправленном тестировании в качестве порта передачи/приёма выбирается «Дистанционный».

17.1.2. Основные параметры заголовка



Рисунок 17.3. Меню «Заголовок»

MAC отпр.	MAC-адрес отправителя.
MAC получ.	MAC-адрес получателя.
IP отпр.	IP-адрес отправителя.
IP получ.	IP-адрес получателя.
Дополнительно	Значения, заданные в меню «Заголовок (доп.)» (раздел 17.1.3).

Примечание. При выборе пункта меню «MAC отпр.» или «MAC получ.» и нажатии на клавишу **F1** (**F2**) вместо текущего MAC-адреса будет подставлен MAC-адрес порта А (В), заданный в меню «Параметры интерфейсов» (см. раздел 15.2).

Примечание. При выборе пункта меню «IP отпр.» или «IP получ.» и нажатии на клавишу **F1** (**F2**) вместо текущего IP-адреса будет подставлен IP-адрес порта А (В), заданный в меню «Параметры сети» (см. раздел 0).

Примечание. При выборе пункта меню «MAC получ.» и нажатии на клавишу **F3** будет проведён ARP-запрос. В результате запроса вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя.

При задании MAC-адресов необходимо учитывать следующее:

- в качестве MAC-адреса отправителя указывается MAC-адрес интерфейса источника;
- 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.

17.1.3. Дополнительные параметры заголовка

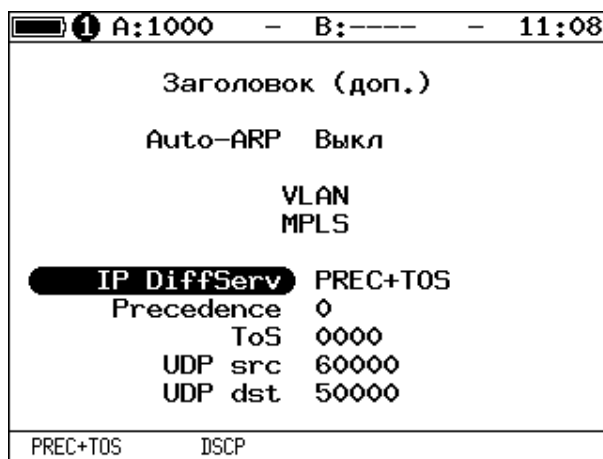


Рисунок 17.4. Меню «Заголовок (доп.)»

Auto-ARP	Если выбрано «Вкл», то при запуске тестов будет автоматически проведён ARP-запрос. В результате запроса вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя, заданному в меню «Заголовок».
VLAN	Переход в меню «VLAN».
MPLS	Переход в меню «Стек меток».
IP DiffServ	Позволяет выбрать поля Precedence и ToS («PREC+TOS») или поле DSCP («DSCP») для задания класса обслуживания трафика от различных приложений. Описание полей представлено ниже.
Precedence	Поле, которое указывает приоритет кадра. Возможно восемь значений приоритета кадра в соответствии с RFC 791 [2]. Отправитель может установить в этом поле любое значение из таблицы 27.2.
ToS	Поле, которое определяет тип обслуживания IP-пакета (Type of Service). Отправитель может установить в этом поле любое значение из таблицы 27.3, руководствуясь методикой RFC 1349 [4]. Также возможно установить любую другую комбинацию из 4-х бит в соответствии с настройками маршрутизатора.
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. 27.4. Младшие 2 бита используются протоколом TCP для передачи информации о перегрузках и описаны в табл. 27.5.
UDP src	Номер UDP-порта отправителя.
UDP dst	Номер UDP-порта получателя.

Примечание. При выборе пункта меню «VLAN» и нажатии на клавишу **F1** / **F2** в качестве настроек VLAN будут автоматически подставлены настройки, заданные в меню «Параметры интерфейсов» ⇒ «VLAN» для порта A/B.

Примечание. При выборе пункта меню «MPLS» и нажатии на клавишу **F1** / **F2** в качестве настроек MPLS будут автоматически подставлены настройки, заданные в меню «Параметры интерфейсов» ⇒ «MPLS» для порта A/B.

17.1.4. Настройка VLAN

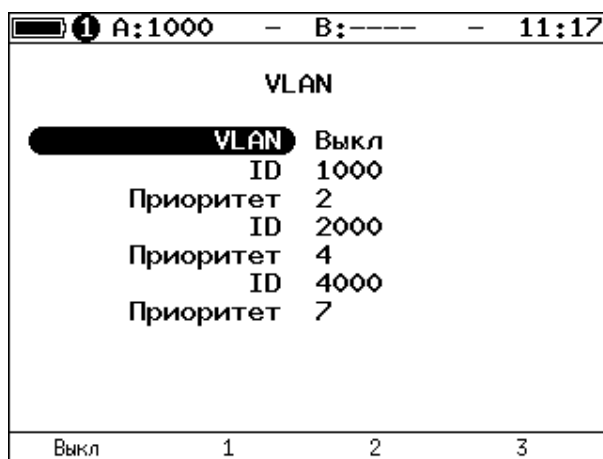


Рисунок 17.5. Меню «VLAN»

VLAN	Выбор количества меток (1–3, Выкл).
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.
Приоритет	Поле, которое определяет приоритет трафика. Существует 8 значений приоритета ([1]), соответствие между приоритетом и типом трафика представлено в таблице 27.1.

17.1.5. Настройка MPLS



Рисунок 17.6. Меню «Стек меток»

Кол-во меток	Выбор количества меток (1–3, Выкл).
Метка	Значение метки.
MPLS COS	Класс обслуживания пакета.
TTL	Время жизни пакета с меткой.

17.1.6. Выбор размера кадра

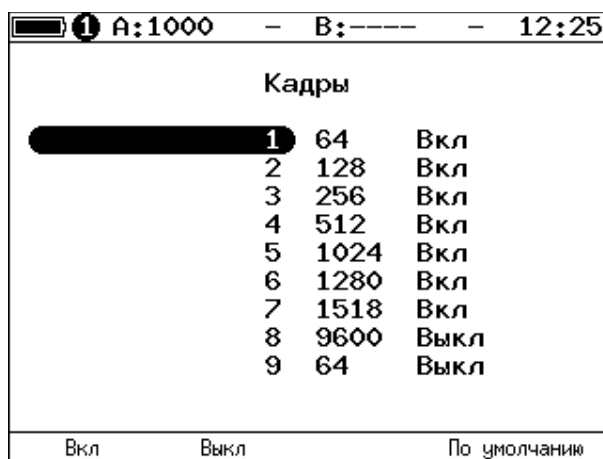


Рисунок 17.7. Меню «Кадры»

Размеры передаваемых кадров можно задать двумя способами:

1. Выбрать стандартные размеры в соответствии с методикой RFC 2544 — клавиша **F4** («По умолчанию»): 64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518 байт. При этом имеется возможность дополнительно задать один кадр произвольного размера.
2. Ввести размеры кадров вручную. Размер не должны быть меньше 64 байт и превышать 9600 байт.

17.2. RFC 2544. Настройка параметров тестов

Задать значения параметров тестов для проведения анализа можно двумя способами:

1. Выбрать стандартные настройки в соответствии с методикой RFC 2544: меню «Измерения» ⇒ «RFC 2544» ⇒ «Настройки», клавиша **F4** («По умолчанию»). Настройки будут применены для всех подменю, показанных на рис. 17.1, кроме «Топология тестов» и «Заголовок».
2. Провести настройку вручную (см. разделы 17.1.1–17.1.6, 17.2.1–17.2.5).

Примечание. Возможность изменения стандартных, определённых методикой RFC 2544, значений параметров тестов предусмотрена в приборе для оптимизации скорости и повышения эффективности проведения анализа.

17.2.1. Пропускная способность

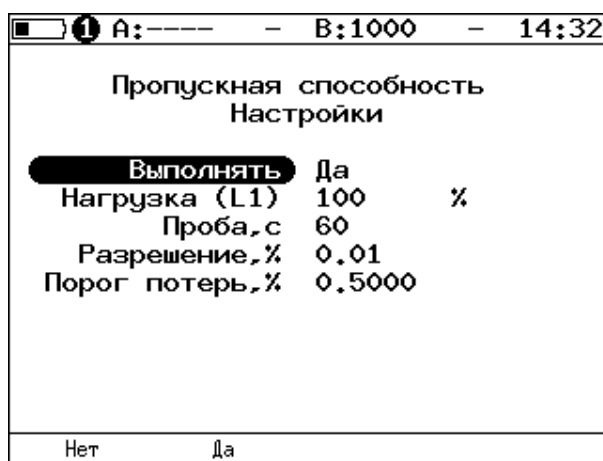


Рисунок 17.8. Настройка параметров теста

Выполнять	Включение/отключение анализа пропускной способности.
Нагрузка (L1)	Значение физической (L1) скорости в процентах (F1), в кбит/с (F2) или в Мбит/с (F3).
Проба, с	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (1–2886 с).
Разрешение, %	Разрешение, с которым будет производиться поиск пропускной способности. Возможные значения: 10 (F1), 1 (F2), 0,1 (F3), 0,01 (F4). Наименьшее значение разрешения соответствует наибольшей точности измерения пропускной способности канала.
Порог потерь, %	Порог допустимых потерь (0–10%). Если количество принятых пакетов оказывается меньше количества переданных на величину допустимого порога потерь, тест считается пройденным.

17.2.2. Задержка



Рисунок 17.9. Настройка параметров теста

Выполнять	Включение/отключение анализа задержки передачи данных.
Кол-во проб	Количество повторений теста для каждого заданного размера кадра.
Проба, с	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (1–2886 с).
Нагрузки (L1)	Переход в меню «Нагрузки (L1)».



Рисунок 17.10. Меню «Нагрузки (L1)»

Источник	При выборе «Проп. спос.» (F1) тест «Задержка» будет проходить при значении нагрузки, полученном в результате теста «Пропускная способность». При выборе «Вручную» (F2) при проведении теста будут использованы значения, заданные пользователем.
----------	--

17.2.3. Потери кадров

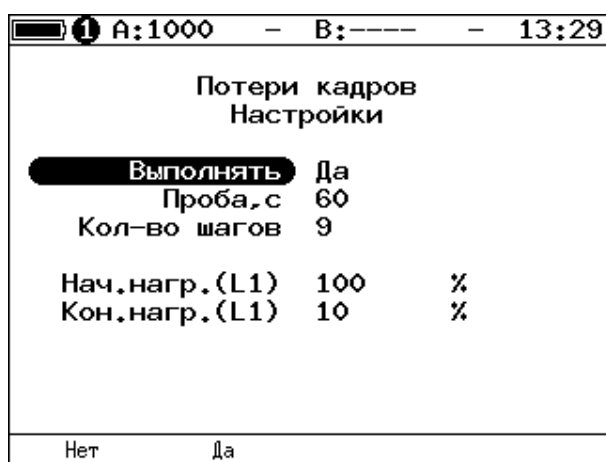


Рисунок 17.11. Настройка параметров теста

Выполнять	Включение/отключение анализа уровня потерь кадров.
Проба, с	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (1–2886 с).
Кол-во шагов	Количество шагов изменения нагрузки.
Нач. нагр. (L1), Кон. нагр. (L1)	Поля «начальная нагрузка (L1)» и «конечная нагрузка (L1)» позволяют задать диапазон значений нагрузки, на которой будет проводиться анализ уровня потерь. Значения физической (L1) скорости задаются в процентах (F1), в кбит/с (F2) или в Мбит/с (F3).

17.2.4. Предельная нагрузка

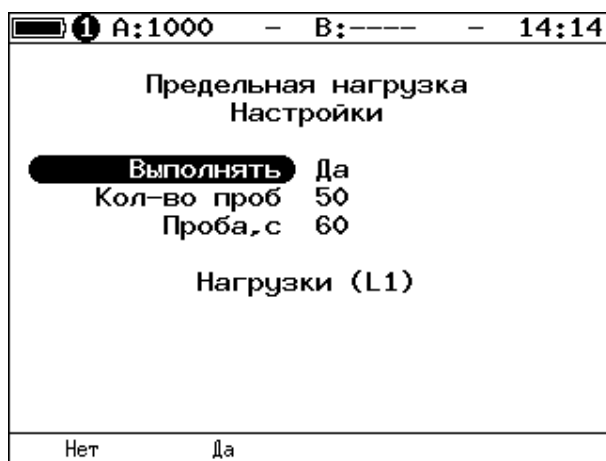


Рисунок 17.12. Настройка параметров теста

Выполнять	Включение/отключение анализа предельной нагрузки.
Кол-во проб	Количество повторений теста для каждого заданного в настройках размера кадра.
Проба, с	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (2–2886 с).
Нагрузки (L1)	Переход в меню «Нагрузки (L1)» (см. рис. 17.10).

17.2.5. Дополнительные настройки

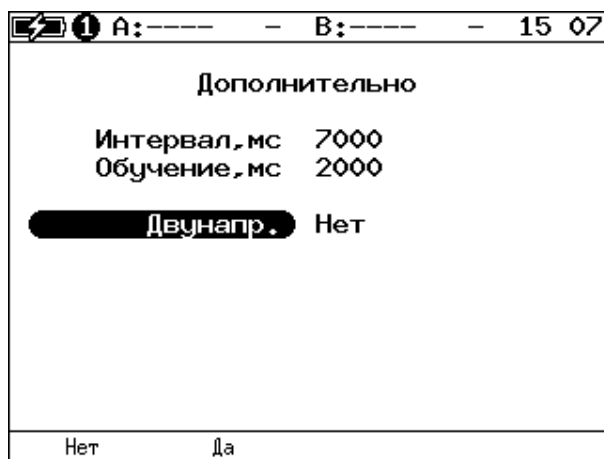


Рисунок 17.13. Меню «Дополнительно»

Интервал, мс	<p>Время между окончанием одной пробы и отправкой обучающего кадра.</p> <p>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.</p>
Обучение, мс	Время, через которое начнётся тестирование после отправки обучающего кадра.
Двунапр.	Включение/выключения возможности проводить двунаправленный тест (см. раздел 10.2.2).

Согласно RFC 2544, интервал составляет 7000 мс (2000 мс отводится на получение остаточных кадров, 5000 мс — на рестабиллизацию тестируемого устройства), а обучение — 2000 мс.

Пользователь может задавать произвольные значения интервала в пределах от 100 до 10000 мс, величина обучения не должна быть меньше 100 мс и превышать 10 000 мс.

17.3. RFC 2544. Результаты анализа

В соответствии с рекомендацией RFC 2544 результаты тестов представляются в табличной и графической формах.

17.3.1. Пропускная способность



The screenshot shows a window titled 'Пропускная способность' (Throughput). At the top, it displays 'A:1000' and 'B:----' with a timer at '15 52'. The main table lists frame sizes (Кадр) from 64 to 1518 bytes, all with a load of 100.00%. The throughput (Кадр/с) decreases as the frame size increases. The status for all tests is 'Готово' (Ready). At the bottom, there are buttons for 'Старт', 'График', 'Мбит/с L1', and 'Сохр./Загр.'.

Кадр	Нагр %	Кадр/с	Тест
64	100.00	1488095	Готово
128	100.00	844594	Готово
256	100.00	452898	Готово
512	100.00	234962	Готово
1024	100.00	119731	Готово
1280	100.00	96153	Готово
1518	100.00	81274	Готово

Рисунок 17.14. Результаты теста: таблица

Результаты теста отображаются в табличном виде: размер кадра (в байтах); значение загрузки канала (в %); значение пропускной способности, полученное в результате анализа. При нажатии на клавишу **F3** происходит пересчёт полезной составляющей нагрузки в соответствии с определённым уровнем (Мбит/с L1, Мбит/с L2, Мбит/с L3, Мбит/с L4 или кадр/с):

- Физический уровень (Мбит/с L1): учитывается размер Ethernet-кадра (включая CRC), преамбулы и межкадрового интервала. Например, для кадра размером 64 байта на уровне L1 будет учитываться: 64 байта (Ethernet-кадр) + 8 байт (преамбула) + 12 байт (межкадровый интервал) = 84 байта.
- Канальный уровень (Мбит/с L2): учитывается только размер Ethernet-кадра (включая CRC). Например, для кадра размером 64 байта на уровне L2 будет учитываться: 64 байта (Ethernet кадр с CRC).
- Сетевой уровень (Мбит/с L3): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet-заголовка, VLAN- и MPLS-меток. Например, для кадра размером 64 байта на уровне L3 будет учитываться: 64 байта (Ethernet-кадр) - 4 байта (CRC) - 14 байт (Ethernet-заголовок) = 46 байт.
- Транспортный уровень (Мбит/с L4): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet- и IP-заголовка, VLAN- и MPLS-меток. Например, для кадра размером 64 байта на уровне L4 будет учитываться: 64 байта (Ethernet-кадр) - 4 байта (CRC) - 14 байт (Ethernet-заголовок) - 20 байт (IP-заголовок) = 26 байт.

Полезная нагрузка для теста RFC 2544 рассчитывается по следующим формулам:

1. На уровне L2:

$$\frac{\text{макс. скорость} \times \text{количество байт на уровне } L2}{\text{количество байт на уровне } L1}$$

Например, для кадра размером 64 байта:

$$\frac{1000 \times 64}{84} = 761,904 \text{ Мбит/с}$$

2. На уровне L3:

$$\frac{\text{макс. скорость} \times \text{количество байт на уровне } L3}{\text{количество байт на уровне } L1}$$

Например, для кадра размером 46 байта:

$$\frac{1000 \times 46}{84} = 547,619 \text{ Мбит/с}$$

3. На уровне L4:

$$\frac{\text{макс. скорость} \times \text{количество байт на уровне } L4}{\text{количество байт на уровне } L1}$$

Например, для кадра размером 26 байта:

$$\frac{1000 \times 26}{84} = 309,524 \text{ Мбит/с}$$

Для перехода к графической форме представления результатов служит клавиша («График»).

F2

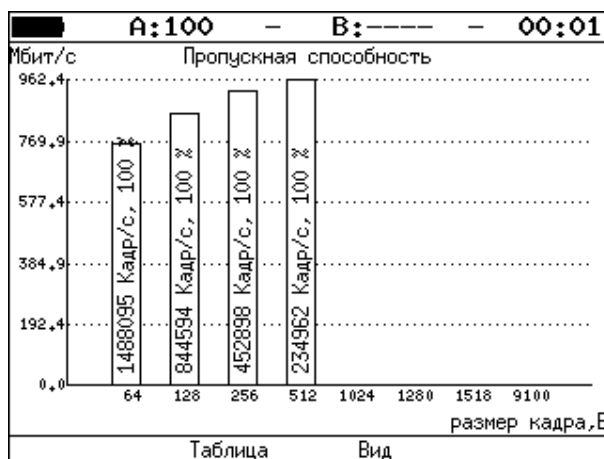


Рисунок 17.15. Результаты теста: график

Клавиша («Вид») служит для переключения между двумя вариантами графического представления результатов тестирования:

F3

1. Максимальное значение по оси Y соответствует максимальной скорости соединения. Пустые столбцы отображают максимальное теоретическое значение пропускной способности.
2. Максимальное значение по оси Y соответствует максимальному измеренному значению пропускной способности.

По оси X в обоих случаях отложены значения, соответствующие размеру кадра.

На заполненных столбцах диаграммы отображается полученное в результате тестирования значение пропускной способности в кадр/с и в процентах относительно заданной нагрузки.

17.3.2. Задержка

A:100 - B:---- - 21 46			
Задержка			
Кадр	Нагр. %	Время мс	Тест
64	100.00	0.001	Готово
512	100.00	0.001	Готово
1280	100.00	0.001	Готово

Старт График Сохр./Загр.

Рисунок 17.16. Результаты теста: таблица

Таблица показывает среднее значение задержки (в мс) для каждого заданного в настройках размера кадра данных и соответствующее ему значение пропускной способности (в %), полученное в результате теста «Пропускная способность».

Для перехода к графической форме представления результатов служит клавиша (F2) («График»).

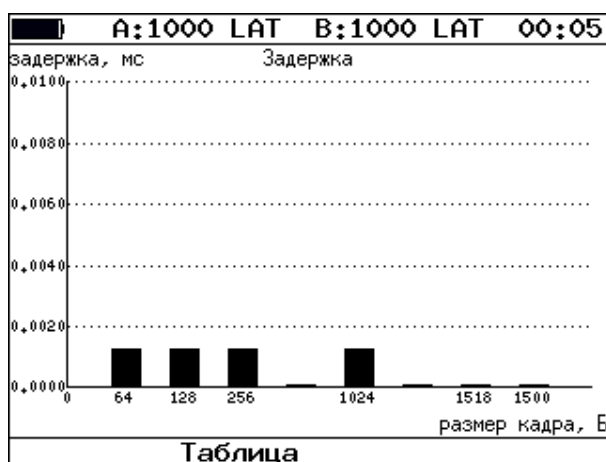


Рисунок 17.17. Результаты теста: график

На диаграмме для каждого размера кадра отображается столбец, высота которого соответствует среднему значению задержки (в мс).

17.3.3. Потери кадров

Потери кадров		
Кадр	Нагр. %	Потери %
64	100.00	0.0000
128	100.00	0.0000
256	100.00	0.0000
512	100.00	0.0000
1024	100.00	0.0000
1280	100.00	0.0000
1518	100.00	0.0000

Старт График Мбит/с L1 Сохр./Загр.

Рисунок 17.18. Результаты теста: таблица

В таблице для каждого размера пакета (в байтах) и соответствующей загрузки канала (в %) отображается значение уровня потерь. При нажатии на клавишу **F3** происходит пересчёт полезной составляющей нагрузки в соответствии с определённым уровнем (Мбит/с L1, Мбит/с L2, Мбит/с L3, Мбит/с L4 или кадр/с):

- физический уровень (Мбит/с L1): учитывается размер Ethernet-кадра (включая CRC), преамбулы и межкадрового интервала;
- канальный уровень (Мбит/с L2): учитывается только размер Ethernet-кадра (включая CRC);
- сетевой уровень (Мбит/с L3): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet-заголовка, VLAN- и MPLS-меток;
- транспортный уровень (Мбит/с L4): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet- и IP-заголовка, VLAN- и MPLS-меток.

Для перехода к графической форме представления результатов служит клавиша **F2** («График»).

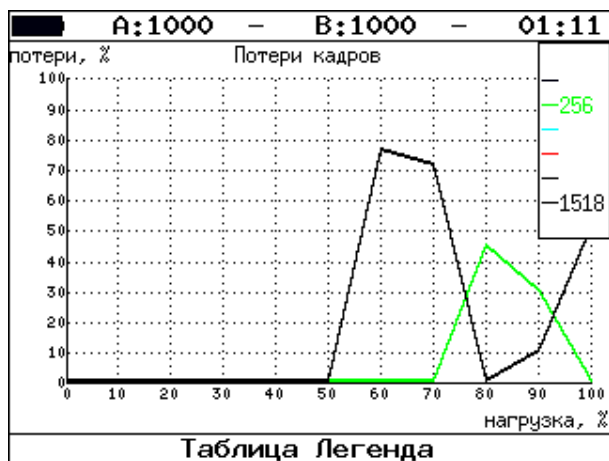


Рисунок 17.19. Результаты теста: график

На графике для каждого указанного в настройках размера кадра показана зависимость уровня потерь кадров (в %) от нагрузки (в %).

17.3.4. Предельная нагрузка

Предельная нагрузка			
Кадр	Нагр.,%	Количество	Тест
1024	100.000	6.150e+05	Готово
128	100.000	4.290e+06	Готово
256	100.000	2.315e+06	Готово
512	100.000	1.207e+06	Готово
1024	100.000	6.158e+05	Готово
1280	100.000	4.944e+05	Готово
1518	100.000	4.151e+05	Готово

Старт График Время,с Сохр./Загр.

Рисунок 17.20. Результаты теста: таблица

В таблице для каждого размера пакета отображается заданная в настройках теста нагрузка и время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой. Если время определить не удалось, в столбце состояния теста выводится «Ошибка», а в столбце «Время, с» — прочерки.

При нажатии на клавишу **F3** («Кадры») вместо столбца «Время, с» отображается столбец «Количество», в котором представлено количество кадров, переданных за время тестирования.

Для перехода к графической форме представления результатов служит клавиша **F2** («График»).

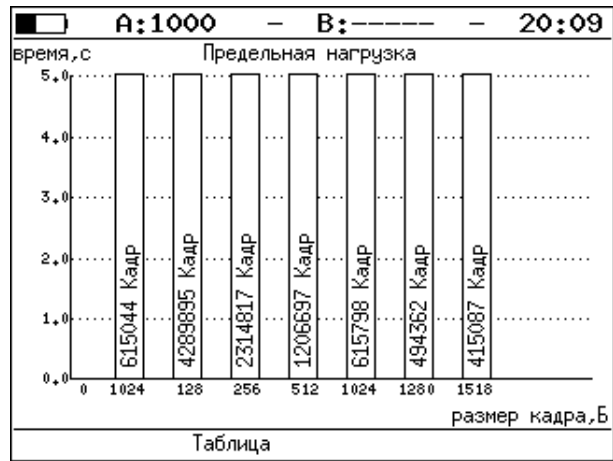


Рисунок 17.21. Результаты теста: график

На диаграмме для каждого заданного размера кадра отображается столбец, высота которого соответствует времени, в течение которого устройство справлялось с предельной нагрузкой.

На столбцах диаграммы отображается количество пакетов, переданных за время тестирования.

17.4. Y.1564. Настройка сервисов и тестов

Настройка параметров тестирования по рекомендации Y.1564 выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Y.1564» ⇒ «Настройки».

17.4.1. Общие настройки



Рисунок 17.22. Меню «Y.1564. Настройки»

Количество сервисов	Количество тестируемых сервисов (от 1 до 10).
Топология тестов	Переход в меню «Топология тестов» (см. раздел 17.1.1).
Настройки сервисов	Переход в меню «Настройки сервисов» (см. раздел 17.4.2).
Тесты конфигурации	Переход в меню «Тесты конфигурации» (см. раздел 17.4.3).
Тест производительности	Переход в меню «Тест производительности» (см. раздел 17.4.4).







17.4.2. Настройки сервисов

Меню «Настройки сервисов» служит для установки параметров, определяющих верхнюю границу допустимого объема данных для сервисов (CIR и EIR), а также величины нагрузки для теста Traffic Policing.



Рисунок 17.23. Меню «Y.1564. Настройки сервисов»

CIR (L2)	Гарантированная пропускная способность.
EIR (L2)	Максимально допустимое превышение CIR.
TP (L2)	Значение нагрузки для теста Traffic Policing. Эта величина должна быть больше CIR (L2) + EIR (L2).
Размер кадра	Размер кадра для сервиса.
Параметры SAC	Переход в меню «Параметры SAC» (см. раздел 17.4.2.1).
Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 17.1.2).

Номер сервиса, для которого осуществляется настройка, отображается в верхней части экрана. Если в меню «Настройки» (см. раздел 17.4.1) выбрано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш  /  или  / . Клавиши  /  позволяют скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого.







17.4.2.1. Параметры SAC

Меню «Параметры SAC» служит для настройки показателей качества для каждого сервиса в соответствии с соглашением об уровне обслуживания (SLA).



Рисунок 17.24. Меню «Y.1564. Параметры SAC»

Потери кадров	Допустимый уровень потерь кадров.
FTD, мс	Максимально допустимая задержка распространения кадров.
FDV, мс	Максимально допустимое отклонение задержки распространения кадров.
M, кбит/с	M-фактор.

Номер сервиса, для которого осуществляется настройка, отображается в верхней части экрана. Если в меню «Настройки» (см. раздел 17.4.1) выбрано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш  /  или  / . Клавиши  /  позволяют скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого.

17.4.3. Тесты конфигурации

Меню «Тесты конфигурации» служит для задания параметров анализа (длительность шага, количество шагов), а также выбора тестов, которые будут выполняться.

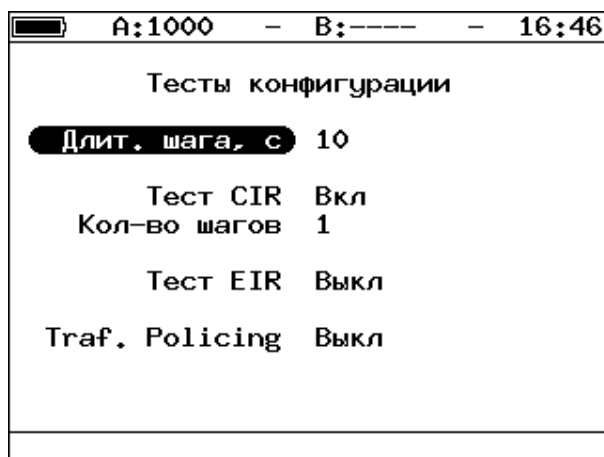


Рисунок 17.25. Меню «У.1564. Тесты конфигурации»

Длит. шага, с	Значение длительности шага, которое будет использоваться для тестов конфигурации.
Тест CIR	Включение/выключение теста CIR.
Кол-во шагов	Количество шагов для проведения тестирования.
Тест EIR	Включение/выключение теста EIR.
Traf. Policing	Включение/выключение теста Traffic Policing.

17.4.4. Тест производительности

Меню «Тест производительности» служит для настройки теста производительности.

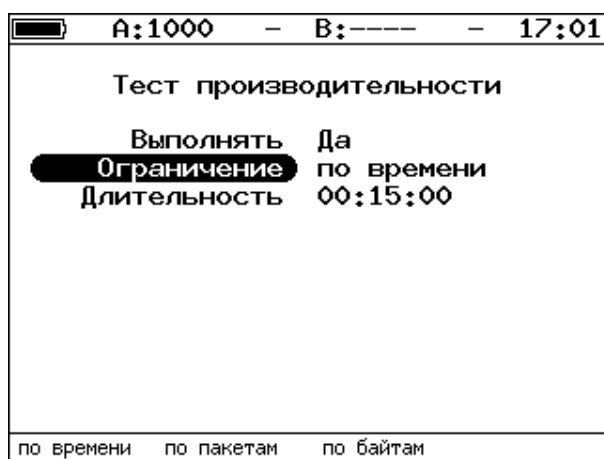


Рисунок 17.26. Меню «У.1564. Тест производительности»

Выполнять	Включение/выключение теста производительности.
Ограничение	Если выбрано «по времени», то генерация тестового потока будет прекращена по истечении времени, заданного в пункте меню «Длительность».

	Если выбрано «по пакетам», то генерация тестового потока будет прекращена после генерации количества пакетов, указанного в пункте меню «Кол-во пакетов». Если выбрано «по байтам», то генерация тестового потока будет прекращена после генерации количества байтов, указанного в пункте меню «Кол-во байт».
Длительность	Длительность теста производительности.

17.5. Y.1564. Результаты анализа

Результаты тестирования по рекомендации Y.1564 доступны в меню «Измерения» ⇒ «Y.1564» ⇒ «Тесты конфигурации» и «Измерения» ⇒ «Y.1564» ⇒ «Тест производительности».

17.5.1. Тесты конфигурации

A:1000 - B:1000 - 20:34					
Тест конфигурации: сервис 1					
#	IR	FTD	FDV	FLR	Сост
	Мбит/с	мс	мс	%	
Тест CIR					
1	10.00	0.00	0.00	0.00	Ок
Тест CIR/EIR					
Gr	11.00	0.00	0.00	0.00	Ок
Traffic policing					
Gr	13.50	0.00	0.00	0.00	Сбой
Старт << >> Сохр./Загр.					

Рисунок 17.27. Результаты теста конфигурации

IR, Мбит/с	Измеренное значение пропускной способности (выводятся средние значения).
FTD, мс	Измеренное значение задержки распространения кадров (выводятся средние значения).
FDV, мс	Измеренное значение отклонения задержки распространения кадров (выводятся средние значения).
FLR, %	Измеренное значение уровня потерь кадров.
Сост	Состояние тестирования (возможные варианты перечислены в разделе 14).

Оценка результатов измерений выполняется в соответствии с информацией, выводимой в столбце «Сост» («Состояние»). Ниже описываются значения «Ок» и «Сбой», остальные возможные варианты перечислены в разделе 14.

Состояние	Тест CIR	Тест EIR	Тест Traffic Policing
Ок	Значения всех показателей качества находятся в пределах, установленных SLA.	Измеренное значение пропускной способности находится в пределах от CIR (с учётом заданного уровня потерь кадров) до CIR+EIR: $CIR \times (1 - FLR) \leq IR \leq CIR + EIR$	Измеренное значение пропускной способности находится в пределах от CIR (с учётом заданного уровня потерь кадров) до CIR+EIR+M: $CIR \times (1 - FLR) \leq IR \leq CIR + EIR + M$

Сбой	Значения одного или нескольких показателей качества выходят за пределы, установленные SLA.	Измеренное значение пропускной способности меньше уровня CIR×(1FLR) или превышает CIR+EIR	Измеренное значение пропускной способности меньше уровня CIR×(1-FLR) или превышает CIR+EIR+M
------	--	---	--

Клавиши **F2** / **F3** служат для переключения между результатами измерений для каждого сервиса.

17.5.2. Тест производительности. Результаты

A:1000 Y B:1000 Y 20:36					
Тест производительности: сводный					
#	IR	FTD	FDV	FLR	Сост
	Мбит/с	мс	мс	%	
1	10.00	0.00	0.00	0.00	Тест
ET 00:00:07 RT 00:14:53					
Стоп << >> Сохр./Загр.					

A:1000 - B:----- - 20:39			
Тест производительности: сервис 1			
	Макс.	Сред.	Мин.
FTD, мс	00.004	00.003	00.003
FDV, мс	00.001	00.000	00.000
IR, Мбит/с	10.000	10.000	10.000
FLR 0.00e+00	Кол-во	0	
Текущая IR, mbps:			0.000
T:	376.994	R:	376.994 MB
Старт << >> Сохр./Загр.			

Рисунок 17.28. Результаты теста производительности

IR, Мбит/с	Измеренное значение пропускной способности (выводятся средние значения).
FTD, мс	Измеренное значение задержки распространения кадров (для сводного теста выводятся средние значения).
FDV, мс	Измеренное значение отклонения задержки распространения кадров (для сводного теста выводятся средние значения).
FLR, %	Измеренное значение потерь кадров.
Сост	Состояние тестирования.
Кол-во	Количество потерянных пакетов.
Текущая IR	Текущее значение информационной скорости.
ET	Время, прошедшее с начала теста.
RT	Время, оставшееся до окончания теста.
T	Количество переданных байтов.
R	Количество принятых байтов.

Оценка результатов измерений выполняется в соответствии с информацией, выводимой в столбце «Сост» («Состояние»). Ниже описываются значения «Ок» и «Сбой», остальные возможные варианты перечислены в разделе 14.

Ок	Значения всех показателей качества находятся в пределах, установленных SLA.
Сбой	Значения одного или нескольких показателей качества выходят за пределы, установленные SLA.

Клавиши **F2** / **F3** служат для переключения между сводной таблицей и результатами измерений для каждого сервиса.

17.6. BERT. Настройка параметров теста

Настройка параметров теста BER выполняется в меню «Измерения» ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки».

17.6.1. Общие настройки



Рисунок 17.29. Меню «Настройки BERT»

Уровень	Выбор уровня модели OSI, на котором будет проводится тест: 1 – физический уровень, 2 – канальный уровень, 3 – сетевой уровень, 4 – транспортный уровень.
Тип посл.	Выбор стандартной или задаваемой пользователем тестовой последовательности.
Польз.	Ввод пользовательской последовательности.
Нагрузка (L2)	Значение информационной (L2) скорости в процентах (F1), в кбит/с (F2) или в Мбит/с (F3).
Длительность	Задание времени измерения.
Размер кадра	Если выбрано «Случайный», то размер кадра будет изменяться по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Мин. Кадр», «Макс. Кадр»). Если выбрано «Постоянный», то для тестирования будут использоваться кадры, размер которых задаётся в пункте меню «Кадр».
Кадр	Ввод размера кадра данных.
Топология тестов	Переход в меню «Топология тестов» (см. раздел 17.1.1).
Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 17.1.2).

17.6.2. Настройки MPLS

Стек меток на передачу и правила приёма задаются в меню «Измерения» ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок» ⇒ «Дополнительно» ⇒ «MPLS».

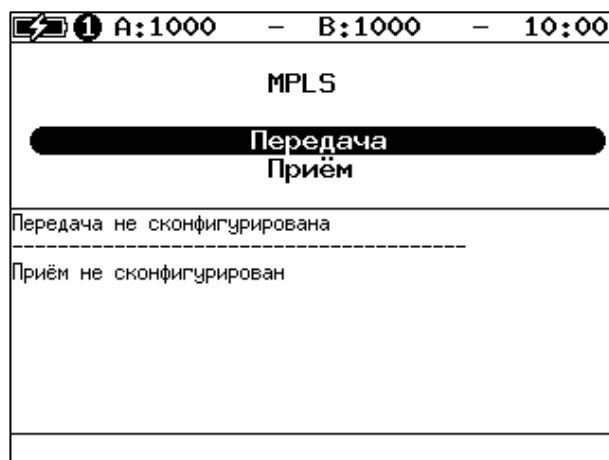


Рисунок 17.30. Меню «MPLS»

Передача	Переход в меню «Стек меток» (см. рис. 17.31).
Приём	Переход в меню «Правила приёма» (см. рис. 17.32).

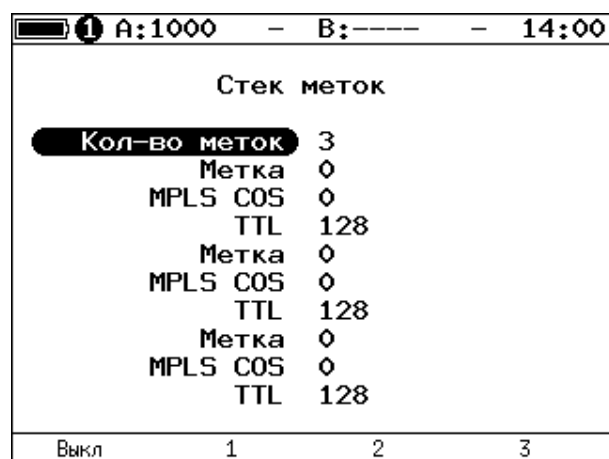


Рисунок 17.31. Меню «Стек меток»

Кол-во меток	Выбор количества меток (от 1 до 3), которое будет добавлено в передаваемый пакет.
Метка	Значение метки.
MPLS COS	Класс обслуживания пакета.
TTL	Время жизни пакета с меткой.



Рисунок 17.32. Меню «Правила приёма»

Кол-во меток	Выбор количества меток в принимаемых пакетах.
Метка 1, Метка2, Метка 3	Значение метки.

17.7. BERT. Результаты анализа

Результаты теста BER выводятся в меню «Измерения» ⇒ «BERT».



Рисунок 17.33. Меню «BERT»

ET	Время, прошедшее с начала теста.
RT	Время, оставшееся до окончания теста.
BITs	Количество принятых бит.
EBITs	Количество ошибочных бит.
BER	Отношение количества ошибочных бит к общему числу принятых бит.
LSS	Время, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности.
%LSS	Отношение времени, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности, к времени, прошедшему с начала теста (в процентах).
LOS	Время, в течение которого сигнал отсутствовал.

%LOS	Отношение времени, в течение которого сигнал отсутствовал, ко времени, прошедшему с начала теста (в процентах).
Настройки	Переход в меню «Настройки BERT» (см. раздел 17.6.1).
Старт (F1)	Запуск теста.
Сохран./Загру.(F4)	Переход в меню сохранения и загрузки результатов теста (см. раздел 18).

Примечание. LSS это состояние отсутствия синхронизации с принимаемыми данными, при котором нет возможности оценивать параметр BER. Возможные причины отсутствия синхронизации:

- несоответствие тестовых последовательностей (например, на приёме настроена ПСП 2e15, а в канале передаётся ПСП 2e23);
- канал, в котором передаётся последовательность, имеет слишком высокий уровень BER (пороговое значение составляет 0,01).

17.8. Пакетный джиттер. Настройка параметров теста

Настройка параметров анализа пакетного джиттера выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Пакетный джиттер» ⇒ «Настройки».

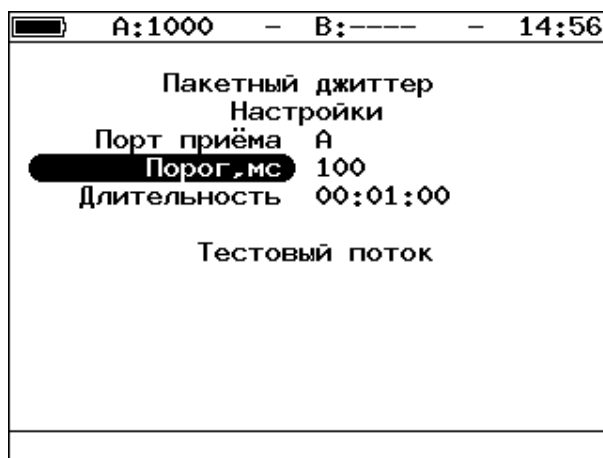


Рисунок 17.34. Меню «Пакетный джиттер. Настройки»

Порт приёма	Выбор порта, на котором будет происходить измерение джиттера.
Порог, мс	Пороговое значение джиттера.
Длительность	Время измерения джиттера.
Тестовый поток	Переход в меню «Тестовый поток» (см. раздел 17.10).

17.9. Пакетный джиттер. Результаты анализа

Результаты анализа пакетного джиттера в табличном и графическом виде доступны в меню «Измерения» ⇒ «Пакетный джиттер» ⇒ «Отчёт».

A:1000 GEN		B:1000 PJ		10	05
Пакетный джиттер					
ET	00:00:06	RT	00:00:54		
RX-RATE	761.90	TX-RATE	761.90		
PKTs	9.10e+06	TX-PKTs	9.08e+06		
OOOPs	0.00e+00	%OOOPs	0.000		
INOPs	9.10e+06	%INOPs	100.000		
<	100 ms	%PKTs	100.000		
>=	100 ms	%PKTs	0.000		
Настройки					
Стоп		График		Распределение Сохр./Загр.	

Рисунок 17.35. Экран «Пакетный джиттер. Отчёт»

ET	Время, прошедшее с начала теста.
RT	Время, оставшееся до окончания теста.
RX-RATE, TX-RATE	Скорость тестового потока на уровне L2.
PKTs	Общее количество принятых пакетов.
TX-PKTs	Общее количество переданных пакетов.
OOOPs	Количество пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были отправлены.
%OOOPs	Процент от общего количества принятых пакетов, полученных не в том порядке, в котором они были переданы.
INOPs	Количество пакетов, принятых в том же порядке, в котором они были отправлены.
%INOPs	Процент от общего количества принятых пакетов, полученных в том же порядке, в котором они были отправлены.
< ms %PKTs	Процент от общего числа принятых пакетов, джиттер которых был меньше заданного порога.
>= ms %PKTs	Процент от общего числа принятых пакетов, джиттер которых был больше или равен заданному порогу.
Настройки	Переход в меню «Пакетный джиттер. Настройки» (см. раздел 17.7).
Сохр./Загр. (F4)	Переход в меню сохранения результатов теста (см. раздел 18).

При нажатии на клавишу **F1** («Старт») начинается определение джиттера пакетов, поступающих на порт, выбранный в меню «Пакетный джиттер. Настройки». После запуска измерений настройки данного меню становятся недоступными для редактирования.

При нажатии на клавишу **F2** («График») осуществляется переход к экрану, содержащему графическое представление распределения пакетного джиттера.

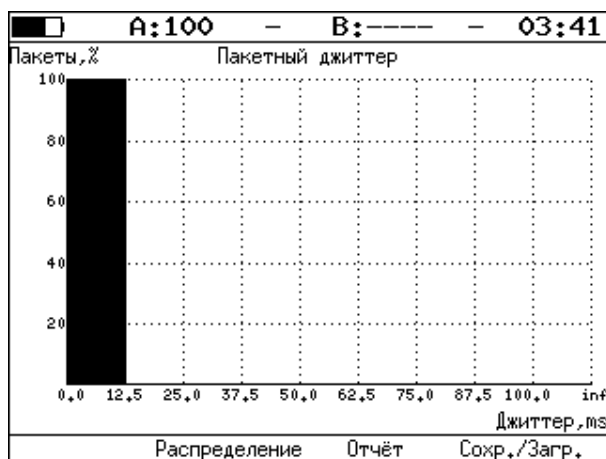


Рисунок 17.36. Экран «Пакетный джиттер» (график)

При нажатии на клавишу **F3** («Распределение») осуществляется переход к экрану, содержащему информацию о распределении джиттера.

Пакетный джиттер Распределение		
Джиттер, мс		Пакеты, %
(0.000... 0.125)		100.000
(0.125... 0.250)		0.000
(0.250... 0.375)		0.000
(0.375... 0.500)		0.000
(0.500... 0.625)		0.000
(0.625... 0.750)		0.000
(0.750... 0.875)		0.000
(0.875... 1.000)		0.000
(1.000...)		0.000

Рисунок 17.37. Экран «Пакетный джиттер. Распределение»

На экране отображаются два столбца: в первом приведены границы интервалов, во втором — количество пакетов (в процентах), джиттер которых попал в определённый интервал. Верхняя граница интервала задаётся в меню «Пакетный джиттер. Настройки» и обозначена как «Порог, мс». Интервал от нуля до заданного порога делится на определённое число подынтервалов; по результатам теста для каждого подынтервала в правом столбце отображается процент пакетов, джиттер которых находится в этих пределах.

17.10. Тестовый поток

Настройка параметров генерации тестового трафика выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Тестовый поток».

17.10.1. Общие настройки



Рисунок 17.38. Меню «Тестовый поток»

Отправка	Включение/выключение генерации тестового потока.
Порт передачи	Выбор порта, с которого будет происходить генерация трафика.
Ограничение	Если выбрано «по времени», то генерация тестового потока будет прекращена по истечении времени, заданного в пункте меню «Длительность». Если выбрано «по пакетам», то генерация тестового потока будет прекращена после генерации количества пакетов, указанного в пункте меню «Кол-во пакетов». Если выбрано «по байтам», то генерация тестового потока будет прекращена после генерации количества байтов, указанного в пункте меню «Кол-во байт».
Длительность	Время, в течение которого будет происходить генерация трафика.
Кол-во пакетов	Количество пакетов, которое будет сгенерировано.
Кол-во байт	Количество байтов, которое будет сгенерировано.
Нагрузка (L2)	Значение информационной (L2) скорости в процентах (F1), в кбит/с (F2) или в Мбит/с (F3).
Размер кадра	Если выбрано «Случайный», то размер кадра будет изменяться по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Мин. кадр», «Макс. кадр») Если выбрано «Постоянный», то для тестирования будут использоваться кадры, размер которых задаётся в пункте меню «Кадр».
Кадр	Размер кадра (любое значение в пределах от 64 до 9600 байт).

Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 17.1.2).
ET	Время, прошедшее с начала генерации трафика.
RT	Время, оставшееся до завершения генерации трафика.

17.10.2. Настройка MPLS

Стек меток для тестирования задаётся в меню «Стек меток»: «Измерения» ⇒ «Тестовый поток» ⇒ «Заголовок» ⇒ «Дополнительно» ⇒ «MPLS».

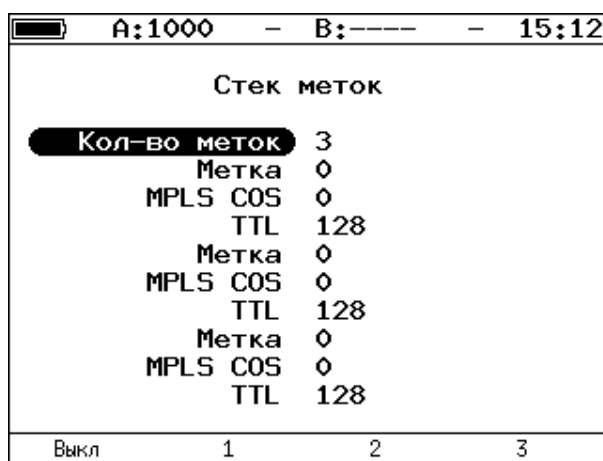


Рисунок 17.39. Меню «Стек меток»

Кол-во меток	Выбор количества меток (от 1 до 3), которое будет добавлено в передаваемый пакет.
Метка	Значение метки.
MPLS COS	Класс обслуживания пакета.
TTL	Время жизни пакета с меткой.

17.11. Тестовые данные

17.11.1. Общие настройки

Настройка параметров теста выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Тестовые данные» ⇒ «Настройки».

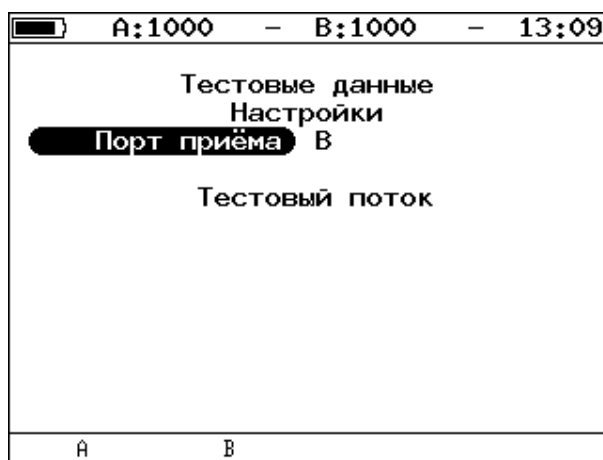


Рисунок 17.40. Меню «Тестовые данные. Настройки»

Порт приёма	Порт для приема данных, сгенерированных программой «Тестовый поток» и переданных на тестируемое устройство.
Тестовый поток	Переход в меню «Тестовый поток» (см. раздел 17.10).

17.11.2. Результаты



Рисунок 17.41. Меню «Тестовые данные»

Rx кадры	Количество кадров, принятых прибором от тестируемого устройства.
Tx кадры	Количество кадров, переданных прибором на тестируемое устройство.
Rx байты	Количество байтов, принятых прибором от тестируемого устройства.
Tx байты	Количество байтов, переданных прибором на тестируемое устройство.
Настройки	Переход в меню «Настройки» (см. рис. 17.40).

17.12. Тест времени

17.12.1. Общие настройки

Настройка параметров теста выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Тест времени» ⇒ «Настройки».

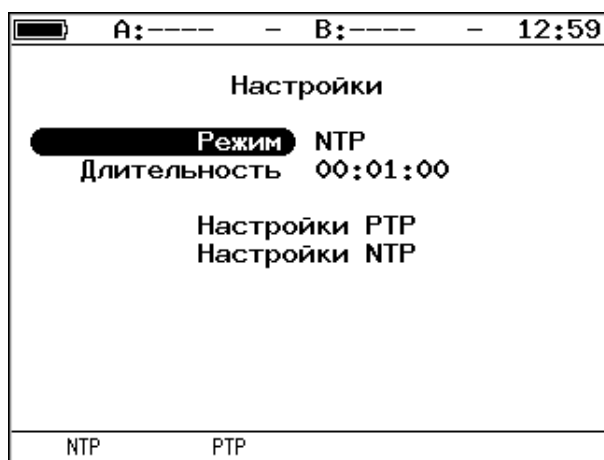


Рисунок 17.42. Меню «Тест времени»

Режим	Режим работы прибора: проверка сервера по протоколу синхронизации NTP или RTP.
Длительность	Длительность анализа.
Настройки RTP	Переход в меню «Настройки RTP» (см. раздел 17.12.2).
Настройки NTP	Переход в меню «Настройки NTP» (см. раздел 17.12.3).

17.12.2. Настройки RTP



Рисунок 17.43. Меню «Настройки RTP»

Сервер	Тип сервера (тестовый или опорный) для порта.
Порт	Порт А или В, для которого задаётся тип сервера.
Задержка	Механизм определения задержки: «E2E» или «P2P».
Домен	Номер RTP-домена в соответствии с IEEE 1588.

17.12.3. Настройки NTP



Рисунок 17.44. Меню «Настройки NTP»

Опорный	IP-адрес или доменное имя эталонного сервера.
Тестовый	IP-адрес или доменное имя сервера, для которого требуется измерить расхождение шкал времени относительно опорного сервера.

17.12.4. Результаты



Рисунок 17.45. Меню «Результаты»

Ref	Значение времени опорного сервера (минимальное, среднее и максимальное).
Test	Значение времени тестового сервера (минимальное, среднее и максимальное).
Diff	Разница значений времени опорного и тестового сервера (минимальная, средняя и максимальная).
Ref. Time	Текущее значение времени опорного сервера.
Test Time	Текущее значение времени тестового сервера.
ET	Время, прошедшее с начала тестирования.
RT	Время, оставшееся до окончания тестирования.

17.13. Статистика

Просмотр статистической информации по принимаемому и передаваемому трафику выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Статистика».

17.13.1. Сводная статистика по двум портам

Статистика		
	Порт А	Порт В
Rx кадры	20	28541892
Tx кадры	29968424	22
Rx байты	2592	1826681766
Tx байты	1917980744	1408
Rx кбит/с	0	0
Tx кбит/с	0	0

Сброс << >>

Рисунок 17.46. Экран «Статистика»

Rx кадры	Количество принятых кадров.
Tx кадры	Количество переданных кадров.
Rx байты	Число принятых байтов.
Tx байты	Число переданных байтов.
Rx кбит/с	Информация о текущей нагрузке на приёмной части порта.
Tx кбит/с	Информация о текущей нагрузке на передающей части порта.
Сброс (F1)	Сброс статистической информации.
⬅/➡ / F2 / F3	Переключение между экранами со статистической информацией.

17.13.2. Статистика по типам кадров

Статистика по типам кадров (А)		
тип	Rx	Tx
Broadcast	288	18
Multicast	0	0
Unicast	2578	1417864479

Сброс << >> В

Рисунок 17.47. Экран «Статистика по типам кадров»

Broadcast	Кадры с широковещательной адресацией.
-----------	---------------------------------------

Multicast	Кадры с групповой адресацией.
Unicast	Кадры с единичной адресацией.
Pause	Кадры паузы.
Rx	Число принятых кадров.
Tx	Число переданных кадров.
Сброс (F1)	Сброс статистической информации.
⬅/➡/ F2 / F3	Переключение между экранами со статистической информацией.
A/B	Выбор порта, для которого будет отображаться статистика.

17.13.3. Статистика по размерам кадров

размер	Rx	Tx
< 64	0	0
64	1377	1307113894
65..127	125	22
128..255	38	78080423
256..511	27	22254063
512..1023	3	7231975
1024..1518	0	3051007
> 1518	0	133226

Рисунок 17.48. Экран «Статистика по размерам кадров»

размер	Размер кадра (в байтах).
Rx	Число принятых кадров.
Tx	Число переданных кадров.
Сброс (F1)	Сброс статистической информации.
⬅/➡/ F2 / F3	Переключение между экранами со статистической информацией.
A/B	Выбор порта, для которого будет отображаться статистика.

17.13.4. Статистика по уровням

уров.	Rx
2	3028
3	1493

Рисунок 17.49. Экран «Статистика по уровням»

уров. 2	Количество принятых (Rx) кадров на канальном уровне.
уров. 3	Количество принятых (Rx) кадров на сетевом уровне.
Сброс (F1)	Сброс статистической информации.
← / → / F2 / F3	Переключение между экранами со статистической информацией.
A/B	Выбор порта, для которого будет отображаться статистика.

17.13.5. Статистика: ошибки кадров

Статистика: ошибки кадров	Rx
CRC	0
Runt	0
Jabber	0
PER	0.000e+00

Рисунок 17.50. Экран «Статистика: ошибки кадров»

CRC	Количество принятых пакетов, имеющих неправильную контрольную сумму.
Runt	Количество принятых пакетов данных длиной менее 64 байт с правильной контрольной суммой.
Jabber	Количество принятых пакетов данных размером более 1518 байт, имеющих неправильную контрольную сумму.
PER	Частота ошибок пакетов – отношение количества принятых пакетов с CRC-ошибками к общему количеству принятых пакетов
Сброс (F1)	Сброс статистической информации.
← / → / F2 / F3	Переключение между экранами со статистической информацией.
A/B	Выбор порта, для которого будет отображаться статистика.

17.14. Нарушение обслуживания



Рисунок 17.51. Меню «Нарушение обслуживания»

Max duration	Длительность самого продолжительного прерывания, мкс.
Min duration	Длительность самого короткого прерывания, мкс.
Avg duration	Средняя длительность прерываний, мкс.
Total duration	Суммарная длительность прерываний, мкс.
PKTs	Суммарная длительность прерываний в пакетах.
INTs	Количество завершённых существенных прерываний (длительность которых была выше заданного порога, см. рис. 17.53).
Unhandled INTs	Количество потерянных записей о прерываниях. Запись теряется в случае, если за 1 секунду происходит более 128 прерываний.
Elapsed time	Время, пройденное от начала теста.
Настройки	Переход в меню настроек теста, см. рис. 17.53.
Старт (F1)	Запуск теста.
Прерывания (F3)	Переход в меню «Прерывания», см. рис. 17.52.
Сохран./Загр. (F4)	Переход в меню сохранения результатов теста (см. раздел 18).

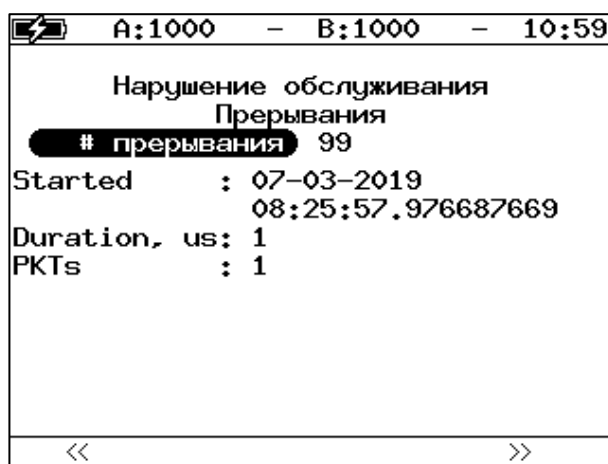


Рисунок 17.52. Меню «Прерывания»

Started	Дата и время начала прерывания.
Duration	Длительность прерывания в мкс.
PKTs	Длительность прерывания в пакетах.

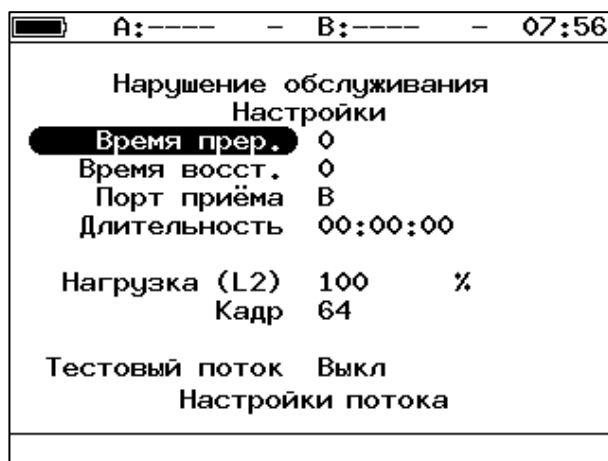


Рисунок 17.53. Меню «Настройки»

Время прер.	Порог, при превышении которого прерывание считается существенным, в мкс.
Время восст.	Промежуток времени без прерываний сервиса, после которого анализатор примет решение, что период последовательности потерь пакетов закончен, в мкс.
Порт приема	Порт приёма трафика (А или В).
Длительность	Длительность теста (от 1 с до 24 ч).
Нагрузка (L2)	Значение информационной (L2) скорости в процентах (F1), в кбит/с (F2) или в Мбит/с (F3).
Кадр	Размер кадра в байтах.
Тестовый поток	Включение/выключение тестового потока.
Настройки потока	Переход в меню «Тестовый поток» (см. раздел 17.10).

17.15. Приказ №870

Настройка параметров, просмотр результатов и запуск теста «Приказ 870» выполняется в меню «Измерения» ⇒ «Приказ 870».



Рисунок 17.54. Меню «Приказ 870»

Настройки	Переход в меню настроек параметров теста (см. раздел 17.15.1).
Результаты	Переход в меню просмотра результатов теста (см. раздел 17.15.2).
Начало	Дата и время начала теста.
Окончание	Дата и время окончания теста.
ET	Время, прошедшее с начала теста.
RT	Время, оставшееся до окончания теста.
TX	Количество пакетов, переданных за время теста.
RX	Количество пакетов, принятых за время теста.
Старт/Стоп (F1)	Включение/выключение теста.
Настройки (F2)	Переход в меню настроек параметров теста (см. раздел 17.15.1).
Результаты (F3)	Переход в меню просмотра результатов теста (см. раздел 17.15.2).
Сохр./Загр. (F4)	Переход в меню сохранения результатов теста (см. раздел 18).

17.15.1. Настройки



Рисунок 17.55. Меню «Настройки»

Количество сервисов	Количество тестируемых сервисов (от 1 до 10).
Топология тестов	Переход в меню «Топология тестов» (см. раздел 17.15.1.1).
Настройки сервисов	Переход в меню «Настройки сервисов» (см. раздел 17.15.1.2).
Общие	Переход в меню «Общие» (см. раздел 17.15.1.3).
По умолчанию (F4)	Сброс настроек теста к значениям по умолчанию.

17.15.1.1. Топология тестов



Рисунок 17.56. Меню «Топология тестов»

С помощью этого меню задаётся порт приёма и порт передачи данных. Один и тот же порт может служить и для передачи, и для приёма (например, при использовании функции «Шлейф» на удалённом конце). При однонаправленном тестировании в качестве порта передачи/приёма выбирается «Дистанционный».

17.15.1.2. Настройки сервисов

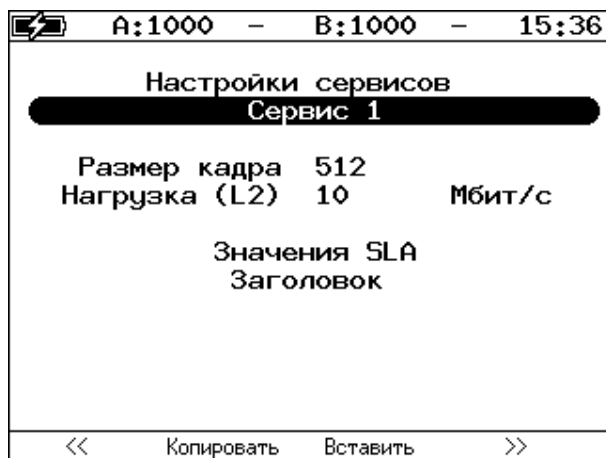


Рисунок 17.57. Меню «Настройки сервисов»

Сервис	Номер настраиваемого сервиса. Если в меню «Настройки» (см. раздел 17.15.1) в поле «Количество сервисов» указано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш ←/→ или F1/F4 . Клавиши F2/F3 позволяют скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого.
Размер кадра	Размер кадра для сервиса в байтах.
Нагрузка (L2)	Значение информационной (L2) скорости в процентах (F1), в кбит/с (F2) или в Мбит/с (F3).
Значения SLA	Переход в меню «Значения SLA».
Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 17.1.2).



Рисунок 17.58. Меню «Значения SLA»

Сервис	Номер настраиваемого сервиса. Если в меню «Настройки» (см. раздел 17.15.1) в поле «Количество сервисов» указано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш ←/→ или F1/F4 . Клавиши F2/F3 позволяют скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого.
--------	---

Оценка PD	Включить/выключить оценку средней задержки передачи пакетов данных (PD - Packet delay).
PD	Значение средней задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA.
Оценка PDV	Включить/выключить оценку вариации задержки передачи пакетов данных (PDV - Packet delay Variation).
PDV	Значение вариации задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA.
Оценка PL	Включить/выключить оценку коэффициента потерь пакетов данных (PL - Packet Loss).
PL	Значение коэффициента потерь пакетов данных.
Оценка BW	Включить/выключить оценку пропускной способности канала передачи данных.
BW L2	Значение пропускной способности канала передачи данных, соответствующее SLA, при которой гарантированно нет потерь пакетов.

17.15.1.3. Общие

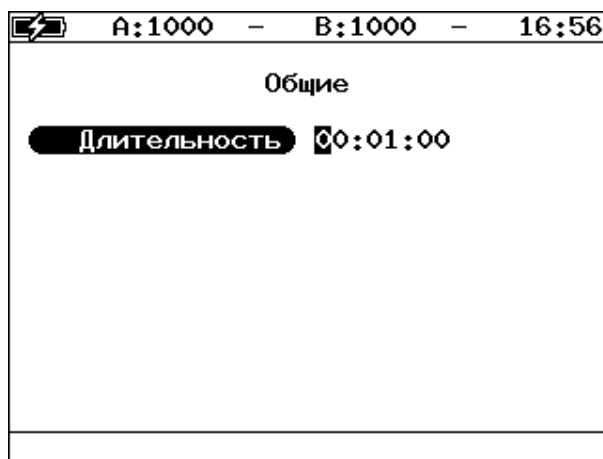


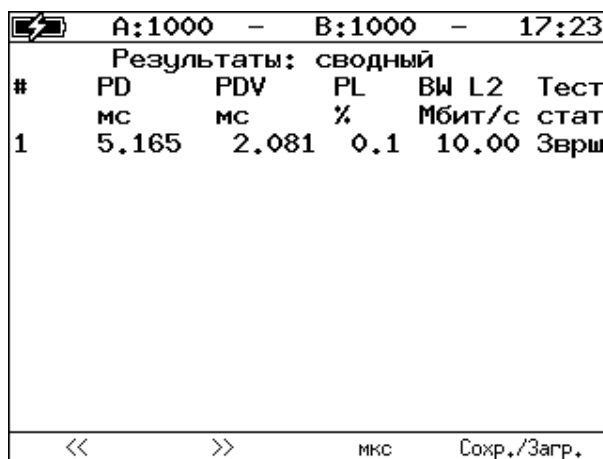
Рисунок 17.59. Меню «Общие»

Длительность теста задаётся в формате hh:mm:ss. Минимальное значение – 1 секунда, максимальное – 99 часов 59 минут 59 секунд.

17.15.2. Результаты

Доступно несколько типов таблиц с результатами измерений. Переключение между таблицами выполняется при нажатии на клавиши **F1** / **F2**.

17.15.2.1. Сводные результаты



A:1000 - B:1000 - 17:23						
Результаты: сводный						
#	PD	PDV	PL	BW L2	Тест	
	мс	мс	%	Мбит/с	стат	
1	5.165	2.081	0.1	10.00	Зврш	
« <> мкс Сохр./Загр. »						

Рисунок 17.60. Меню «Результаты: сводный»

PD	Измеренное значение средней задержки передачи пакетов данных. При нажатии на клавишу F3 выполняется выбор единиц измерения – мс или мкс.
PDV	Измеренное значение средней вариации задержки передачи пакетов данных. При нажатии на клавишу F3 выполняется выбор единиц измерения – мс или мкс.
PL	Измеренное значение коэффициента потерь пакетов данных. Выводятся средние значения.
BW L2	Измеренное значение пропускной способности канала передачи данных на уровне L2. Выводятся средние значения.
Тест стат	Состояние тестирования (возможные варианты перечислены в разделе 14).

17.15.2.2. Сводные результаты (SLA)



A:1000 - B:1000 - 17:27						
Результаты: сводный (SLA)						
#	PD	PDV	PL	BW L2	Тест	
1	Ок	Ок	Ок	Ок	Ок	
Результат теста: Ок						
« <> мкс Сохр./Загр. »						

Рисунок 17.61. Меню «Результаты: сводный (SLA)»

В таблице выводятся результаты соответствия измеренных значений заданным пороговым значениям SLA:

Ок	Значение параметра находится в пределах, установленных в меню «Значения SLA».
Сбой	Значение параметра выходит за пределы, установленные в меню «Значения SLA».

17.15.2.3. Результаты для сервиса

🔌 A:1000 - B:1000 - 17:34			
Результаты: сервис 1			
	Макс.	Сред.	Мин.
PD, мс	8.314	5.165	3.084
PDV, мс	5.230	2.081	0
BW L1	10.406	10.391	10.372
BW L2	10.015	10.000	9.982
BW L3	9.663	9.648	9.631
ET	00:01:00	RT	00:00:00
TX	74999808	RX	74999672
PL, %	0.09284	Кол-во	136
<<		>>	
		мкс Сохр./Загр.	

Рисунок 17.62. Меню «Результаты: сервис 1»

PD, мс	Измеренное значение средней задержки передачи пакетов данных (максимальное, среднее и минимальное).
PDV, мс	Измеренное значение вариации задержки передачи пакетов данных (максимальное, среднее и минимальное).
BW L1	Значение пропускной способности канала передачи данных, пересчитанное на уровне L1 (максимальное, среднее и минимальное).
BW L2	Измеренное значение пропускной способности канала передачи данных на уровне L2 (максимальное, среднее и минимальное).
BW L3	Значение пропускной способности канала передачи данных, пересчитанное на уровне L3 (максимальное, среднее и минимальное).
ET	Время, прошедшее с начала теста.
RT	Время, оставшееся до окончания теста.
TX	Количество пакетов, переданных за время теста.
RX	Количество пакетов, принятых за время теста.
PL, %	Измеренное значение коэффициента потерь пакетов данных. Выводится среднее значение.
Кол-во	Количество потерянных пакетов за время проведения теста.

17.15.2.4. Результаты для сервиса (SLA)

A:1000 - B:1000 - 17:38			
Результаты: сервис 1 (SLA)			
SLA	Знач.	Сост	
PD, мс	6.000	5.165	Ок
PDV, мс	3.000	2.081	Ок
PL, %	0.10000	0.09284	Ок
BW L2	10.000	10.000	Ок

<< >> мкс Сохр./Загр.

Рисунок 17.63. Меню «Результаты: сервис 1 (SLA)»

В таблице выводится сводная информация по результатам тестирования. Номер сервиса выбирается при нажатии на клавиши **F1** / **F2**.

SLA	Значение, установленное в меню «Значения SLA».
Знач.	Среднее измеренное значение (см. раздел 17.15.2.1).
Сост	В столбце выводится информация о соответствии измеренных значений заданным пороговым значениям SLA (см. раздел 17.15.2.2).

18. Сохранение результатов тестов и статистики

Для сохранения результатов, статистики и параметров тестов служит кнопка «Сохран./Загр.», доступная в меню некоторых тестов (например, RFC 2544, Y.1564). После нажатия на эту кнопку осуществляется переход в меню, в котором можно выполнить следующие действия:

- копировать сохранённые данные на USB-накопитель (F1);
- сохранить данные в память прибора (F2);
- загрузить сохранённые данные (F3);
- удалить сохранённые данные (F4).



Имя записи	Время сохранения
rfc	16-10-2018 14:00:49
ms	16-10-2018 14:00:51
test	16-10-2018 15:25:54
pj	16-10-2018 14:00:55

Копировать Сохранить Загрузить Удалить

Рисунок 18.1. Меню «Результаты»

Для копирования данных на USB-накопитель следует:

1. Подключить к прибору USB-накопитель.

Примечание. Поддерживаются USB-накопители только с файловой системой FAT32.

2. Нажать F1 .

Для сохранения данных в память прибора следует:

1. Нажать ✓ .
2. Ввести имя записи.
3. Нажать ✓ .

Для загрузки сохранённых данных следует:

1. Выбрать запись.
2. Нажать F3 («Загрузить»).

Результаты и параметры будут доступны в меню соответствующих тестов.

Для удаления сохранённых данных следует:

1. Выбрать запись, которую необходимо удалить.
2. Нажать **F4** («Удалить»).
3. Нажать **F3** («Да»).

19. Интерфейс командной строки

19.1. Режимы

Для того, чтобы удалённо управлять прибором, необходимо подключиться к нему по интерфейсу Ethernet. Порядок подключения описан в разделе 5.2.

Управление прибором Беркут-ЕТ осуществляется с помощью интерфейса командной строки (Command Line Interface, CLI), который имеет два режима работы. Текущий режим определяется по виду приглашения в командной строке:

Приглашение	Режим
BERcut-ET	Основной режим
BERcut-ET(config)	Режим конфигурации

В основном режиме работы CLI доступны команды, которые выводят текущие настройки и результаты тестов. Режим конфигурации служит для установки значений параметров анализа и выполнения тестов.

19.2. Переключение между режимами

Для перехода из одного режима в другой используются следующие команды:

1. Переход из основного режима в режим конфигурации:

```
BERcut-ET configure
OK
BERcut-ET(config)
```

2. Переход из режима конфигурации в основной режим:

```
BERcut-ET(config) exit
OK
BERcut-ET
```

19.3. Список команд

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

```
BERcut-ET help
show version
show options
show rfc2544 header src mac
show rfc2544 header src ip
show rfc2544 header src udp
show rfc2544 header dst mac
show rfc2544 header dst ip
show rfc2544 header dst udp
show rfc2544 header vlan count
show rfc2544 header vlan 1 id
...



BERcut-ET(config) help
rfc2544 header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>
```

```


rfc2544 header src ip <i.i.i.i>
rfc2544 header src udp <int>
rfc2544 header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>
rfc2544 header dst ip <i.i.i.i>
rfc2544 header dst udp <int>
rfc2544 header vlan count < off | 1 | 2 | 3 >
rfc2544 header vlan 1 id <int>
rfc2544 header vlan 1 priority <int>
rfc2544 header vlan 2 id <int>
...

```

19.4. Автодополнение

На любом этапе ввода команды можно использовать функцию автодополнения. Эта функция позволяет ввести только часть ключевых слов или аргументов, после чего нажать на клавишу  или . Если введённые символы обеспечивают уникальность команды, то она будет дополнена. Например:



```

BERcut-ET(config) r 
BERcut-ET(config) rfc2544

```

19.5. История команд

Команды, вводимые в командную строку, хранятся в специальном буфере. Для вызова ранее выполненных команд используются следующие клавиши:

Клавиши	Назначение
	Вызов команд в порядке от последней введённой к первой
	Вызов команд в порядке от более ранней к последней введённой.

19.6. Синтаксис команд

В настоящем руководстве при описании аргументов команд применяются следующие обозначения:

Обозначение	Пример	Описание
	txgen port [a b]	Вертикальная черта разделяет взаимоисключающие элементы.
[параметр 1 [...] параметр n] [параметр 1–параметр n]	bert 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.

20. Команды основного режима

20.1. 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 automac	MAC-адрес, полученный в результате ARP-запроса
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

Команда	Информация, выводимая в консоль
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»
show rfc2544 advanced check_link	включена ли проверка установки соединения с удалённым прибором
show rfc2544 advanced bidirection	включена ли возможность проводить двунаправленный тест
Результаты тестов	
rfc2544 results show	вывод результатов и параметров последнего проведённого теста
rfc2544 results clear	удаление результатов последнего проведённого теста
results rfc2544 list	вывод списка сохранённых файлов, содержащих результаты и параметры тестов
results rfc2544 show <имя_файла>	вывод содержимого сохранённого файла
results rfc2544 copy <имя_файла>	копирование сохранённых файлов на USB-накопитель
results rfc2544 load <имя_файла>	загрузка сохранённых данных для просмотра на приборе или через командную строку
results rfc2544 save <имя_файла>	сохранение результатов и параметров проведённого теста в файл
results rfc2544 delete <имя_файла>	удаление сохранённого файла
results rfc2544 rename <имя_файла> <новое_имя_файла>	изменение имени сохранённого файла
Тестирование	
rfc2544 start	начать выполнение тестов
rfc2544 stop	остановить выполнение тестов

Команда	Информация, выводимая в консоль
show rfc2544 status	вывод информации о запущенных тестах по методике RFC 2544
show rfc2544 trial [all current]	all – вывод результатов всех проб последнего теста; current – вывод результатов текущей выполненной пробы.

20.2. Y.1564

Примечание. Настройки заголовка, сервисов и показателей качества отображаются для сервиса, выбранного с помощью команды режима конфигурации «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 automac	MAC-адрес, полученный в результате ARP-запроса
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 autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
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

Команда	Информация, выводимая в консоль
show y1564 sac ftd	допустимая задержка распространения кадров
show y1564 sac fdv	допустимое отклонение задержки распространения кадров
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 type	тип ограничения: «by time» – по времени, «by packets» – по пакетам, «by bytes» – по байтам.
show y1564 tests perf duration	длительность теста производительности
show y1564 tests perf bytes	количество байтов, после генерации которого завершится тест
show y1564 tests perf frames	количество пакетов, после генерации которого завершится тест
Результаты тестов	
y1564 results show	результаты последнего теста по рекомендации Y.1564
y1564 results clear	удаление результатов последнего проведенного теста
y1564 results perf show	результаты последнего теста производительности
results y1564 list	вывод списка сохранённых файлов, содержащих результаты и параметры тестов
results y1564 show <имя_файла>	вывод содержимого сохранённого файла
results y1564 copy <имя_файла>	копирование сохранённых файлов на USB-накопитель
results y1564 load <имя_файла>	загрузка сохранённых данных для просмотра на приборе или через командную строку
results y1564 save <имя_файла>	сохранение результатов и параметров проведенного теста в файл
results y1564 delete <имя_файла>	удаление сохранённого файла
results y1564 rename <имя_файла> <новое_имя_файла>	изменение имени сохранённого файла
Тестирование	
y1564 start	начать выполнение тестов
y1564 stop	остановить выполнение тестов
show y1564 status	вывод информации о запущенных тестах по рекомендации Y.1564
show y1564 trial current	вывод результатов текущей выполненной пробы

20.3. BERT

Команда	Информация, выводимая в консоль
Заголовок	
show bert header src mac	MAC-адрес отправителя
show bert header src ip	IP-адрес отправителя
show bert header src udp	номер UDP-порта отправителя
show bert header dst automac	MAC-адрес, полученный в результате ARP-запроса

Команда	Информация, выводимая в консоль
show bert header dst mac	MAC-адрес получателя
show bert header dst ip	IP-адрес получателя
show bert header dst udp	номер UDP-порта получателя
show bert header vlan count	количество VLAN-тегов
show bert header vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show bert header vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show bert header mpls tx count	выбор количества MPLS-меток на передачу
show bert header mpls tx [1-3] label	значение MPLS-метки
show bert header mpls tx [1-3] cos	класс обслуживания пакета с MPLS-меткой
show bert header mpls tx [1-3] ttl	время жизни пакета с MPLS-меткой
show bert header mpls rx count	количество меток в принимаемых пакетах
show bert header mpls rx [1-3] label	значение MPLS-метки
show bert header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show bert header diffserv	поля, выбранные для задания класса обслуживания трафика
show bert header dscp	значение DSCP-битов IP-заголовка
show bert header precedence	значение приоритета кадра
show bert header tos	тип обслуживания IP-пакета
Размер кадра	
show bert frame random min	минимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
show bert frame random max	максимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
show bert frame constant	размеры кадров для тестирования
show bert frame type	задан случайный или постоянный размер кадра
Топология	
show bert topology tx	порт передачи данных
show bert topology rx	порт приёма данных
show bert topology remote ip	IP-адрес дистанционного прибора
Параметры тестирования	
show bert level	уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
show bert pattern	стандартная тестовая последовательность
show bert user-pattern	тестовая последовательность, заданная пользователем
show bert rate	нагрузка
show bert duration	длительность измерений
Результаты теста	
bert results show	вывод результатов и параметров последнего проведённого теста
bert results clear	удаление результатов последнего проведённого теста
results bert list	вывод списка сохранённых файлов, содержащих результаты и параметры тестов
results bert show <имя_файла>	вывод содержимого сохранённого файла
results bert copy <имя_файла>	копирование сохранённых файлов на USB-накопитель

Команда	Информация, выводимая в консоль
results bert load <имя_файла>	загрузка сохранённых данных для просмотра на приборе или через командную строку
results bert save <имя_файла>	сохранение результатов и параметров проведённого теста в файл
results bert delete <имя_файла>	удаление сохранённого файла
results bert rename <имя_файла> <новое_имя_файла>	изменение имени сохранённого файла

Тестирование

bert start	начать выполнение теста
bert stop	остановить выполнение теста
show bert status	вывод информации о запущенном тесте
show bert trial	вывод текущих результатов теста

20.4. 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 show	результаты теста «Пакетный джиттер»
jitter results clear	удаление результатов последнего проведённого теста
results jitter list	вывод списка сохранённых файлов, содержащих результаты и параметры тестов
results jitter show <имя_файла>	вывод содержимого сохранённого файла
results jitter copy <имя_файла>	копирование сохранённых файлов на USB-накопитель
results jitter load <имя_файла>	загрузка сохранённых данных для просмотра на приборе или через командную строку
results jitter save <имя_файла>	сохранение результатов и параметров проведённого теста в файл
results jitter delete <имя_файла>	удаление сохранённого файла
results jitter rename <имя_файла> <новое_имя_файла>	изменение имени сохранённого файла

Тестирование

jitter start	начать выполнение теста
jitter stop	остановить выполнение теста

20.5. Тестовый поток

Команда	Информация, выводимая в консоль
---------	---------------------------------

Заголовок

show txgen header src mac	MAC-адрес отправителя
show txgen header src ip	IP-адрес отправителя

Команда	Информация, выводимая в консоль
show txgen header src udp	номер UDP-порта отправителя
show txgen header dst automac	MAC-адрес, полученный в результате ARP-запроса
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
Ограничение генерации	
show txgen limit type	способ ограничения генерации тестового трафика: by time (по времени), by packets (по пакетам), by bytes (по байтам)
show txgen limit duration	время, по истечении которого завершится тест
show txgen limit bytes	количество байтов, после генерации которого завершится тест
show txgen limit frames	количество пакетов, после генерации которого завершится тест
show txgen cir value	значение информационной (L2) скорости
Тестирование	
show txgen rate	величина нагрузки
txgen results show	результаты генерации тестового потока
txgen start	начать генерацию тестового потока
txgen stop	завершить генерацию тестового потока
show txgen status	вывод информации о запущенном тесте

20.6. Приказ 870

Команда	Информация, выводимая в консоль
show order870 status	вывод информации о запущенном тесте
show order870 topology tx	порт передачи
show order870 topology rx	порт приёма
show order870 topology remote ip	IP-адрес дистанционного прибора
show order870 nservices	количество тестируемых сервисов
show order870 service	сервис, выбранный с помощью команды «order870 service»
show order870 duration	длительность измерений
show order870 serv_setup header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show order870 serv_setup header src mac	MAC-адрес отправителя
show order870 serv_setup header src ip	IP-адрес отправителя
show order870 serv_setup header src udp	номер UDP-порта отправителя
show order870 serv_setup header dst automac	MAC-адрес, полученный в результате ARP-запроса
show order870 serv_setup header dst mac	MAC-адрес получателя
show order870 serv_setup header dst ip	IP-адрес получателя
show order870 serv_setup header dst udp	номер UDP-порта получателя
show order870 serv_setup header vlan count	количество VLAN-меток
show order870 serv_setup header vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show order870 serv_setup header vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show order870 serv_setup header mpls count	количество MPLS-меток
show order870 serv_setup header mpls [1-3] label	значение MPLS-метки
show order870 serv_setup header mpls [1-3] cos	класс обслуживания пакета с меткой
show order870 serv_setup header mpls [1-3] ttl	время жизни пакета с меткой
show order870 serv_setup header diffserv	выбраны поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
show order870 serv_setup header dscp	значение поля DSCP
show order870 serv_setup header precedence	значение приоритета кадра
show order870 serv_setup header tos	тип обслуживания пакета
show order870 serv_setup frame	размер кадра для сервиса
show order870 serv_setup rate	значение информационной (L2) скорости
show order870 serv_setup sla est_pd	включена или выключена оценка средней задержки передачи пакетов данных
show order870 serv_setup sla pd	значение средней задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA
show order870 serv_setup sla est_pdv	включена или выключена оценка вариации задержки передачи пакетов данных
show order870 serv_setup sla pdv	значение вариации задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA
show order870 serv_setup sla est_pl	включена или выключена оценка коэффициента потерь пакетов данных

Команда	Информация, выводимая в консоль
show order870 serv_setup sla pl	значение коэффициента потерь пакетов данных
show order870 serv_setup sla est_bw	включена или выключена оценка пропускной способности канала передачи данных
show order870 serv_setup sla bw	значение пропускной способности канала передачи данных, соответствующее SLA, при которой гарантированно нет потерь пакетов
order870 start	запустить тестирование по Приказу №870
order870 stop	остановить тестирование по Приказу №870
order870 results show	вывод результатов и параметров последнего проведённого теста
order870 results clear	удаление результатов последнего проведённого теста

20.7. Тест времени

Команда	Информация, выводимая в консоль
show testtime mode	режим работы прибора: проверка сервера по протоколу синхронизации NTP или PTP
show testtime duration	длительность анализа
show testtime ntp server reference	IP-адрес или доменное имя эталонного сервера
show testtime ntp server test	IP-адрес или доменное имя сервера, для которого требуется измерить расхождение шкал времени относительно опорного сервера
show testtime ptp reference port	порт, для которого задаётся опорный сервер
show testtime ptp reference delay	механизм определения задержки для опорного сервера: «E2E» или «P2P»
show testtime ptp reference domain	номер PTP-домена в соответствии с IEEE 1588 для опорного сервера
show testtime ptp test port	порт, для которого задаётся тестовый сервер
show testtime ptp test delay	механизм определения задержки для тестового сервера: «E2E» или «P2P»
show testtime ptp test domain	номер PTP-домена в соответствии с IEEE 1588 для тестового сервера
testtime start	запустить тест времени
testtime stop	остановить тест времени
testtime status	вывод информации о запущенном тесте
testtime results show	вывод результатов и параметров последнего проведённого теста
testtime results clear	удаление результатов последнего проведённого теста

20.8. Тестовые данные

Команда	Информация, выводимая в консоль
show testdata port	порт для приема данных, сгенерированных программой «Тестовый поток» и переданных на тестируемое устройство
testdata start	запустить тест
testdata stop	остановить тест
testdata results	вывод результатов текущей генерации трафика

20.9. Шлейф

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

20.10. Параметры сети

Команда	Информация, выводимая в консоль
Порт А/В	
show network [a b] dhcp	включена ли функция DHCP
show network [a b] ip	IP-адрес порта
show network [a b] subnet	маска подсети для порта
show network [a b] gateway	IP-адрес шлюза
show network [a b] dns	IP-адрес узла сети, который содержит базу данных DNS
show network mpls	включена или выключена возможность отправки пакетов с метками для портов А и В
Порт LAN	
show lan dhcp	включена ли функция DHCP
show lan ip	IP-адрес порта
show lan subnet	маска подсети для порта
show lan gateway	IP-адрес шлюза

20.11. Параметры интерфейсов

Команда	Информация, выводимая в консоль
Порт А/В	
show gbe [a b] speed	скорость передачи данных
show gbe [a b] state	состояние порта (включён/выключен)
show gbe [a b] mac	MAC-адрес порта
show gbe [a b] vlan count	количество VLAN-тегов
show gbe [a b] vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show gbe [a b] vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show gbe [a b] mpls tx lsr	IP-адрес интерфейса маршрутизатора, осуществляющего коммутацию по меткам
show gbe [a b] mpls tx rule	включено или выключено правило на отправку пакетов в подсеть
show gbe [a b] mpls tx subnet	IP-адрес подсети
show gbe [a b] mpls tx mask	маска подсети

Команда	Информация, выводимая в консоль
show gbe [a b] mpls tx stack count	количество MPLS-меток, которое будет добавлено в передаваемый пакет
show gbe [a b] mpls tx stack [1-3] label	значение MPLS-метки в передаваемых пакетах
show gbe [a b] mpls tx stack [1-3] cos	класс обслуживания пакета с MPLS-меткой
show gbe [a b] mpls tx stack [1-3] ttl	время жизни пакета с MPLS-меткой
show gbe [a b] mpls rx count	количество MPLS-меток в принимаемых пакетах
show gbe [a b] mpls rx [1-3] label	значение MPLS-метки в принимаемых пакетах
show link [a b]	состояние соединения
show port status [a b] rx	принимаются ли данные на порту А/В
show port status [a b] tx	передаются ли данные с порта А/В
Порт LAN	
show lan mac	MAC-адрес порта
show lan vlan count	количество VLAN-тегов
show lan vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show lan vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика

20.12. Тесты TCP/IP

Команда	Информация, выводимая в консоль
ping <i.i.i.i>	запуск теста «Эхо-запрос»

20.13. Транзит

Команда	Информация, выводимая в консоль
show passthrough	состояние режима «Транзит»: «off», «transit», «transit+test».

20.14. Синхронизация времени

Команда	Информация, выводимая в консоль
show timesync syncmode	выбранный режим автосинхронизации: «PTP» или «NTP»
show timesync enable	включен ли выбранный режим автосинхронизации
show timesync ptp mode	режим работы прибора: ведомый или ведущий
show timesync ptp port	интерфейс, выбранный для работы с PTP
show timesync ptp delay	механизм определения задержки: «E2E» или «P2P»
show timesync ptp domain	номер PTP-домена в соответствии с IEEE 1588
show timesync ntp servers [1 – 4]	адреса NTP-серверов

20.15. Тестовые конфигурации

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

20.16. Лог

Команда	Информация, выводимая в консоль
log [off on]	выключение/включение системы протоколирования событий
log show	вывод сообщений о произошедших событиях

20.17. 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

20.18. Статистика

Команда	Действие
statistics show [a b]	вывод сводной статистической информации для порта A/B
statistics show [a b] [layer error type size]	вывод статистической информации для порта A/B по уровням, по ошибочным кадрам, по типам кадров, по размерам кадров
statistics clear	удаление статистической информации для порта A и B

20.19. Поверка

Команда	Действие
show test-pattern status	включена или выключена генерация тестовой последовательности
test-pattern start	включить генерацию тестовой последовательности
test-pattern stop	выключить генерацию тестовой последовательности

20.20. Общие команды

Команда	Действие
show version	вывод номера версии программного обеспечения
exit	выход из основного режима
reboot	перезагрузка прибора
help	вывод списка доступных команд
history	просмотр последних десяти введенных команд
configure	переход в режим конфигурации

Команда	Действие
password	изменение пароля
show options	просмотр открытых опций
show time	просмотр текущего времени
show date	просмотр текущей даты
show timezone	вывод выбранной временной зоны
show sensors	вывод информации о температуре процессора, FPGA, батареи и скорости вращения вентилятора
show sfp [a b]	вывод информации об SFP-модуле

21. Команды режима конфигурации

21.1. RFC 2544

Команда	Действие
Настройки по умолчанию	
default rfc2544	сброс пользовательских настроек к заводским установкам
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 automac	проведение ARP-запроса, в результате которого вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу 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 count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток
rfc2544 header mpls [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки
rfc2544 header mpls [1-3] cos <int>	установка класса обслуживания пакета
rfc2544 header mpls [1-3] ttl <int>	установка времени жизни пакета с MPLS-меткой (число в диапазоне 0-255)
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 (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)

Пропускная способность	
rfc2544 throughput duration <int>	установка длительности пробы (в секундах)
rfc2544 throughput enabled [no yes]	запрет/разрешение выполнения анализа пропускной способности
rfc2544 throughput maxrate <int> <% kbps mbps>	установка величины нагрузки (по умолчанию нагрузка задаётся в процентах)
rfc2544 throughput threshold <int>	установка величины порога потерь (в процентах)
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 (в секундах)
rfc2544 latency rates src [throughput manually]	выбор источника значений нагрузки; если указать «manually», то можно использовать команду «rfc2544 latency rates [1-9] <XXXX> [% kbps mbps]»
rfc2544 latency rates [1-9] <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 (в секундах)
rfc2544 frameloss steps <int>	установка количества шагов
rfc2544 frameloss rates start <XX> [% kbps mbps]	установка начальной нагрузки
rfc2544 frameloss rates stop <XX> [% kbps mbps]	установка конечной нагрузки
Предельная 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 (в секундах)
rfc2544 back2back rates src [throughput manually]	выбор источника значений нагрузки; если указать «manually», то можно использовать команду «rfc2544 back2back rates [1-9] <XXXX> [% kbps mbps]»
rfc2544 back2back rates [1-9] <XXXX> [% kbps mbps]	ввод значений нагрузки для каждого размера кадра
Дополнительные настройки	
rfc2544 advanced wait <int>	установка значения параметра «интервал» (в миллисекундах)
rfc2544 advanced learn <int>	установка значения параметра «обучение» (в миллисекундах)

rfc2544 advanced check_link < off on >	включить/выключить проверку установки соединения с удалённым прибором
rfc2544 advanced bidirection < off on >	включить/выключить возможность проводить двунаправленный тест
Тестирование	
rfc2544 status	вывод информации о запущенных тестах по методике RFC 2544
rfc2544 trial [all current]	all – вывод результатов всех проб последнего теста; current – вывод результатов текущей выполненной пробы.

21.2. Y.1564

Команда	Действие
Настройки по умолчанию	
default y1564	сброс пользовательских настроек к заводским установкам
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 <hh.mm.ss>	установка продолжительности выполнения теста производительности (указывается общая длительность теста в формате «часы:минуты:секунды»)
Настройки сервисов	
y1564 service [1-10]	выбор сервиса
y1564 frame <int>	размер кадра для сервиса (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
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 autoarp < off on >	выключение/включение функции автоматического проведения ARP запроса
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 automac	проведение ARP-запроса, в результате которого вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя
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 (число в диапазоне 0-255)
y1564 header diffserv [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 m-factor <int>	установка величины М-фактора (в кбит/с)
Настройки тестов	
y1564 tests cfg duration <int>	установка длительности шага для тестов конфигурации (в секундах)
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 (указывается общая длительность теста в формате «часы:минуты:секунды»)
y1564 tests perf enabled < yes no >	разрешить/запретить выполнение теста производительности
y1564 tests perf type < by time by packets by bytes >	выбор типа ограничения: «by time» – по времени, «by packets» – по пакетам, «by bytes» – по байтам.
y1564 tests perf bytes <unsigned long long>	установка количества байтов, которое будет сгенерировано
y1564 tests perf frames <unsigned long long>	установка количества пакетов, которое будет сгенерировано
Копирование настроек	
y1564 copy [1-10] [1-10]	скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого
Тестирование	

y1564 status	вывод информации о запущенных тестах по рекомендации Y.1564
y1564 trial current	вывод результатов текущей выполненной пробы

21.3. BERT

Команда	Действие
Настройки по умолчанию	
default bert	сброс пользовательских настроек к заводским установкам
Заголовок	
bert header mpls tx count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток на передачу
bert header mpls tx [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки
bert header mpls tx [1-3] cos <int>	установка класса обслуживания пакета
bert header mpls tx [1-3] ttl <int>	установка времени жизни пакета с MPLS-меткой (число в диапазоне 0-255)
bert header mpls rx count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток на прием
bert header mpls rx [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки
bert header autoarp [off on]	выключение/включение функции автоматического проведения ARP-запроса
bert header dffserv [prec+tos dscp]	выбор полей для задания класса обслуживания трафика
bert header dscp <int>	установка значения поля DSCP, 8 бит
bert header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса отправителя
bert header src ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса отправителя
bert header src udp <int>	установка номера UDP-порта отправителя
bert header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса получателя
bert header dst automac	проведение ARP-запроса, в результате которого вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя
bert header dst ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса получателя
bert header dst udp <int>	установка номера UDP-порта получателя
bert header vlan count [off 1 2 3]	выбор количества VLAN-тегов
bert header vlan [1-3] id <int>	установка значения идентификатора VLAN
bert header vlan [1-3] priority <int>	установка значение приоритета трафика
bert header precedence <int>	установка значения приоритета кадра
bert header tos <int>	установка типа обслуживания пакета
Размер кадра	
bert frame random min <int>	установка минимального значения размера кадра в случае равномерного закона распределения (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
bert frame random max <int>	установка максимального значения размера кадра в случае равномерного закона распределения (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
bert frame constant <int>	установка размера кадра для тестирования (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)

Команда	Действие
bert frame type [constant random]	выбор закона изменения размера кадра
Топология	
bert topology tx [a b remote]	выбор порта передачи данных
bert topology rx [a b remote]	выбор порта приёма данных
bert topology remote ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса дистанционного прибора
Параметры тестирования	
bert level [1 2 3 4]	выбор уровня модели OSI, на котором будет проводиться тест
bert pattern [user crtp 2e11-1 2e15-1 2e20-1 2e23-1 2e29-1 2e31-1]	выбор стандартной или задаваемой пользователем тестовой последовательности
bert user-pattern <hex>	ввод пользовательской последовательности
bert rate <int> <% kpbs mbps>	установка величины нагрузки (по умолчанию нагрузка задаётся в процентах)
bert duration <hh.mm.ss>	задание длительности измерения (указывается общая длительность теста в формате «часы:минуты:секунды»)
Тестирование	
bert status	вывод информации о запущенном тесте
bert trial	вывод текущих результатов теста

21.4. Пакетный джиттер

Команда	Действие
Настройки по умолчанию	
default jitter	сброс пользовательских настроек к заводским установкам
Настройки	
jitter port [a b]	выбор порта, на котором будет происходить измерение джиттера
jitter threshold <int>	задание порогового значения джиттера, мс
jitter duration <hh.mm.ss>	задание времени измерения джиттера (указывается общая длительность теста в формате «часы:минуты:секунды»)

21.5. Тестовый поток

Команда	Действие
Настройки по умолчанию	
default txgen	сброс пользовательских настроек к заводским установкам
Заголовок	
txgen header mpls count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток на передачу
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 (число в диапазоне 0-255)
txgen header autoarp [off on]	выключение/включение функции автоматического проведения ARP-запроса
txgen header dffserv [prec+tos dscp]	выбор полей для задания класса обслуживания трафика

Команда	Действие
txgen header dscp <int>	здать 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 automac	проведение ARP-запроса, в результате которого вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя
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 (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
txgen frame random max <int>	установка максимального значения размера кадра в случае равномерного закона распределения (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
txgen frame constant <int>	установка размера кадра для тестирования (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
txgen frame type [constant random]	выбор закона изменения размера кадра
Ограничение генерации	
txgen limit type [by time by packets by bytes]	выбор способа ограничения генерации тестового трафика
txgen limit duration <hh.mm.ss>	установка времени, по истечении которого завершится тест (в формате «часы:минуты:секунды»)
txgen limit bytes <int>	установка количества байтов, после генерации которого завершится тест
txgen limit frames <int>	установка количества пакетов, после генерации которого завершится тест
Параметры тестирования	
txgen rate <int> <% kbps mbps>	ввод требуемой нагрузки
txgen cir value <int> <% kbps mbps>	ввод значения информационной (L2) скорости
Тестирование	
txgen status	вывод информации о запущенном тесте

21.6. Приказ 870

Команда	Действие
order870 status	вывод информации о запущенном тесте
order870 topology tx < a b remote >	выбор порта передачи
order870 topology rx < a b remote >	выбор порта приёма
order870 topology remote ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса дистанционного прибора
order870 copy [1-10] [1-10]	скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого
order870 nservices <int>	задать количество тестируемых сервисов
order870 service <int>	выбрать сервис
order870 duration <hh.mm.ss>	установить длительность измерений (в формате «часы:минуты:секунды»)
order870 serv_setup header autoarp < off on >	включить/выключить функцию автоматического проведения ARP-запроса
order870 serv_setup header src mac <XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес отправителя
order870 serv_setup header src ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес отправителя
order870 serv_setup header src udp <int>	установить номер UDP-порта отправителя
order870 serv_setup header dst automac	проведение ARP-запроса, в результате которого вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя
order870 serv_setup header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес получателя
order870 serv_setup header dst ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес получателя
order870 serv_setup header dst udp <int>	установить номер UDP-порта получателя
order870 serv_setup header vlan count < off 1 2 3 >	установить количество VLAN-меток
order870 serv_setup header vlan [1-3] id <int>	установить значение идентификатора VLAN
order870 serv_setup header vlan [1-3] priority <int>	установить значение приоритета трафика
order870 serv_setup header mpls count < off 1 2 3 >	установить количество MPLS-меток
order870 serv_setup header mpls [1-3] label <long>	установить значение MPLS-метки
order870 serv_setup header mpls [1-3] cos <int>	установить класс обслуживания пакета с меткой
order870 serv_setup header mpls [1-3] ttl <int>	установить время жизни пакета с меткой (число в диапазоне 0-255)
order870 serv_setup header diffserv < prec+tos dscp >	выбрать поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
order870 serv_setup header dscp text	установить значение поля DSCP
order870 serv_setup header precedence <int>	установить значение приоритета кадра
order870 serv_setup header tos text	установить тип обслуживания пакета
order870 serv_setup frame <int>	установить размер кадра для сервиса (в байтах, в диапазоне 64-9600 байт)
order870 serv_setup rate <int> <% kbps mbps>	установить значение информационной (L2) скорости

order870 serv_setup sla est_pd < off on >	включить или выключить оценку средней задержки передачи пакетов данных
order870 serv_setup sla pd	установить значение средней задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA (в миллисекундах)
order870 serv_setup sla est_pdv < off on >	включить или выключить оценку вариации задержки передачи пакетов данных
order870 serv_setup sla pdv	установить значение вариации задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA (в миллисекундах)
order870 serv_setup sla est_pl < off on >	включить или выключить оценку коэффициента потерь пакетов данных
order870 serv_setup sla pl	установить значение коэффициента потерь пакетов данных (в процентах)
order870 serv_setup sla est_bw < off on >	включить или выключить оценку пропускной способности канала передачи данных
order870 serv_setup sla bw <int> <% kbps mbps>	установить значение пропускной способности канала передачи данных, соответствующее SLA, при которой гарантированно нет потерь пакетов (по умолчанию – в процентах)

21.7. Тест времени

Команда	Действие
default testtime	сброс пользовательских настроек к заводским установкам
testtime mode < ntp ptp >	выбор режима работы прибора: проверка сервера по протоколу синхронизации NTP или PTP
testtime duration <hh.mm.ss>	установка длительности анализа (в формате «часы:минуты:секунды»)
testtime ntp server reference <text>	установка IP-адреса или доменного имени эталонного сервера
testtime ntp server test <text>	установка IP-адреса или доменного имени сервера, для которого требуется измерить расхождение шкал времени относительно опорного сервера
testtime ptp reference port < a b >	выбор порта, для которого задаётся опорный сервер
testtime ptp reference delay < e2e p2p >	выбор механизма определения задержки для опорного сервера: «E2E» или «P2P»
testtime ptp reference domain <int>	установка номера PTP-домена в соответствии с IEEE 1588 для опорного сервера
testtime ptp test port < a b >	выбор порта, для которого задаётся тестовый сервер
testtime ptp test delay < e2e p2p >	выбор механизма определения задержки для тестового сервера: «E2E» или «P2P»

testtime ptp test domain <int>	установка номера РТР-домена в соответствии с IEEE 1588 для тестового сервера
--------------------------------	--

21.8. Тестовые данные

Команда	Действие
testdata port < a b >	выбор порта для приёма данных, сгенерированных программой «Тестовый поток» и переданных на тестируемое устройство

21.9. Шлейф

Примечание. Настройки шлейфа вступают в силу только после выполнения команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

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

21.10. Транзит

Примечание. Включение и выключение режима «Транзит» возможно только после выполнения команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

Команда	Действие
passthrough < off transit transit+test >	«off» – отключить передачу транзитного трафика. В этом режиме возможен обмен трафиком через порты А и В средствами ОС устройства. «transit» – включить транзит без добавления тестового трафика: прибор пропускает через себя пакеты с порта А (В) на порт В (А). Обмен трафика с ОС устройства невозможен, доступна только транзитная передача. «transit+test» – включить транзит с добавлением тестового трафика: передача сетевого трафика осуществляется с порта А (В) на порт В (А) с добавлением тестового трафика.

21.11. Синхронизация времени

Команда	Действие
timesync syncmode < ntp ptp >	выбор режима автосинхронизации: «РТР» или «NTP»
timesync enable < no yes >	включение/выключение выбранного режима автосинхронизации
timesync ptp mode < slave master >	выбор режима работы прибора: ведомый или ведущий
timesync ptp port < a b >	выбор интерфейса для работы с РТР: «А» или «В»
timesync ptp delay < e2e p2p >	выбор механизма определения задержки: «E2E» или «P2P»
timesync ptp domain <int>	установка номера РТР-домена в соответствии с IEEE 1588

Команда	Действие
timesync ntp servers [1-4] text	установка адресов NTP-серверов

21.1. Тестовые конфигурации

Команда	Информация, выводимая в консоль
testconf 1	переход в первую тестовую конфигурацию
testconf 2	переход во вторую тестовую конфигурацию
testconf show	номер текущей тестовой конфигурации

21.2. Параметры сети

Примечание. Настройки сетевых параметров вступают в силу только после выполнения команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

Команда	Действие
Порт A/B	
network [a b] dhcp [off on]	включение/выключение функции DHCP
network [a b] ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса
network [a b] subnet <i.i.i.i>	установка маски подсети
network [a b] gateway <i.i.i.i>	установка IP-адреса шлюза
network [a b] dns <i.i.i.i>	установка IP-адреса сети, который содержит базу DNS
Порт LAN	
lan dhcp [off on]	включение/выключение функции DHCP
lan ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса
lan subnet <i.i.i.i>	установка маски подсети
lan gateway <i.i.i.i>	установка IP-адреса шлюза
MPLS	
network mpls [off on]	выключение/включение возможности отправки пакетов с MPLS-метками

21.3. Параметры интерфейсов

Примечание. Настройки параметров интерфейсов вступают в силу только после выполнения команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

Команда	Действие
Порт A/B	
gbe [a b] speed [autoneg. 10 100 1000]	выбор скорости передачи данных
gbe [a b] state [off on]	выключение/включение порта
gbe [a b] mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	задание MAC-адреса порта
gbe [a b] vlan count [off 1 2 3]	ввод количества VLAN-тегов
gbe [a b] vlan [1-3] id <int>	установка значения идентификатора VLAN
gbe [a b] vlan [1-3] priority <int>	установка значения приоритета трафика
gbe [a b] mpls tx lsr <i.i.i.i>	установка IP-адреса интерфейса маршрутизатора, осуществляющего коммутацию по меткам
gbe [a b] mpls tx rule [off on]	выключение/включение правила на отправку пакетов в подсеть
gbe [a b] mpls tx subnet <i.i.i.i>	установка IP-адреса подсети
gbe [a b] mpls tx mask <i.i.i.i>	установка маски подсети

Команда	Действие
gbe [a b] mpls tx stack count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток, которое будет добавлено в передаваемый пакет
gbe [a b] mpls tx stack [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки в передаваемых пакетах
gbe [a b] mpls tx stack [1-3] cos <int>	установка класса обслуживания пакета с MPLS-меткой
gbe [a b] mpls tx stack [1-3] ttl <int>	установка времени жизни пакета с MPLS-меткой (число в диапазоне 0-255)
gbe [a b] mpls rx count [off 1 2 3]	выбор количества MPLS-меток в принимаемых пакетах
gbe [a b] mpls rx [1-3] label <int>	установка значения MPLS-метки в принимаемых пакетах
Порт LAN	
lan mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	задание MAC-адреса для порта
lan vlan count [off 1 2 3]	выбор количества VLAN-тегов
lan vlan [1-3] id <int>	установка значения идентификатора VLAN
lan vlan [1-3] priority <int>	установка значения приоритета трафика

21.4. Общие команды

Команда	Действие
exit	выход из режима конфигурации
help	вывод списка доступных команд
history	просмотр последних десяти введённых команд
settings apply	применение настроек
settings save	сохранение настроек
timezone < utc+2 utc+3 utc+4 utc+5 utc+6 utc+7 utc+8 utc+9 utc+10 utc+11 utc+12 >	выбор временной зоны
time <hh.mm.ss>	настройка текущего времени
date <dd.mm.yy>	настройка текущей даты

22. Методика поверки

Порядок проведения поверки приведён в методике поверки.

23. Техническое обслуживание прибора

Техническое обслуживание прибора состоит из следующих операций:

- периодический внешний осмотр устройства, блока питания и кабелей с целью содержания в исправном и чистом состоянии;
- периодический заряд аккумуляторной батареи для увеличения её срока службы и поддержания номинальной ёмкости.

Примечание. При длительном хранении прибора на складе батарею рекомендуется заряжать 1 раз в 3 месяца.

23.1. Процедура заряда аккумуляторной батареи

Аккумуляторную батарею следует заряжать:

- при частичном или полном разряде в процессе эксплуатации прибора;
- если при полностью разряженной батарее прибор не использовался больше 1 месяца;
- если при полностью заряженной батарее прибор не использовался больше 4 месяцев.

Для заряда аккумуляторной батареи следует подключить к прибору внешний блок питания и убедиться, что заряд начался — светодиодный индикатор «Power» горит оранжевым. После окончания заряда цвет индикатора изменится на зелёный.

Если прибор длительное время не использовался или находился на хранении, его батарея полностью разряжается. В этом случае при подключении блока питания будет проведён предварительный подзаряд аккумуляторной батареи безопасным малым током, который может продолжаться до 48 часов. При этом значение тока, отображаемое в меню «Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Аккумулятор», составляет 0 А. Как только значение тока достигнет >0.5 А, начнётся заряд в обычном режиме, длительность которого составит около 2-3 часов.

Если в течение 20-24 часов прибор не начал заряжаться (индикатор «Power» горит зелёным), следует вынуть штекер блока питания из прибора на 5-10 секунд, а затем вставить обратно. Если заряд так и не начался, необходимо повторить данную процедуру еще 2 раза: через каждые 24 часа заряда вынимать и вставлять штекер блока питания. Если после выполнения вышеперечисленных действий (3-х суток заряда) батарея так и не подзарядилась, не зарядилась полностью или не вышла на процедуру заряда, следует обратиться в техническую поддержку (см. раздел 24).

Примечание. Инструкция, приведённая выше, актуальна для приборов с аппаратными версиями 4.0, 4.1, 4.2.

24. Техническая поддержка

Заявки по всем техническим вопросам принимаются службой поддержки по рабочим дням с 10:00 до 18:00. Обратиться в службу можно:

- по телефону: +7 (812) 330-0118;
- по e-mail: support@metrotek.ru.

25. Спецификации

25.1. Интерфейсы

Измерительные интерфейсы (А и В)	2×RJ-45 (10/100/1000 BASE-T)
	2×1G SFP (1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-EX, 1000 BASE-T)
Интерфейсы управления	1×RJ-45 (10/100/1000BASE-T)
	1×USB B
Дополнительные интерфейсы	1×micro SD
	1×USB A (host)

25.2. Общие характеристики

Физические параметры	
Габаритные размеры измерительного блока (Д×Ш×В)	200×101×44 мм
Масса измерительного блока	0,54 кг
Дисплей, клавиатура	
Дисплей	320×240 точек, цветной
Клавиатура	Алфавитно-цифровая (25 клавиш)
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	
Напряжение внешнего источника питания	18 В
Потребляемая мощность	6-24 Вт
Батарея	Li-ion
Время заряда батареи	около 3 часов
Время работы от батареи	до 6 часов (время работы зависит от типа выполняемых тестов и условий эксплуатации)
Измерение объёма данных	
Диапазон измерений количества информации (объёма данных), байт:	от 10 до 10 ¹¹
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений количества информации (объёма данных) в диапазоне, байт: от 10 до 10 ⁷ включ.: свыше 10 ⁷ до 10 ¹¹ :	±10 ±К×10 ⁻⁴ , где К - измеренное значение количества информации (объёма данных), байт
Другое	
Платформа	Не модульная, на базе Linux
Гарантия	12 или 24 месяца

25.3. Тестирование

Сохранение отчётов	<ul style="list-style-type: none">– BERT, RFC 2544, Y.1564, пакетный джиттер– Форматы отчётов: pdf, docx, html, txt
RFC 2544	<ul style="list-style-type: none">– Асимметричное тестирование– Симметричное тестирование– Пропускная способность– Потери кадров– Задержка

	<ul style="list-style-type: none"> – Предельная нагрузка – Параллельное тестирование – Задаваемые размеры кадров – Графические результаты – Задание параметров кадров
ITU-T Y.1564	<ul style="list-style-type: none"> – До 10 потоков данных с независимой конфигурацией нагрузки и заголовков кадра – Тесты конфигурации – Тест производительности – Тест CIR – Тест EIR – Тест Traffic Policing – Измеренное значение пропускной способности IR – Потери кадров (FLR) – Задержка передачи данных (FTD) – Отклонение задержки передачи данных (FDV) – Задание допустимого уровня потерь кадров – Задание допустимых уровней FTD, FDV – Задание M-фактора – Однонаправленное тестирование – Задание параметров кадров
Приказ 870	<ul style="list-style-type: none"> – До 4 потоков данных с независимой конфигурацией нагрузки и заголовков кадра – Измеренное значение пропускной способности на уровне L2 – Средняя задержка передачи пакетов данных (PD - Packet delay) – Вариация задержки передачи пакетов данных (PDV - Packet delay Variation) – Коэффициент потерь пакетов данных (PL - Packet Loss) – Пропускная способность канала передачи данных (BW L2) – Задание допустимого уровня потерь кадров – Задание допустимых уровней PD, PDV – Задание допустимого уровня пропускной способности – Однонаправленное тестирование – Задание параметров кадров
BERT	<ul style="list-style-type: none"> – Физический, канальный, сетевой, транспортный уровни тестирования – Результаты анализа: BITs, EBITs, BER, LSS, %LSS, LOS, %LOS – Тестовые последовательности: CRTP, 2e11-1, 2e15-1, 2e20-1, 2e23-1, 2e29-1, 2e31-1, задаваемая пользователем (4 байта) – Режим случайного и постоянного размера кадров – Задание параметров кадров
Пакетный джиттер	<ul style="list-style-type: none"> – Выбор порогового значения джиттера – Задание длительности измерений – PKTs – общее число принятых пакетов – OOPs, %OOPs – количество и процент пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были отправлены – INOPs, %INOPs – количество и процент пакетов, принятых в том же порядке, в котором они были отправлены – Процент пакетов с джиттером меньше заданного порога – Процент пакетов с джиттером, большим или равным заданному порогу – Графическое и табличное отображения распределения джиттера
IP-инструменты	<ul style="list-style-type: none"> – Эхо-запрос (Ping) – Маршрут (Traceroute) – DNS lookup – TCP-клиент
Настройка параметров кадров	<ul style="list-style-type: none"> – MAC- и IP-адрес отправителя/получателя – Номер порта отправителя/получателя

	<ul style="list-style-type: none"> – Поля VLAN, MPLS, ToS, Precedence, DSCP – Размеры кадров 64–9600 байт
Статистика (RFC 2819)	<ul style="list-style-type: none"> – По типам кадров – По размерам кадров – По уровням – По ошибочным кадрам – Количество принятых и переданных пакетов – Отображение нагрузки на порту в реальном времени – Типы кадров: broadcast, multicast, unicast – Распределение по размерам – Количество кадров, переданных на канальном и сетевом уровнях – Пакеты сверхмалой (runt), сверхбольшой (jabber) длины и пакеты с ошибочной CRC
Транзит	<ul style="list-style-type: none"> – Включение в разрыв соединения между сетевыми устройствами – Сбор статистических данных о проходящем трафике
Шлейф (Loopback)	<ul style="list-style-type: none"> – Интеллектуальный шлейф на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях – Возможность подмены MAC-адресов, VLAN-меток, IP-адресов, UDP/TCP-портов
Генерация тестового потока	<p>Возможность задавать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – размер кадра; – длительность генерации; – величину нагрузки; – параметры заголовков кадра.
Тест времени	Измерение расхождения шкал времени в сетях операторов связи относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC (SU) в соответствии с приказом Минкомсвязи России №277
Тестовые данные	Измерение количества переданных и принятых данных, а также продолжительность сеанса передачи в соответствии с приказом Минкомсвязи России №277
Перехват ARP	Отслеживание ARP-ответов, передающихся в сети, и «перехват» содержащихся в них IP- и MAC-адресов сетевых устройств
Удалённое управление	<ul style="list-style-type: none"> – Через USB-консоль – По сети с использованием SSH-протокола – Доступ к результатам тестов и отчётам через Web-интерфейс
Прочее	<ul style="list-style-type: none"> – ET-обнаружение: конфигурация режима «Шлейф» на удалённом Беркут-ET – OAM: включение режима «Шлейф» канального уровня на удалённом устройстве по протоколу OAM в соответствии со стандартом IEEE 802.3ah – Тест кабеля – тест медного кабеля на обрыв, короткое замыкание, определение расстояния до точки обрыва – Пользовательские конфигурации – параллельное проведение 2 тестов BERT и/или RFC 2544 – Двухнаправленный тест RFC 2544 – LACP монитор - проверка состояния агрегированных каналов – Информация об SFP - вывод сведений об SFP-модуле: производитель, модель, поддерживаемый режим передачи данных и т. д. – Синхронизация времени - поддержка протоколов PTPv2 (IEEE 1588) и NTPv4 (RFC 5905) – Поддержка VLAN Q-in-Q и MPLS
Профили	<ul style="list-style-type: none"> – Настройки топологий, заголовков и размеров кадров для тестов RFC 2544, Y.1564, BERT, пакетный джиттер, тестовый поток, а также индивидуальные настройки для каждого из этих тестов – Настройки сетевых интерфейсов – Настройки IP-утилит: эхо-запрос, маршрут, TCP-клиент

25.4. Опции поставки

ETIP	Поддержка сетевых программ и протоколов: Traceroute, DNS lookup, перехват ARP.
ETWEB	Тестирование HTTP-соединений (требует опции ETIP).
ETJT	Измерение пакетного джиттера в соответствии с методикой RFC 4689. Результаты анализа: PKTs, OOOps, INOPs, %OOOPs, %INOPs, распределение джиттера, количество пакетов, джиттер которых был меньше/больше заданного порога. Режим случайного и постоянного размера кадра.
ETRC	Удалённое управление прибором по протоколу SSH, VNC управление через WEB.
ETMM	Тесты конфигурации и служб по рекомендации Y.1564. Возможность настройки до 10 сервисов с индивидуальными параметрами: MAC/VLAN/MPLS/IP/ToS/нагрузка.
ETAT ¹⁵	Асимметричное тестирование: <ul style="list-style-type: none"> – измерение односторонней задержки, пропускной способности канала, потерь пакетов и джиттера; – диагностика каналов, характеристики которых различны для передающего и приёмного направлений.
ETBIDIR ¹⁶	Двунаправленный тест по методике RFC 2544.
ET2P ¹⁶	Поддержка двух передатчиков: проведение измерений на двух интерфейсах.
ETPTP	Синхронизация по протоколу RTPv2 позволяет выполнять измерение задержки по методике RFC 2544, а также анализ по рекомендации Y.1564 при тестировании асимметричных каналов. Асимметричное тестирование ¹⁵ : <ul style="list-style-type: none"> – измерение односторонней задержки, пропускной способности канала, потерь пакетов и джиттера; – диагностика каналов, характеристики которых различны для передающего и приёмного направлений.
ETMPLS	Поддержка до 3-х MPLS меток, конфигурация MPLS Label, MPLS CoS и MPLS TTL.
ETTIME	Измерение разности (расхождения) шкал времени в сетях операторов связи относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC (SU) в соответствии с приказом Минкомсвязи России №277.
ETDATA	Измерение количества переданной (принятой) информации (данных) и продолжительности сеанса передачи данных в соответствии с приказом Минкомсвязи России №277.
ETLACP	Диагностика передачи управляющих пакетов протоколов второго уровня (Layer 2 Control Protocol).
ETSDT	Обнаружение и измерение кратковременных прерываний сервиса (Service Disruption Test).
ET870	Измерение параметров сетей передачи данных и обработка результатов в соответствии с приказом Минсвязи России №870 в автоматизированном режиме.

¹⁵ Начиная с версии ПО 4.0.26/1.1.34, опция ETAT (асимметричное тестирование) входит в состав опции ETPTP. При открытии опции ETAT отдельно, не в составе ETPTP, функция асимметричного тестирования по-прежнему будет активирована, при этом опция ETAT в списке опций не отобразится.

¹⁶ Начиная с версии ПО 4.0.26/1.1.34, двунаправленный тест и функция поддержки двух передатчиков включены в состав программного обеспечения прибора. Активация опций ET2P и ETBIDIR не требуется. Если ключ для опций содержит ET2P и ETBIDIR, после активации ключа эти опции не отобразятся в списке опций.

26. Методика проверки на соответствие приказу Минкомсвязи России №277

Данная методика определяет порядок проведения проверки прибора Беркут-ЕТ на соответствие приказу Минкомсвязи России №277 «Об утверждении Обязательных метрологических требований к измерениям, относящимся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в части компетенции Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации». Версия программного обеспечения прибора Беркут-ЕТ должна быть не ниже 1.1.18.

1. Порядок проверки выполнения требований по количеству переданной (принятой) информации (данных):
 - 1.1. Подключить блок питания к разъёму питания и включить прибор Беркут-ЕТ.
 - 1.2. Подключить порты А, В и LAN Беркут-ЕТ к маршрутизатору (см. рис. 26.1).
 - 1.3. Убедиться, что соединение установлено – индикатор «Link» портов А, В и LAN горит зелёным.
 - 1.4. Подключить прибор, с помощью которого выполняется проверка (далее по тексту – проверяющий прибор), к маршрутизатору (см. рис. 26.1).
 - 1.5. Подключить персональный компьютер непосредственно к Беркут-ЕТ или к локальной сети, в которой находится Беркут-ЕТ.

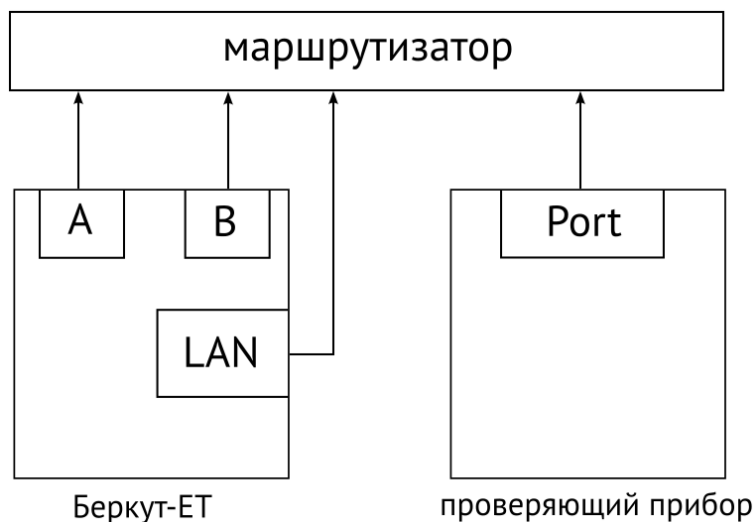


Рисунок 26.1. Схема подключения приборов для проверки выполнения требований по количеству переданной (принятой) информации

Примечание. На рис. 26.1 приведена общая схема подключения Беркут-ЕТ без учета особенностей подключения проверяющего прибора.

- 1.6. Подключиться к Беркут-ЕТ по протоколу SSH под учётной записью «admin».
- 1.7. Сбросить статистику на портах А и В.

- 1.8. Включить режим «Транзит».
- 1.9. На проверяющем приборе включить генерацию тестовых данных.
- 1.10. После завершения генерации посмотреть статистику на Беркут-ЕТ.
- 1.11. Сравнить количество пакетов и байтов, переданное проверяющим прибором, с количеством пакетов и байтов, зафиксированных Беркут-ЕТ.
- 1.12. При необходимости повторить процедуру генерации тестовых данных.
2. Порядок проверки выполнения требований по расхождению шкалы времени:
 - 2.1. Подключить блок питания к разъёму питания и включить прибор Беркут-ЕТ.
 - 2.2. Подключить порт А (В) и порт LAN Беркут-ЕТ к маршрутизатору (см. рис. 26.2).
 - 2.3. Убедиться, что соединение установлено – индикатор «Link» портов А (В) и LAN горит зелёным.
 - 2.4. Подключить проверяющий прибор с установленным NTP-клиентом к маршрутизатору (см. рис. 26.2).
 - 2.5. Подключить ПК непосредственно к Беркут-ЕТ или к локальной сети, в которой находится Беркут-ЕТ.

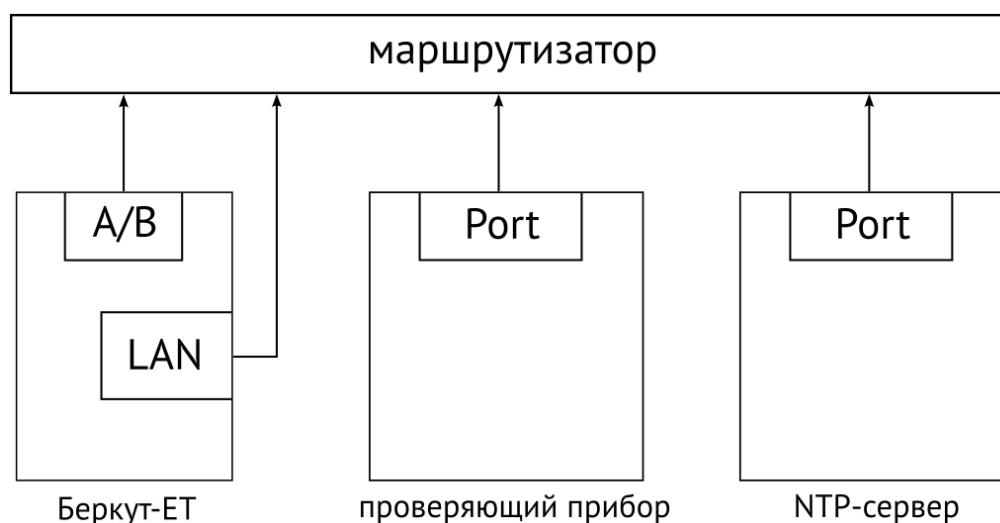


Рисунок 26.2. Схема подключения приборов для проверки выполнения требований по расхождению шкалы времени

Примечание. На рис. 26.2 приведена общая схема подключения Беркут-ЕТ без учета особенностей подключения проверяющего прибора.

- 2.6. Подключиться к Беркут-ЕТ по протоколу SSH под учётной записью «user».
- 2.7. Перейти под учетную запись «root».
- 2.8. Настроить Беркут-ЕТ в качестве NTP-сервера.

- 2.9. Задать эталонный NTP-сервер.
- 2.10. Проверить подключение к сети, в которой находится эталонный NTP-сервер.
- 2.11. Оставить Беркут-ЕТ и проверяющий прибор подключенным к сети на 86 400 с (24 часа).
- 2.12. Каждый тестовый период проверяющий прибор определяет значение допускаемой погрешности измерения расхождения шкалы времени.
- 2.13. Убедиться, что значение допускаемой погрешности находится в пределах $\pm 0,3$ с.

27. Справочные таблицы

Таблица 27.1. 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 27.2. 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 27.3. 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.

Значение	Описание	Примечание
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 27.4. Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP

Класс трафика	Значение поля DSCP
Default	000000
AF11	001010
AF12	001100
AF13	001110
AF21	010010
AF22	010100
AF23	010110
AF31	011010
AF32	011100
AF33	011110
AF41	100010
AF42	100100
AF43	100110
EF	101110

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 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[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 27.5. 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 27.6. 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

28. Структура кадров

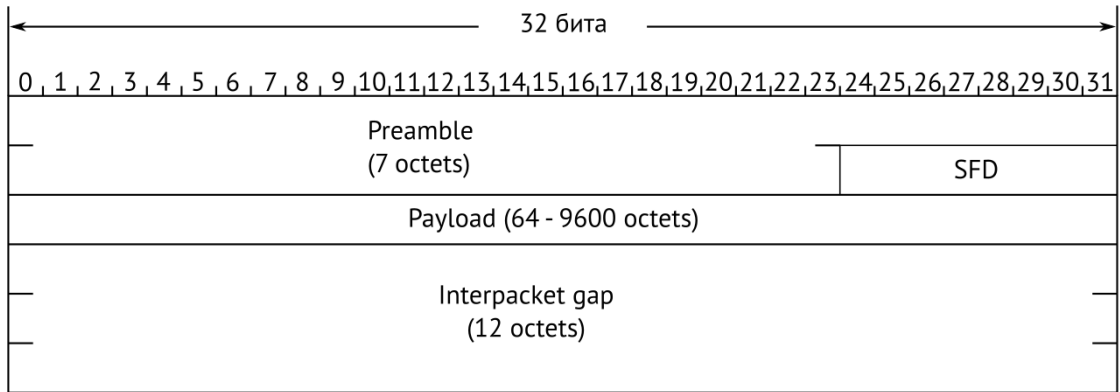


Рисунок 28.1. Структура пакета 1-го уровня

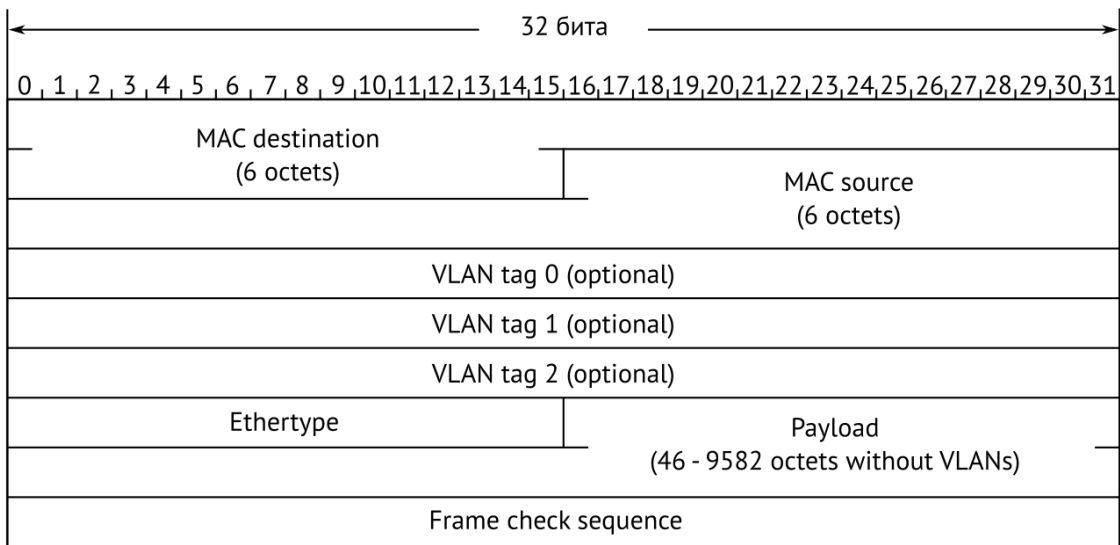


Рисунок 28.2. Структура кадра 2-го уровня

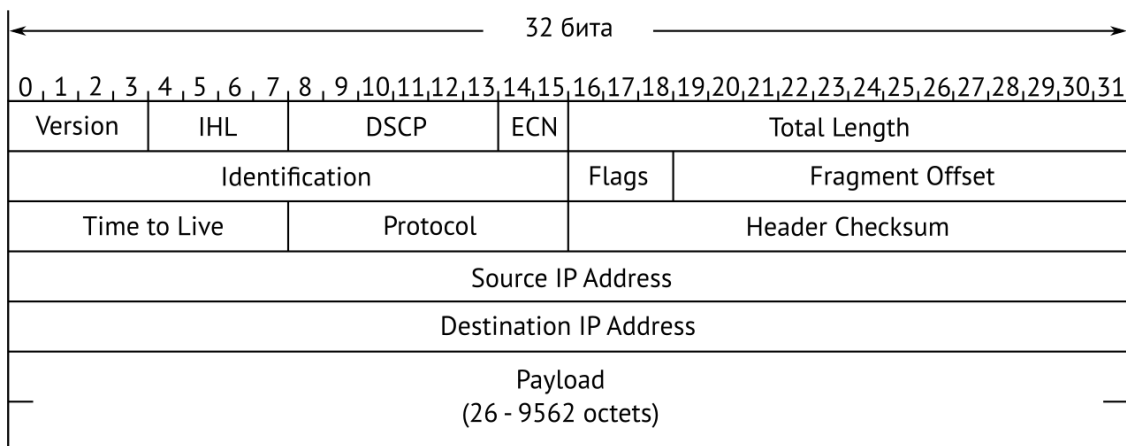


Рисунок 28.3. Структура пакета 3-го уровня

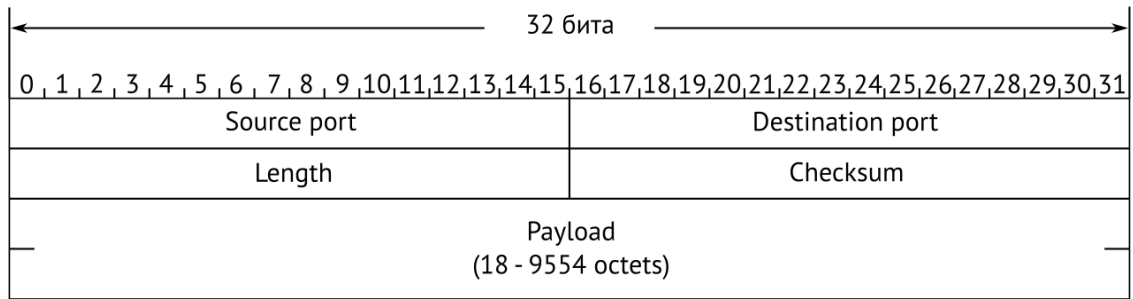


Рисунок 28.4. Структура дейтаграммы 4-го уровня

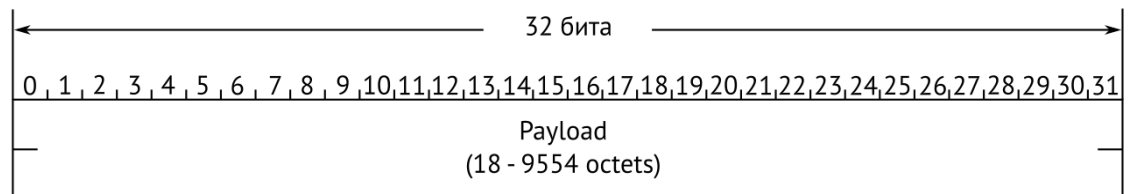


Рисунок 28.5. Данные дейтаграммы 5-го уровня

29. Литература

- [1] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Networks.
- [2] RFC 791, Postel, J., «Internet Protocol», DARPA, September 1981.
- [3] RFC 826, Plummer, D., «Ethernet Address Resolution Protocol or converting network protocol addresses to 48.bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware», November 1982.
- [4] RFC 1349, Almquist, P., «Type of Service in the Internet Protocol Suite», July 1992.
- [5] RFC 2544, «Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices», S. Bradner and J. McQuaid, March 1999.
- [6] RFC 4689, «Terminology for Benchmarking Network-layer Traffic Control Mechanisms», S. Poretsky, October 2006.
- [7] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment».
- [8] IEEE 802.3ah, «Ethernet in the First Mile Task Force».
- [9] IEEE 802.3, «Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and Physical Layer specifications».
- [10] ITU-T Y.1564 (03/2011), «Ethernet service activation test methodology».
- [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.
- [14] ITU-T Y.1563 (01/2009), «Ethernet frame transfer and availability performance».
- [15] IEEE 1588, «Standard for A Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems».
- [16] RFC 5905, «Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification», D. Mills, U. Delaware, J. Martin, June 2010.