

# Анализатор 10 Gigabit Ethernet Беркут-ЕТХ

Руководство по эксплуатации

ДДГМ.030.000.001 РЭ

Редакция 17, 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.

# Оглавление

1. Общие сведения .....	5
1.1. Область применения .....	5
1.2. Основные возможности .....	5
2. Комплектация .....	7
3. Условные обозначения и сокращения .....	7
4. Меры безопасности .....	8
4.1. Общие указания .....	8
4.2. Электропитание .....	8
4.3. Лазер .....	8
5. Описание прибора .....	9
5.1. Клавиатура .....	9
5.2. Светодиодные индикаторы лицевой панели .....	10
5.3. Строка статуса .....	11
5.4. Внешние разъёмы .....	12
5.5. Структура управляющего меню .....	13
5.6. Состояние тестирования .....	14
6. Настройки .....	15
6.1. Параметры сети .....	15
6.2. Параметры интерфейсов .....	16
6.3. Установки прибора .....	20
6.4. Профили .....	25
6.5. Протоколирование событий (Log) .....	26
7. Версии программного обеспечения .....	27
8. Инструменты .....	29
8.1. Эхо-запрос (Ping) .....	29
8.2. Маршрут (Traceroute) .....	31
8.3. DNS (DNS lookup) .....	33
8.4. Просмотр кадров .....	34
8.5. Шлейф .....	38
9. Измерения .....	43
9.1. Типовые схемы подключения .....	43
9.2. Топология тестов .....	45
9.3. Варианты выполнения тестирования .....	46
9.4. Методика RFC 2544 .....	52
9.5. RFC 2544. Подготовка к проведению анализа .....	55
9.6. RFC 2544. Проведение анализа .....	64

9.7. Y.1564.....	69
9.8. Приказ №870.....	78
9.9. BERT .....	85
9.10. Пакетный джиттер .....	90
9.11. Генератор трафика .....	93
9.12. Статистика .....	96
10. Сохранение результатов тестов и статистики .....	99
11. Удалённое управление .....	101
11.1. Подключение к ПК по интерфейсу USB.....	101
11.2. Удалённое управление по протоколу TELNET.....	101
11.3. Удалённое управление через WWW-интерфейс .....	103
11.4. Создание отчёта об измерениях .....	105
11.5. Получение моментальных снимков экрана.....	108
12. Обновление версий программного обеспечения .....	109
13. Справочные таблицы .....	111
14. Команды удалённого управления .....	114
15. Структура пакета IPv4 .....	128
16. Структура Ethernet-кадра .....	128
17. Техническая поддержка .....	130
18. Спецификации .....	131
18.1. Интерфейсы .....	131
18.2. Тестирование .....	131
18.3. Общие характеристики .....	132
18.4. Опции поставки.....	133
19. Устранение неисправностей .....	135
20. Техническое обслуживание тестера.....	136
20.1. Процедура заряда аккумуляторной батареи .....	136
21. Глоссарий.....	137
22. Литература .....	140

# 1. Общие сведения

Тестер-анализатор Беркут-ЕТХ предназначен для проведения анализа и диагностического тестирования оборудования в сетях, основанных на технологии Ethernet. Прибор поддерживает полный диапазон скоростей — от 10 Мбит/с до 10 Гбит/с.



Рисунок 1.1. Внешний вид тестера-анализатора Беркут-ЕТХ

## 1.1. Область применения

- Паспортизация каналов и диагностика неисправностей в сетях, использующих технологию Ethernet со скоростями 10/100/1000 Мбит/с и 10 Гбит/с.
- Проверка соответствия качества предоставляемых услуг соглашению об уровне обслуживания SLA (для служб Voice over IP (VoIP), Video over IP).

## 1.2. Основные возможности

### 1. Интерфейсы:

- 10G Ethernet: SFP+;
- 1G Ethernet: SFP (1000BaseX) / RJ-45 (10/100/1000BaseT);
- LAN 10/100 BASE-T;
- USB 1.1/2.0.

### 2. Тестирование в соответствии с методикой RFC 2544 [3]:

- пропускная способность;
- задержка;
- уровень потерь кадров;
- предельная нагрузка.

3. Тестирование сетей по рекомендации Y.1564.

4. Измерение коэффициента битовых ошибок (BERT) на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровне с использованием стандартных и задаваемых пользователем последовательностей.

5. Поддержка технологии Q-in-Q (VLAN Stacking): вставка до 3-х VLAN меток. Возможность задания приоритета VLAN, VLAN ID.

6. Поддержка многопротокольной коммутации по меткам: вставка до 3-х MPLS меток.

7. Организация шлейфа на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях.

8. Режим интеллектуального поиска устройств: обнаружение других устройств Беркут-ЕТХ, Беркут-ЕТ или Беркут-ЕТЛ в сети с последующим включением на них режима «Шлейф» канального, сетевого или транспортного уровня посредством протокола OAM.

9. Генерация и анализ нескольких потоков данных для проверки работоспособности и качества обслуживания (QoS) различных услуг.

10. Управление прибором по протоколу TELNET.

11. Отображение результатов тестирования через WWW-интерфейс.

12. Измерение пакетного джиттера.

13. 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.

14. Сбор и отображение статистической информации по принимаемому и передаваемому трафику на физическом, канальном и сетевом уровнях в соответствии с методикой RFC 2819 [4].

## 2. Комплектация

Комплект поставки зависит от заказа и приведён в паспорте.

## 3. Условные обозначения и сокращения

В тексте руководства без расшифровки будут применяться сокращения, приведённые в таблице ниже.

*Таблица 3.1. Сокращения*

Сокращение	Комментарий
DUT	Device under test (Тестируемое устройство)
NUT	Network under test (Тестируемая сеть)
SLA	Service Level Agreement (Соглашение об уровне обслуживания)
QoS	Quality of Service (Качество обслуживания)
ПК	Персональный компьютер
ПО	Программное обеспечение
ЦП	Центральный процессор

## 4. Меры безопасности

### 4.1. Общие указания

- До начала работы с тестером-анализатором Беркут-ЕТХ внимательно изучите настоящее руководство по эксплуатации, назначение клавиш клавиатуры, внешних разъёмов и составных частей тестера.
- Перед использованием необходимо выдержать тестер в нормальных условиях не менее 2-х часов.
- Условия эксплуатации должны соответствовать условиям, представленным в разделе 18.3.
- При эксплуатации тестера 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 тестер и блок питания от ударов, попадания влаги и пыли, длительного воздействия прямых солнечных лучей.
- При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать тестер и блок питания от сети.
- Во внешнем блоке питания тестера имеется опасное для жизни напряжение. Запрещается эксплуатация блока питания с поврежденным корпусом.
- **Внимание!** Во избежание выхода из строя измерительных интерфейсов запрещается использовать прибор в сетях с фантомным (неуправляемым или неотключаемым) напряжением питания PoE.


### 4.2. Электропитание

Электропитание тестера осуществляется от внешнего импульсного блока питания (адаптера) со следующими номинальными характеристиками: напряжение 15–19 В, ток 2,1 А.

Адаптер подключается к прибору через специально предназначенный для этого разъём (см. рис. 5.4).

**Примечание:** для питания тестера от сети переменного тока используйте только блок питания, поставляемый с прибором.

### 4.3. Лазер

Для включения/выключения лазера используется клавиша , описанная в разделе 5.1, а также команды удалённого управления, см. раздел 14.

**Примечание:** запрещается подключение/отключение оптического волокна при включённом лазере.

**Примечание:** запрещается смотреть в выходное отверстие передатчика или в торец коннектора, чтобы определить, в активном ли состоянии находится волокно. Для этих целей служит светодиодный индикатор «Laser», который при включённом лазере горит красным (см. раздел 5.2).



## 5. Описание прибора

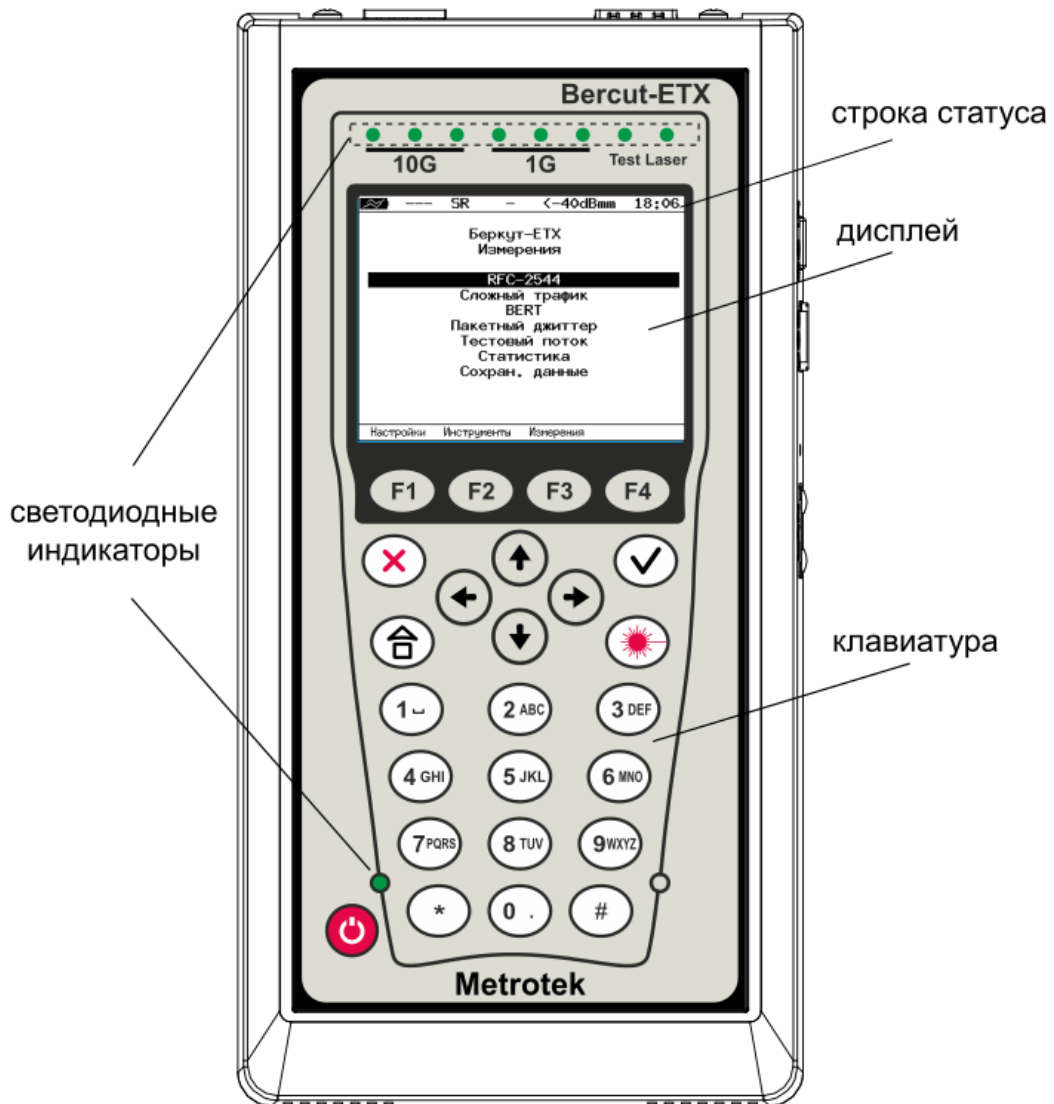







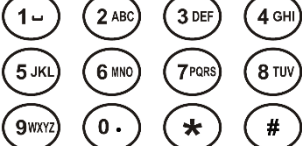


Рисунок 5.1. Лицевая панель

### 5.1. Клавиатура

Таблица 5.1. Назначение клавиш клавиатуры

Клавиша	Описание
	<i>Включение/выключение прибора</i> Для включения или выключения питания прибора необходимо нажать и удерживать клавишу в течение 2–3 с.
	<i>Главное меню</i> Клавиша возврата в главное меню из любого подменю.
	<i>Ввод</i> При выборе пункта меню нажатие на клавишу обеспечивает переход в соответствующее меню. При выборе пункта меню, позволяющего вводить значения параметров, нажатие на клавишу обеспечивает переход в режим задания данных. Повторное нажатие на клавишу подтверждает введенные данные и служит для выхода из режима задания данных.

Клавиша	Описание
	<b>Лазер</b> При нажатии на клавишу на экране возникает сообщение с предложением включить лазер (в случае, если лазер выключен). При нажатии на клавишу <b>F3</b> («Да») лазер будет включен и светодиодный индикатор «Laser» (см. раздел 5.2) загорится красным. Выключение лазера осуществляется путём повторного нажатия на клавишу  .
	<b>Отмена/Выход</b> Клавиша перехода в предыдущее меню. В режиме задания данных служит для отмены ввода данных.
<b>F1 F2 F3 F4</b>	<b>Функциональные клавиши</b>
	<b>Клавиши управления курсором</b>
	<b>Клавиши ввода цифр, букв и символов</b> Цифры, буквы и символы, которые можно ввести с помощью цифровой клавиатуры, представлены в табл. 13.9.

## 5.2. Светодиодные индикаторы лицевой панели

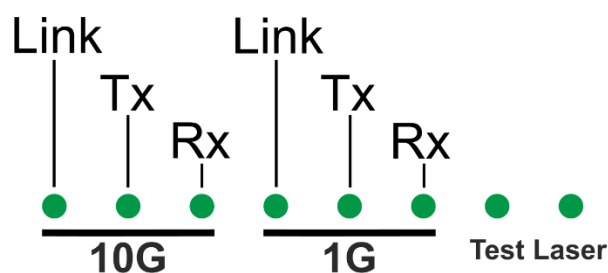


Рисунок 5.2. Светодиодные индикаторы

Таблица 5.2. Описание светодиодных индикаторов лицевой панели

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
Link	зелёный	горит постоянно	соединение с тестируемым оборудованием установлено
	красный	горит постоянно	соединения нет
	—	не горит	интерфейс неактивен
Tx	зелёный	мигает или горит постоянно	идёт передача пакетов
	—	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
	зелёный	мигает	включен режим «Шлейф»
	—	не горит	режим «Шлейф» выключен, тестирование не проводится
Laser	—	не горит	лазер выключен

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
	красный	горит постоянно	лазер включен

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

- зелёный — аккумуляторные элементы заряжены;
- зелёный (мигание) — заряд аккумуляторных элементов;
- зелёный (мерцание) — обновление версий ПО прибора.

### 5.3. Строка статуса

Строка статуса содержит данные о следующих параметрах (слева направо):

- заряд батареи;
- скорость соединения («—» означает, что соединение с тестируемым оборудованием не установлено);
- режим передачи данных SFP+ модуля;
- проводимый тест («—» означает, что тестирование в данный момент не осуществляется);
- уровень мощности сигнала на приёме;
- текущее время суток.

Проводимые тесты обозначаются в строке статуса аббревиатурами:

THR (throughput)	Анализ пропускной способности
LAT (latency)	Анализ задержки
FRL (frame loss)	Анализ уровня потерь кадров
BTB (back-to-back)	Анализ предельной нагрузки
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
CTR (complex traffic)	Генерация/приём сложного трафика
o870	Тестирование в соответствии с Приказом №870

## 5.4. Внешние разъёмы

Расположение внешних разъёмов на верхней и боковой панелях корпуса прибора показано на рисунках 5.3 и 5.4.

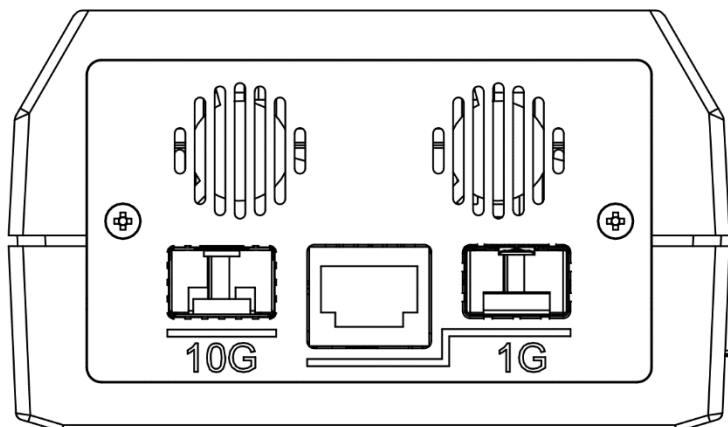


Рисунок 5.3. Верхняя панель тестера

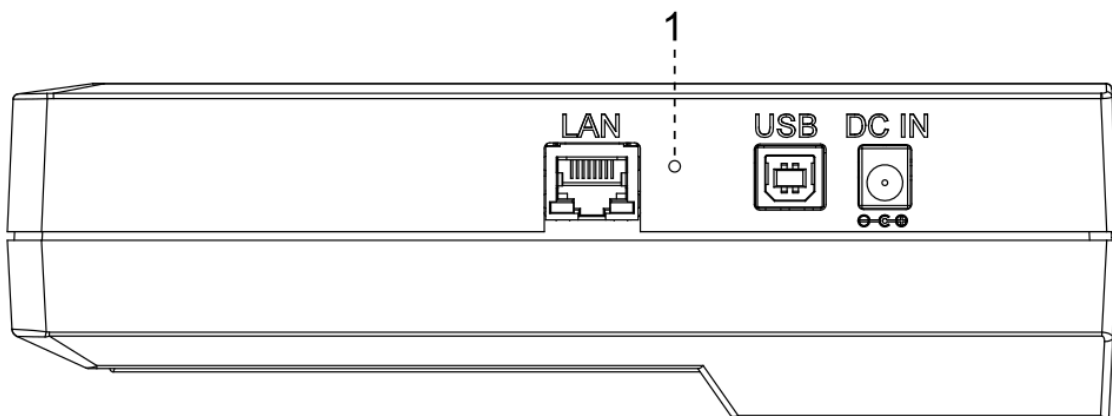


Рисунок 5.4. Боковая панель тестера

Маркировка	Назначение
10G	Разъём для подключения модуля SFP+. Поддерживаются как медные модули SFP+ RJ-45, так и оптические модули SFP+.
1G <sup>1</sup>	Разъём RJ-45 для подключения к тестируемому устройству или сети Ethernet/Gigabit Ethernet. Скорость передачи данных — 10/100/1000 Мбит/с. Разъём для подключения SFP-модулей. Поддерживаются как медные модули SFP RJ-45, так и оптические SFP-модули.
LAN	Разъём для удалённого управления тестером
USB	Разъём для подключения к ПК по интерфейсу USB.
DC IN	Разъём для подключения внешнего блока питания <sup>2</sup> (адаптера).

Цифрой «1» на рисунке 5.4 обозначена кнопка аппаратного сброса.

<sup>1</sup> Порт содержит 2 разъёма — RJ-45 и SFP. Во время тестирования используется только один из разъёмов.

<sup>2</sup> Номинальные характеристики блока питания приведены в табл. 18.3, и на этикетке с обратной стороны прибора.

## 5.5. Структура управляющего меню

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

1. Беркут-ЕТХ Настройки.



Рисунок 5.5. Меню «Беркут-ЕТХ Настройки»

2. Беркут-ЕТХ Инструменты.



Рисунок 5.6. Меню «Беркут-ЕТХ Инструменты»

3. Беркут-ЕТХ Измерения.



Рисунок 5.7. Меню «Беркут-ЕТХ Измерения»

## 5.6. Состояние тестирования

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

10G SR - -2.0dBm 20:34					
Тест конфигурации: сервис 1					
#	IR, Мб/с	FTD, мс	FDV, мс	FLR, %	Сост
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 5.8. 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.

## 6. Настройки

### 6.1. Параметры сети

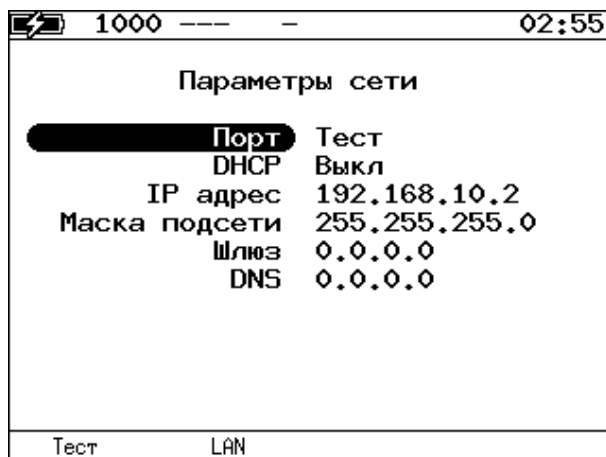


Рисунок 6.1. Меню «Параметры сети»

Порт	Выбор порта для настройки: тестовый или LAN.
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 (тестового или LAN), параметры которого настраиваются. Установить IP-адрес можно одним из двух способов: <ul style="list-style-type: none"><li>– ввести IP-адрес вручную (при этом пункт меню «DHCP» должен находиться в состоянии «Выкл»);</li><li>– получить IP-адрес по протоколу DHCP, выбрав пункт меню «DHCP» и нажав на клавишу <b>F2</b> («Вкл»): полученный адрес будет корректным, если отобразится в пункте меню «IP-адрес» по истечении не более чем 1-2 секунд.</li></ul>
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.

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

## 6.2. Параметры интерфейсов



Рисунок 6.2. Меню «Параметры интерфейсов»

Интерфейс	Выбор интерфейса для настройки
Режим	<p>Выбор режима работы интерфейса:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10G: для порта 10G с модулем SFP+ устанавливается скорость 10 Гбит/с;</li> <li>• 10G (WAN): WAN-режим — вариант 10G Ethernet, адаптированный для работы в сетях ОС-192;</li> <li>• Автосогл. (1G): режим автосогласования для порта 1G;</li> <li>• 1000/100/10: установка фиксированной скорости 1000 Мбит/с, 100 Мбит/с или 10 Мбит/с для порта 1G.</li> </ul> <p>При выборе «Автосогл. (1G)» становится доступным пункт меню «Автосогл.».</p>
MAC адрес	MAC-адрес порта (A или LAN), параметры которого настраиваются <sup>3</sup> .
Автосогл.	Переход в меню «Автосогласование».
VLAN	Переход в меню «VLAN».
MPLS	Переход в меню «MPLS. Интерфейс А».

### 6.2.1. Автосогласование

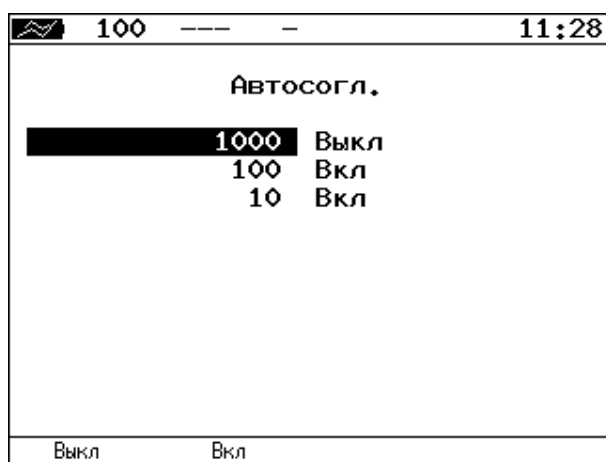


Рисунок 6.3. Меню «Автосогласование»

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

<sup>3</sup> При нажатии на клавишу **F1** (По умолчанию) в качестве текущего MAC-адреса подставляется MAC-адрес порта, указанный в меню «Информация».



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.

## 6.2.2. VLAN

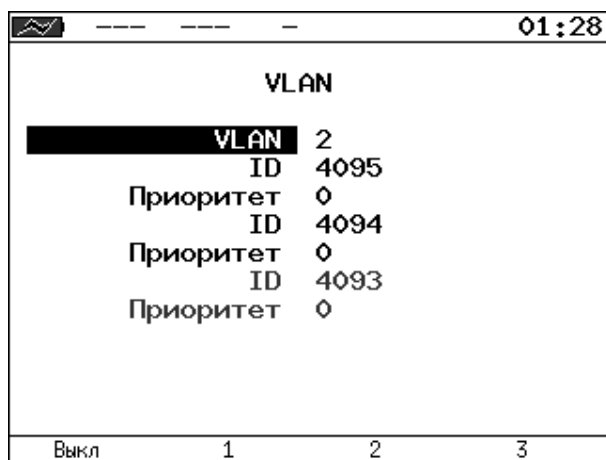


Рисунок 6.4. Меню «VLAN»

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 ([9]), соответствие между приоритетом и типом трафика представлено в табл. 13.1.

## 6.2.3. MPLS

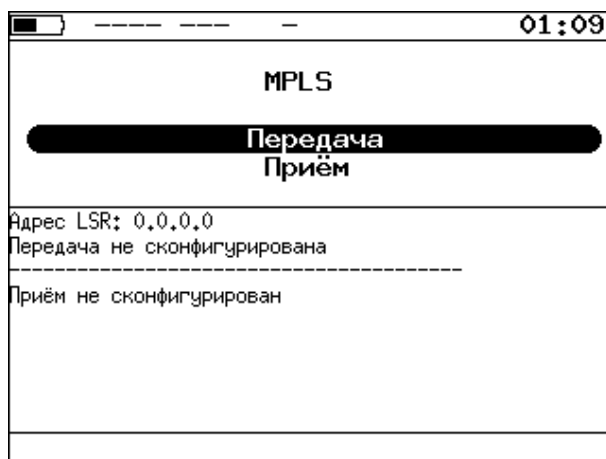


Рисунок 6.5. Меню «MPLS»

Передача	Переход в меню «Передача».
Приём	Переход в меню «Правила приёма».

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

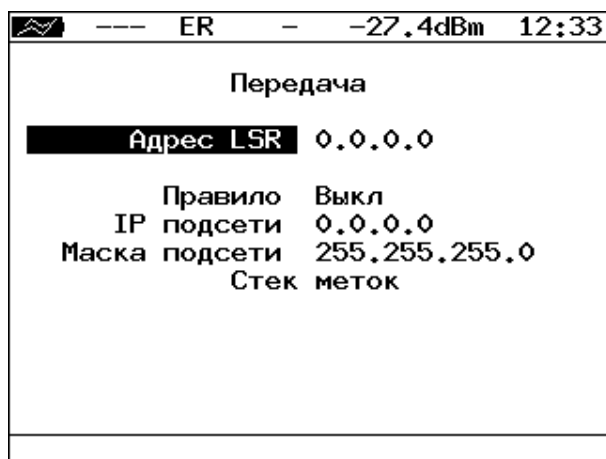


Рисунок 6.6. Меню «Передача»

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».

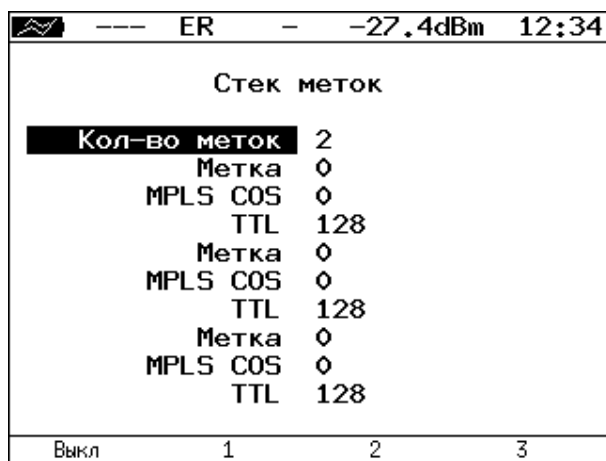


Рисунок 6.7. Меню «Стек меток»

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 6.8. Меню «Правила приёма»

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

## 6.3. Установки прибора

### 6.3.1. Настройка дисплея

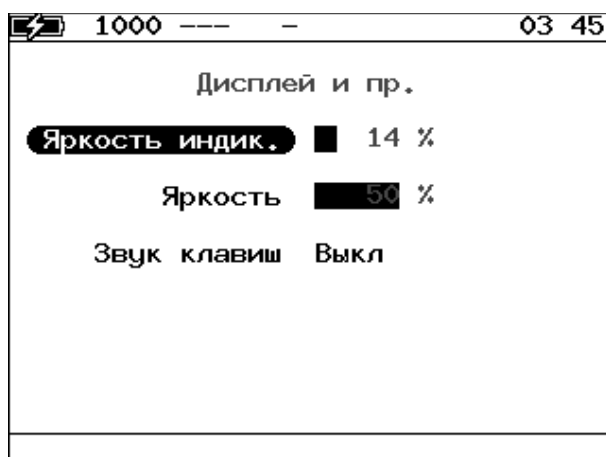


Рисунок 6.9. Меню «Дисплей и пр.»

Яркость индик.	Изменение яркости светодиодных индикаторов лицевой панели корпуса прибора.
Яркость	Изменение яркости подсветки экрана.
Звук клавиш	Включение/выключение звука нажатия клавиш.

### 6.3.2. Основные настройки

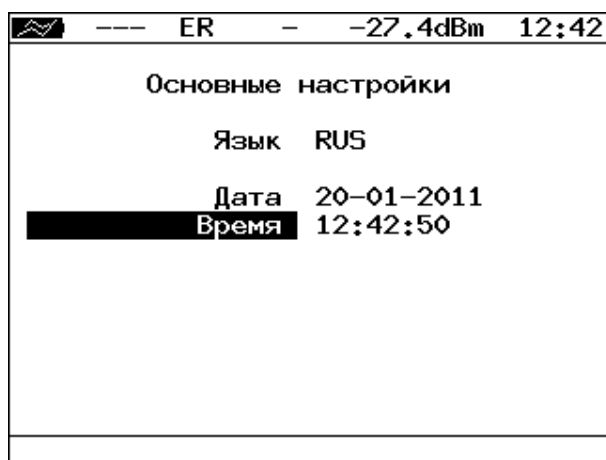


Рисунок 6.10. Меню «Основные настройки»

Язык	Смена языка интерфейса.
Дата	Установка даты.
Время	Установка времени.

### 6.3.3. Синхронизация времени

В приборе Беркут-ЕТХ реализованы независимые друг от друга часы пользовательского интерфейса и часы, используемые для измерения задержки передачи пакетов в однонаправленных тестах. Часы пользовательского интерфейса настраиваются в меню «Основные настройки» (см. раздел 6.3.2). Настройка часов, используемых для измерения задержки передачи пакетов в однонаправленных тестах, производится только с помощью меню «Синхронизация времени»<sup>4</sup> с использованием протокола РТРv2, реализованного в соответствии со стандартом IEEE 1588.

Стандарт IEEE 1588 предполагает, что протокол РТР предоставляет стандартный метод синхронизации устройств в сети с точностью выше 1 мкс (до 10 нс). Данный протокол обеспечивает синхронизацию ведомых устройств от ведущего, удостоверившись, 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.

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».



Рисунок 6.11. Меню «Синхронизация времени»

Инкапсуляция	Выбор типа инкапсуляции: UDP или Ethernet.
IP мастера	IP-адрес сервера точного времени.
Режим	Выбор режима работы протокола РТРv2: E2E или P2P.
Домен	Номер домена.
Информация	Переход в меню «Информация».

После выполнения всех настроек и перехода в меню «Информация» на экране отобразится сообщение «Ожидание синхронизации», которое означает, что прибор пытается выполнить синхронизацию системного времени с сервером точного времени. В случае успешной синхронизации на экран будет выведена информация о настройках сервера точного времени (Master) и основного сервера (Grandmaster), а также значения полей «Смещение» и «Задержка» будут не равны нулю.

<sup>4</sup> Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опции ХРТР.

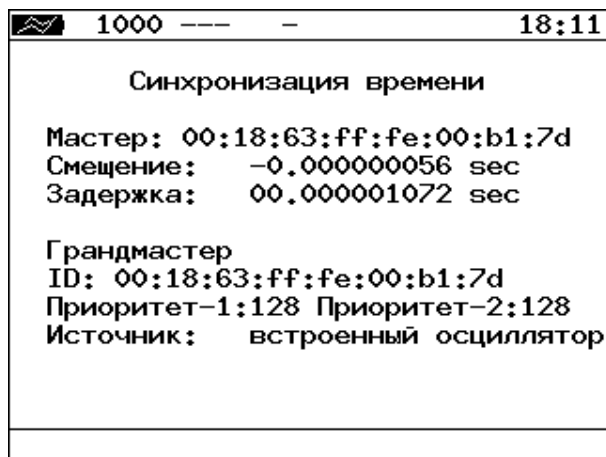


Рисунок 6.12. Информация о синхронизации времени

### 6.3.4. Информация

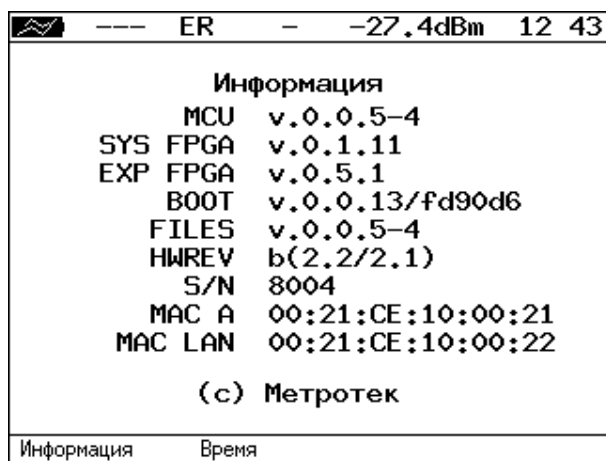


Рисунок 6.13. Экран «Информация»

MCU	Версия программы MCU.
SYS FPGA	Версия микрокода system FPGA.
EXP FPGA	Версия микрокода expansion FPGA.
BOOT	Версия загрузчика.
FILES	Версия файловой системы.
HWREV	Версия материнской платы и платы расширения.
S/N	Серийный номер.
MAC A	MAC адрес порта A.
MAC LAN	MAC адрес порта LAN.

При нажатии на клавишу **F2** («Время») осуществляется переход к экрану «Время работы».

Текущее	Время работы прибора от последнего включения до настоящего момента.
Предыдущее	Время работы прибора от предыдущего включения до предыдущего выключения.

### 6.3.5. Информация о SFP+/SFP

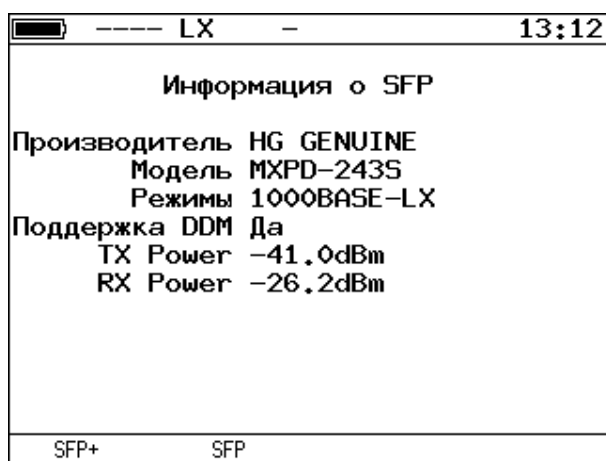


Рисунок 6.14. Экран «Информация о SFP»

Производитель	Производитель SFP-модуля.
Модель	Модель SFP-модуля.
Режимы	Поддерживаемые режимы работы SFP-модуля.
Поддержка DDM	Поддержка функции цифрового контроля параметров производительности SFP-модуля.
TX Power	Мощность передатчика.
RX Power	Мощность приёмника.

При нажатии на клавиши **F1** и **F2** происходит выбор порта, для которого выводится информация: 10G (SFP+) или 1G (SFP).

### 6.3.6. Аккумулятор

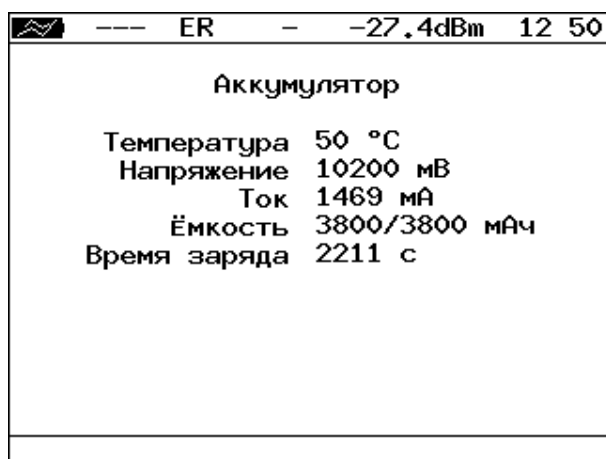


Рисунок 6.15. Экран «Аккумулятор»

На экране отображается информация о состоянии аккумулятора: температура (°C), напряжение (мВ), ток (мА), текущая/максимальная ёмкость (мАч), время заряда — время, прошедшее от начала заряда аккумулятора (с).

### 6.3.7. Управление опциями

Опциями являются функции прибора Беркут-ЕТХ, доступные при дополнительном заказе. Для активации опций ключ, сгенерированный для указанного серийного номера прибора, необходимо ввести

непосредственно в приборе в меню «Опции» или с использованием команды удалённого управления «ats» (см. раздел 14). Список опций поставки представлен в таблице 18.4.



## 6.4. Профили

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

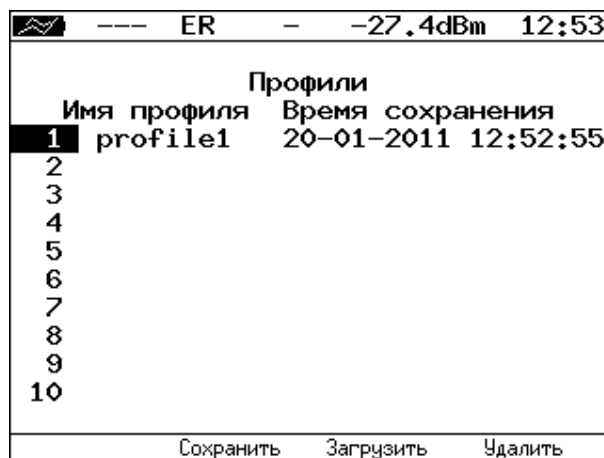


Рисунок 6.16. Меню «Профили»

Каждый 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.

Для создания профиля настроек необходимо выполнить желаемые настройки, перейти в меню «Профили», задать имя профиля и нажать на клавишу **F2** («Сохранить»).

Для загрузки сохранённого профиля используется клавиша **F3** («Загрузить»).

Команды удалённого управления для работы с профилями настроек описаны в разделе 14.



## 7. Версии программного обеспечения

Прибор Беркут-ЕТХ поддерживает две версии программного обеспечения (ПО):

1. Версия ПО, с поддержкой всех функций и опций, кроме:
  - опция ХJT: измерение пакетного джиттера 10GE;
  - опция LJТ: Long Jitter — анализ пакетного джиттера и распределения задержки с возможностью задания длительности тестирования до 999:59:59;
  - опция ХММ: многопоточное тестирование (мультистрим) 10GE, тестирование сетей по стандарту Y.1564;
  - функция BERT;
  - опция LBERT: Long BERT — тест BERT с возможностью задания длительности анализа до 999:59:59;
  - опция XBERT: расширенный BERT (advanced BERT test).

Список поддерживаемых тестов приведён на рисунке ниже.

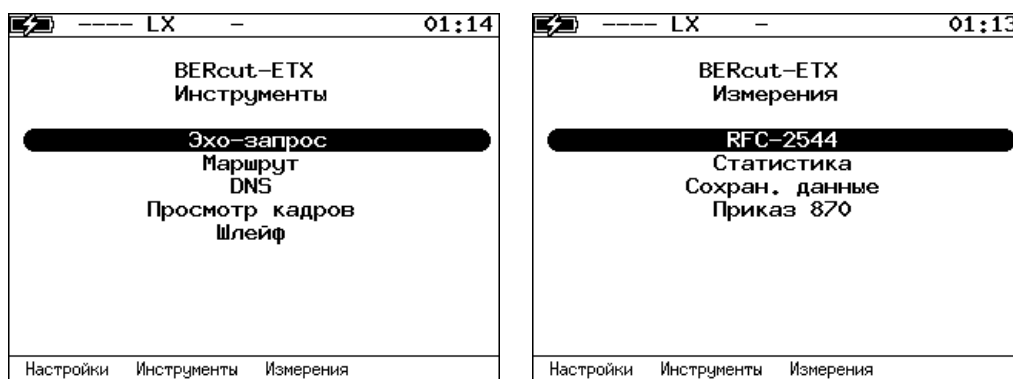


Рисунок 7.1. Список инструментов и тестов для версии ПО с тестом по Приказу №870

2. Версия ПО, с поддержкой всех функций и опций, кроме:
  - функции тестирования по стандарту RFC 2544;
  - опция O870: измерение параметров сетей передачи данных и обработка результатов в соответствии с приказом Минсвязи России №870 в автоматизированном режиме.

Список поддерживаемых тестов приведён на рисунке ниже.

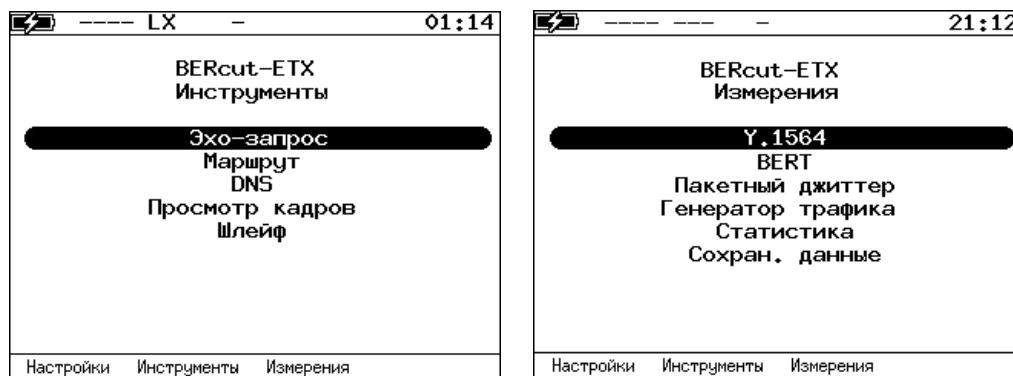


Рисунок 7.2. Список инструментов и тестов для версии ПО с тестом по рекомендации Y.1564

Версия ПО устанавливается на предприятии-изготовителе согласно заказу и определённым опциям. Пользователь может установить другую версию ПО самостоятельно, запросив её в службе технической поддержки (см. раздел 17). Переход с одной версии ПО на другую выполняется по инструкции, приведённой в разделе 12.

## 8. Инструменты

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

### 8.1. Эхо-запрос (Ping)

Инструмент «Эхо-запрос»<sup>5</sup> позволяет проверить работоспособность каналов передачи данных и промежуточных сетевых устройств.

В процессе тестирования заданному узлу сети посылаются запросы и фиксируются поступающие ответы. По результатам анализа формируется статистический отчёт.

Для проведения тестирования необходимо:

1. Подключить прибор к тестируемой сети в соответствии со схемой, приведённой ниже.

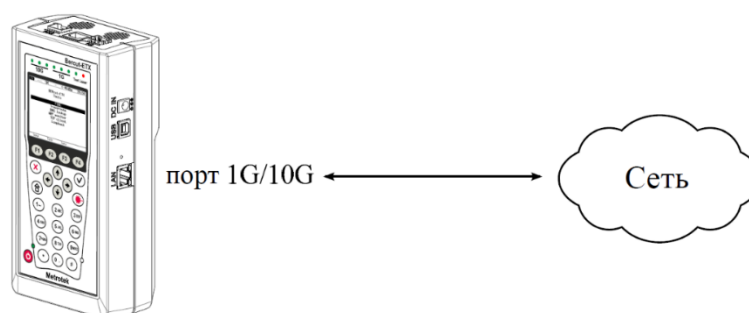


Рисунок 8.1. Схема подключения

2. Настроить сетевое подключение (см. раздел 6.1).
3. Перейти в меню «Эхо-запрос».

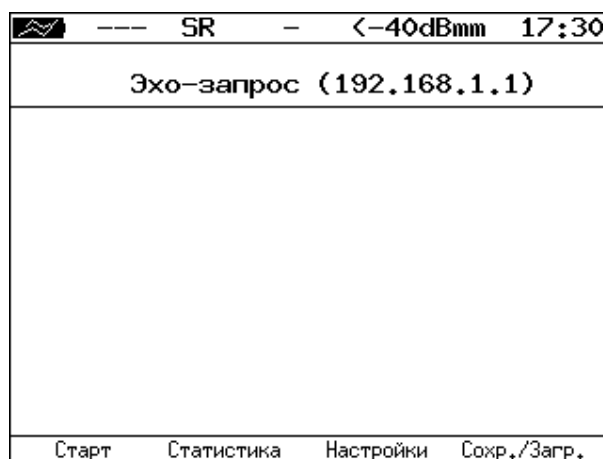


Рисунок 8.2. Меню «Эхо-запрос»

F1 («Старт»)	Запуск теста.
F2 («Статистика»)	Переход к экрану «Статистика».
F3 («Настройки»)	Переход в меню «Настройки эхо-запроса».

<sup>5</sup> Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опции XIP.

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

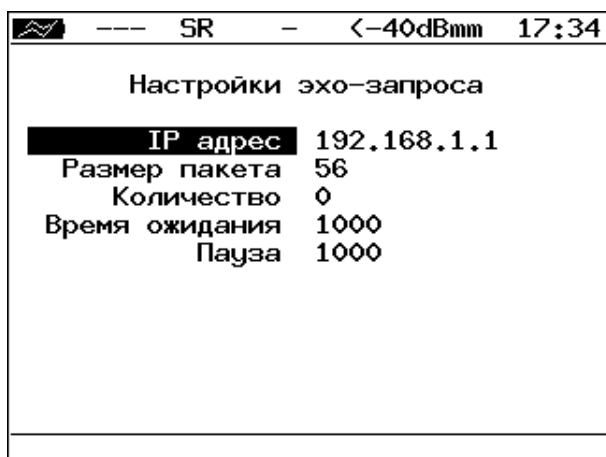


Рисунок 8.3. Меню «Настройки эхо-запроса»

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 <b>F1</b> («Стоп»).
Время ожидания	Время ожидания ответа на эхо-запрос, в мс.
Пауза	Время между отправкой двух последовательных запросов, в мс.

5. В меню «Эхо-запрос» 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. 8.4.

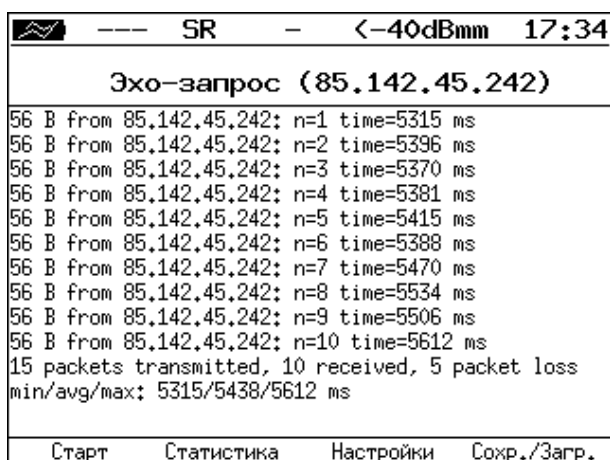


Рисунок 8.4. Результаты теста «Эхо-запрос»

По результатам тестирования формируется статистический отчёт (см. рис. 8.5).



<b>F3</b> («Настройки»)	Переход в меню «Настройки маршрута».
<b>F4</b> («Сохран./Загр.»)	Переход в меню сохранения результатов теста.

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

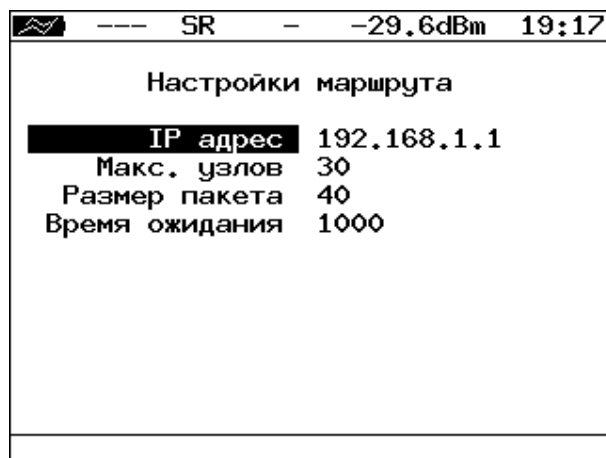


Рисунок 8.7. Меню «Настройки маршрута»

IP адрес	IP-адрес конечного 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).

5. 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. 8.8.





## 8.4. Просмотр кадров

### 8.4.1. Общие сведения

Инструмент «Просмотр кадров»<sup>8</sup> позволяет выполнить фильтрацию Ethernet-пакетов, поступающих на тестирующий порт, по следующим критериям:

- MAC-адрес;
- идентификатор VLAN;
- приоритет трафика;
- MPLS-метка;
- IP-адрес;
- тип протокола: UDP, TCP, ICMP;
- тип кадра: unicast, broadcast, multicast;
- размер кадра;
- контрольная сумма: верная или ошибочная.

После настройки параметров фильтрации (см. раздел 8.4.2 — 8.4.6) следует подключить прибор к Ethernet-сети и нажать на кнопку «Старт». Пример результатов отбора пакетов приведен на рис. 8.10. Если кадр не соответствует ни одному из фильтров, информация о его содержимом не отображается.

С помощью кнопки **F2** (Статистика/Заголовки) выполняется переключение между информацией о статистике захвата и заголовках пакетов. Меню «Статистика захвата» отображает общее количество пакетов, содержимое которых удовлетворило заданным критериям, а также суммарное количество принятых байт данных.

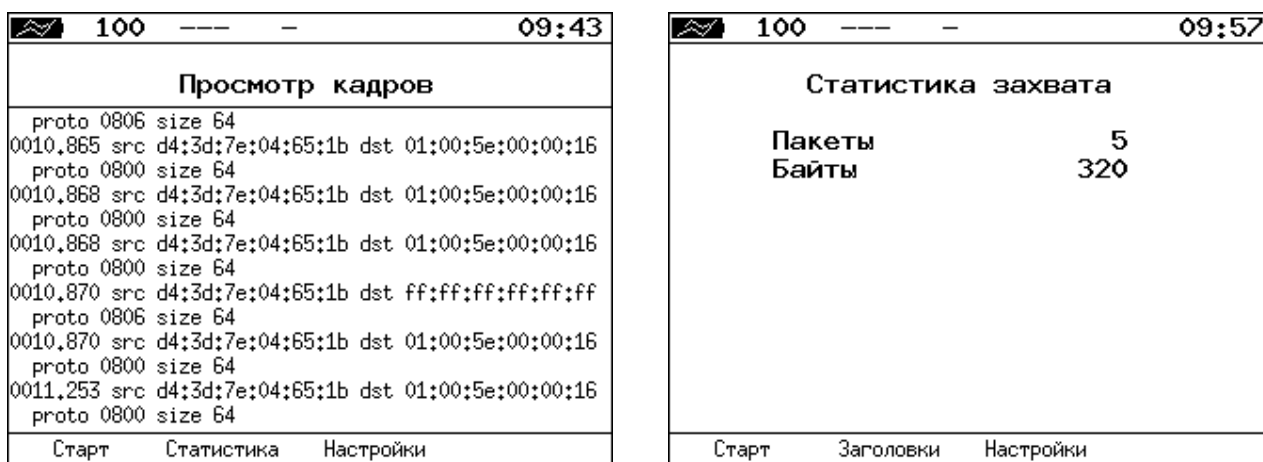


Рисунок 8.10. Меню «Просмотр кадров» и «Статистика захвата»

### 8.4.2. Параметры фильтрации

Для настройки параметров фильтрации следует перейти в меню «Просмотр кадров» и нажать на кнопку **F3** – «Настройки».

<sup>8</sup> Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опции XCAP.

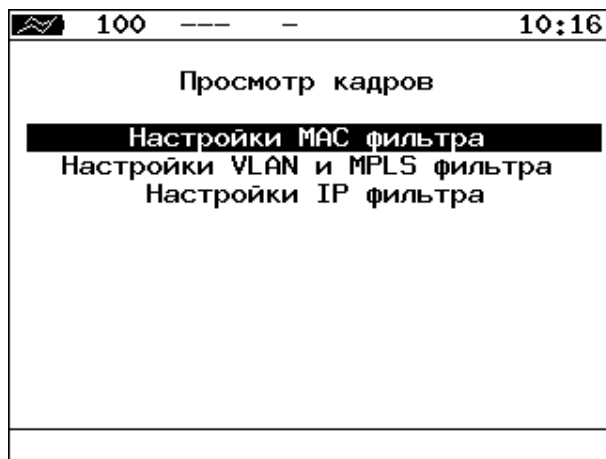


Рисунок 8.11. Меню «Просмотр кадров»

### 8.4.3. Настройки MAC фильтра



Рисунок 8.12. Меню «Настройки MAC фильтра»

По CRC	«Выкл» — выключить фильтрацию по типу контрольной суммы. «OK» — фильтровать пакеты, имеющие верную контрольную сумму. «Ошибоч.» — фильтровать пакеты с ошибками в контрольной сумме.
По длине кадра	«Выкл» — выключить фильтрацию по длине пакета. «Вкл» — включить фильтрацию по длине пакета. Диапазон длин кадра задается в пунктах меню «Мин. кадр» и «Макс. кадр». Например, если в пункте «Мин. кадр» установлено значение «0», а в пункте «Макс. кадр» — «64», из входящего потока данных будут отобраны пакеты, длина которых не превышает 64 байта.
По типу MAC	«Выкл» — выключить фильтрацию по типу MAC-адреса. «Unicast» — включить фильтрацию пакетов с единичной адресацией. «Multicast» — включить фильтрацию пакетов с групповой адресацией. «Broadcast» — включить фильтрацию пакетов с широковещательной адресацией.
По MAC	«Выкл» — выключить фильтрацию по MAC-адресу. «Отправитель» — включить фильтрацию по MAC-адресу отправителя, указанному в пункте меню «MAC Отпр.». «Получатель» — включить фильтрацию по MAC-адресу получателя, указанному в пункте меню «MAC Получ.». «Оба» — включить фильтрацию по MAC-адресам отправителя и получателя, указанным в пунктах меню «MAC Отпр.» и «MAC Получ.».

#### 8.4.4. Настройки VLAN и MPLS фильтра



Рисунок 8.13. Меню «Настройки VLAN и MPLS фильтра»

По VLAN ID	«Выкл» — выключить фильтрацию по значению идентификатора VLAN. «Вкл» — фильтровать пакеты со значением идентификатора VLAN, совпадающим с заданным в пункте меню VLAN ID.
По VLAN PRI	«Выкл» — выключить фильтрацию по значению приоритета трафика. «Вкл» — фильтровать пакеты со значением приоритета трафика, совпадающим с заданным в пункте меню VLAN PRI.
По MPLS Label	«Выкл» — выключить фильтрацию по значению MPLS-метки. «Вкл» — включить фильтрацию пакетов со значением MPLS-метки, совпадающим с заданным в пункте меню MPLS Label.
По MPLS COS	«Выкл» — выключить фильтрацию по значению класса обслуживания пакета. «Вкл» — включить фильтрацию пакетов со значением класса обслуживания, совпадающим с заданным в пункте меню COS.

#### 8.4.5. Настройки IP фильтра

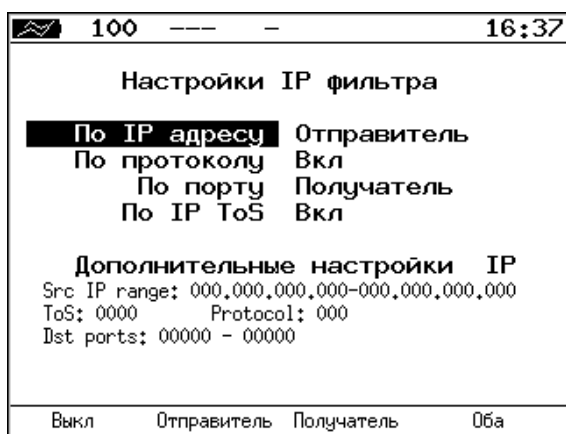


Рисунок 8.14. Меню «Настройки IP фильтра»

По IP-адресу	«Выкл» — выключить фильтрацию по IP-адресу. «Отправитель» — включить фильтрацию по IP-адресу или диапазону IP-адресов отправителя, указанных в пунктах меню «Дополнительные настройки IP» ⇒ «IP отп., от» и «Дополнительные настройки IP» ⇒ «IP отп., до». «Получатель» — включить фильтрацию по IP-адресу или диапазону IP-адресов получателя, указанных в пунктах меню «Дополнительные настройки IP» ⇒ «IP пол., от» и «Дополнительные настройки IP» ⇒ «IP пол., до».
--------------	---

	«Оба» — включить фильтрацию по IP-адресам отправителя и получателя, указанным в меню «Дополнительные настройки IP».
По протоколу	«Выкл» — выключить фильтрацию по значению идентификатора протокола. «Вкл» — включить фильтрацию по значению идентификатора протокола, указанному в пункте меню «Дополнительные настройки IP» ⇒ «Идент. прот.».
По порту	«Выкл» — выключить фильтрацию по номеру TCP/UDP порта. «Отправитель» — включить фильтрацию по номеру или диапазону номеров TCP/UDP портов отправителя, указанных в пунктах меню «Дополнительные настройки IP» ⇒ «Порт отп., от» и «Дополнительные настройки IP» ⇒ «Порт отп., до». «Получатель» — включить фильтрацию по номеру или диапазону номеров TCP/UDP портов получателя, указанных в пунктах меню «Дополнительные настройки IP» ⇒ «Порт пол., от» и «Дополнительные настройки IP» ⇒ «Порт пол., до». Оба — выключить фильтрацию по номерам TCP/UDP портов отправителя и получателя, указанным в меню «Дополнительные настройки IP».
По IP ToS	«Выкл» — выключить фильтрацию по типу обслуживания IP-пакета. «Вкл» — включить фильтрацию по типу обслуживания IP-пакета, указанному в пункте меню «Дополнительные настройки IP» ⇒ «ToS».

#### 8.4.6. Дополнительные настройки IP фильтра



Рисунок 8.15. Меню «Дополнительные настройки IP»

IP отп., от	IP-адрес отправителя или начальное значение в случае задания диапазона адресов.
IP отп., до	Конечное значение диапазона IP-адресов отправителя. Если требуется провести фильтрацию по одному значению IP-адреса, в данном поле следует оставить величину «0.0.0.0».
IP пол., от	IP-адрес получателя или начальное значение в случае задания диапазона адресов.
IP пол., до	Конечное значение диапазона IP-адресов получателя. Если требуется провести фильтрацию по одному значению IP-адреса, в данном поле следует оставить величину 0.0.0.0.
Порт отп., от	Номер TCP/UDP порта отправителя или начальное значение в случае задания диапазона адресов.
Порт отп., до	Конечное значение диапазона номеров TCP/UDP портов отправителя. Если требуется провести фильтрацию по одному значению, в данном поле следует оставить величину 0.
Порт пол., от	Номер TCP/UDP порта получателя или начальное значение в случае задания диапазона адресов.
Порт пол., до	Конечное значение диапазона номеров TCP/UDP портов получателя. Если требуется провести фильтрацию по одному значению, в данном поле следует оставить величину «0».
Идент. прот.	Значение идентификатора протокола.
ToS	Значение типа обслуживания IP-пакета.

## 8.5. Шлейф

Для тестирования сетей по методике RFC 2544, измерения BER и решения ряда других задач используется функция Шлейф, позволяющая перенаправлять обратно приходящий на прибор трафик на четырёх уровнях модели OSI.

На физическом уровне (L1) весь входящий трафик перенаправляется обратно без изменений, при этом ведётся статистика по принимаемому трафику.

На канальном уровне (L2) все входящие кадры перенаправляются обратно, при этом меняются местами MAC-адреса отправителя и получателя. Ведётся статистика по принимаемому и передаваемому трафику.

На сетевом уровне (L3) все входящие пакеты перенаправляются обратно, при этом меняются местами MAC- и IP-адреса отправителя и получателя. Ведётся статистика по принимаемому и передаваемому трафику.

На транспортном уровне (L4) входящий трафик перенаправляется обратно, при этом, помимо перестановки MAC-адресов и IP-адресов, меняются местами номера TCP/UDP портов отправителя и получателя.

**Примечание:** для шлейфа канального (L2), сетевого (L3) и транспортного (L4) уровней повреждённые пакеты не перенаправляются.

**Примечание:** для шлейфа канального (L2), сетевого (L3) и транспортного (L4) уровней пакеты с одинаковыми MAC Dst и MAC Src, а также блоки данных протокола OAM (OAMPDU) и ARP-запросы, содержащиеся во входящем трафике, не перенаправляются.

**Примечание:** если входящий пакет содержит MPLS метку, он будет перенаправлен без изменения её значения.



Рисунок 8.16. Меню «Шлейф»

Тип	Выбор уровня модели OSI, на котором будет происходить перенаправление тестового трафика: <ul style="list-style-type: none"><li>– Выкл – отключение возможности организации шлейфа;</li><li>– 1 – физический уровень;</li><li>– 2 – канальный уровень (MAC);</li><li>– 3 – сетевой уровень (IP);</li><li>– 4 – транспортный уровень (TCP/UDP).</li></ul>
ET-обнаружение	Переход в меню «ET-обнаружение».
OAM	Переход в меню «OAM».

### 8.5.1. ET-обнаружение

Функция «ET-обнаружение» позволяет включить режим «Шлейф» канального (L2), сетевого (L3) или транспортного (L4) уровня на удалённом тестере-анализаторе Беркут-ETX, Беркут-ET или устройстве образования шлейфа Беркут-ETL.

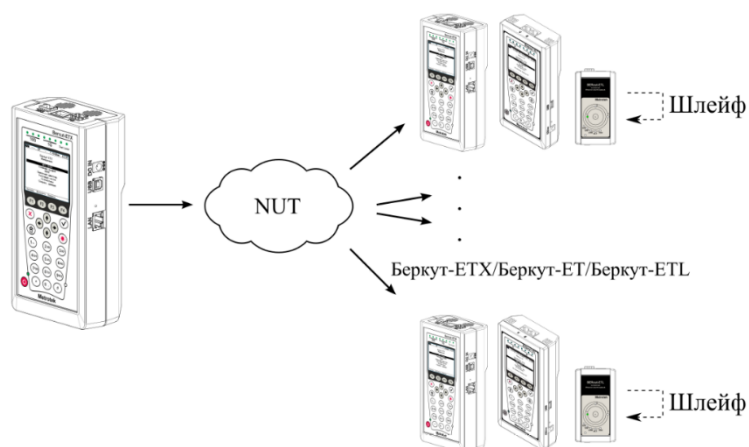


Рисунок 8.17. Схема тестирования

В соответствии со схемой тестирования можно последовательно включать режим «Шлейф» на нескольких устройствах Беркут-ЕТХ, Беркут-ЕТ и Беркут-ЕТЛ, которые могут находиться как в разных, так и в одной подсети.

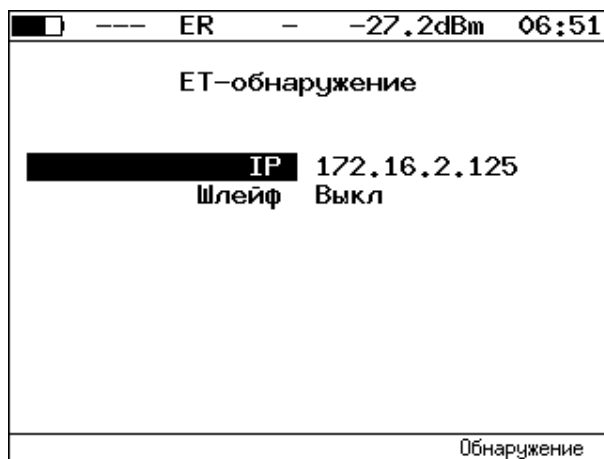


Рисунок 8.18. Меню «ET-обнаружение»

IP	IP-адрес удалённого устройства.
Шлейф	Выбор уровня шлейфа: <ul style="list-style-type: none"> <li>• F1 – выключение режима «Шлейф»;</li> <li>• F2 – включение шлейфа канального уровня;</li> <li>• F3 – включение шлейфа сетевого уровня;</li> <li>• F4 – включение шлейфа транспортного уровня.</li> </ul>

Для получения данных об удалённом приборе и возможности включения режима «Шлейф» следует:

1. Подключить прибор Беркут-ЕТХ к сети в соответствии со схемой, представленной на рис. 8.17.
2. Перейти в меню «Параметры сети», задать IP-адрес порта или убедиться, что прибор получил верный IP-адрес по протоколу DHCP (см. раздел 6.1).
3. Перейти в меню «ET-обнаружение».
4. В поле «IP-адрес» ввести IP-адрес удалённого устройства.

5. Нажать на клавишу **F4** («Обнаружение»). В случае успешного выполнения функции на экран прибора будут выведены IP-адрес, имя и MAC-адрес удалённого устройства (см. рис. 8.19). Пункт меню «Шлейф» станет доступным для редактирования.
6. С помощью клавиш **F2**, **F3**, **F4** выбрать уровень шлейфа.

**Примечание:** передача данных осуществляется по протоколу UDP. Порт получателя — 32 792. Порт отправителя — 32 793.

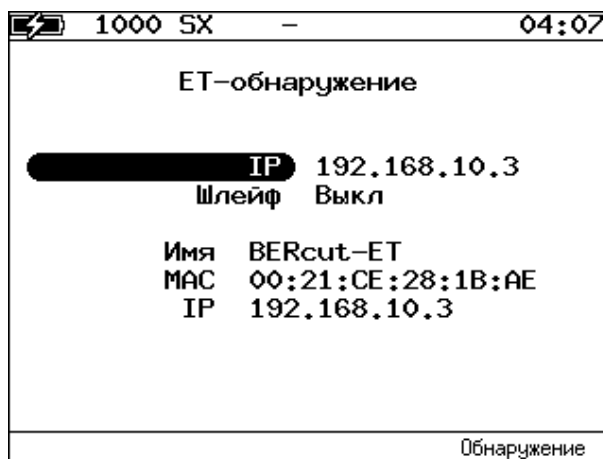


Рисунок 8.19. Пример выполнения ET-обнаружения

## 8.5.2. 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 [7], 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 Беркут-ЕТХ и удалённым устройством по протоколу OAM и для включения режима «Шлейф» необходимо:

1. *Непосредственно* соединить локальный Беркут-ЕТХ и удалённое устройство<sup>9</sup> в соответствии со схемой, приведённой ниже.

<sup>9</sup> На рис. 8.20 Беркут-ЕТХ приведён в качестве примера удалённого устройства.



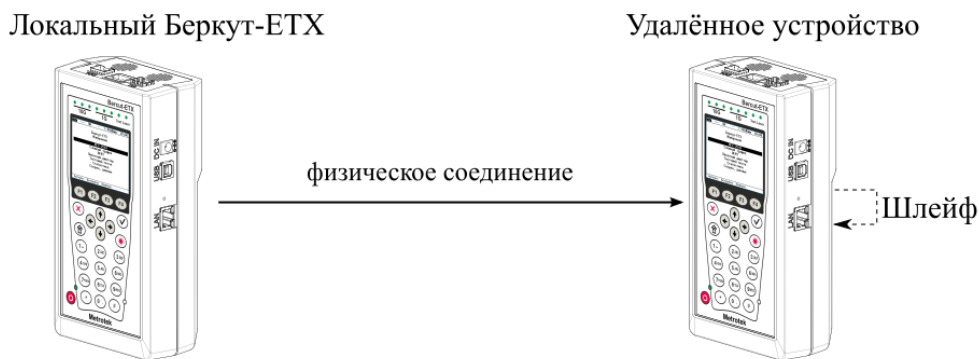


Рисунок 8.20. Схема тестирования

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

На локальном приборе:

3. Перейти в меню «OAM» (см. рис. 8.21).
4. В пункте меню «Режим» выбрать активный режим работы протокола OAM.
5. Состояние обнаружения удалённого устройства в пункте меню «Обнаружение» должно принять значение «Send any».
6. Перейти в меню «Удалённый прибор». На экране должна отобразиться информация об удалённом устройстве.
7. Нажать на клавишу **F1** («LB up»). На удалённом устройстве будет включён режим «Шлейф» канального (L2) уровня. Трафик будет перенаправляться без замены MAC-адресов.

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

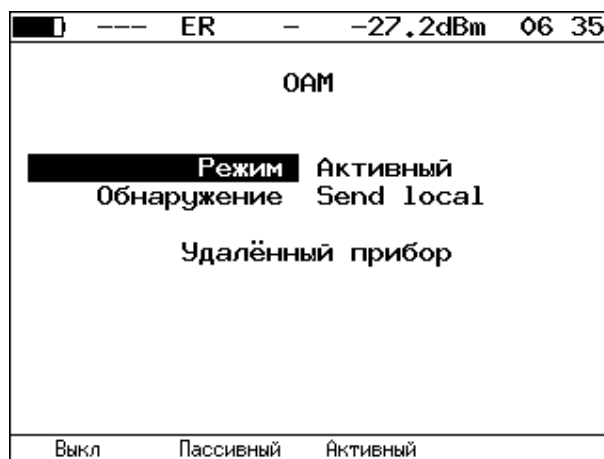


Рисунок 8.21. Меню «OAM»

Режим	<p>Возможные состояния OAM:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– «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;</li> <li>– «Пассивный» — пассивный режим; в пассивном режиме порт не может инициировать включение функции «Шлейф», а может только реагировать на команды Ethernet OAM от удалённого устройства;</li> <li>– «Выкл» — OAM отключён.</li> </ul>
-------	---

Обнаружение	<p>Состояние обнаружения удалённого сетевого устройства. Возможные состояния:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Fault</i> — начальное состояние, соединение с удалённым устройством не установлено;</li> <li>– <i>Send local</i> — отправка OAMPDU с информацией о поддерживаемых режимах работы;</li> <li>– <i>Passive wait</i> — ожидание OAMPDU с информацией о поддерживаемых режимах работы от удалённого устройства, сконфигурированного в активном режиме;</li> <li>– <i>Send loc/rem</i> — отправка OAMPDU с информацией о поддерживаемых режимах работы локального и удалённого прибора и с меткой, означающей возможность установления соединения;</li> <li>– <i>Send loc/rem ok</i> — получение OAMPDU с информацией о том, что режимы работы локального и удалённого устройства являются совместимыми;</li> <li>– <i>Send any</i> — соединение установлено.</li> </ul>
Удалённый прибор	Переход в меню, содержащее информацию об удалённом устройстве.

**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».

```

█ --- ER - -27.2dBm 06 35
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 8.22. Меню «Удалённый прибор»

MAC адрес	MAC-адрес удалённого устройства.
Vendor OUI	Уникальный идентификатор организации, используемый для генерации MAC-адреса.
Режим	Состояние OAM 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.

**Примечание:** функции «unidirectional», «link events» и «var. retrieval» прибором Беркут-ЕТХ не поддерживаются.

# 9. Измерения

## 9.1. Типовые схемы подключения

Для проведения тестирования необходимо подключить прибор к анализируемому устройству/сети в соответствии с одной из схем, приведённых ниже.

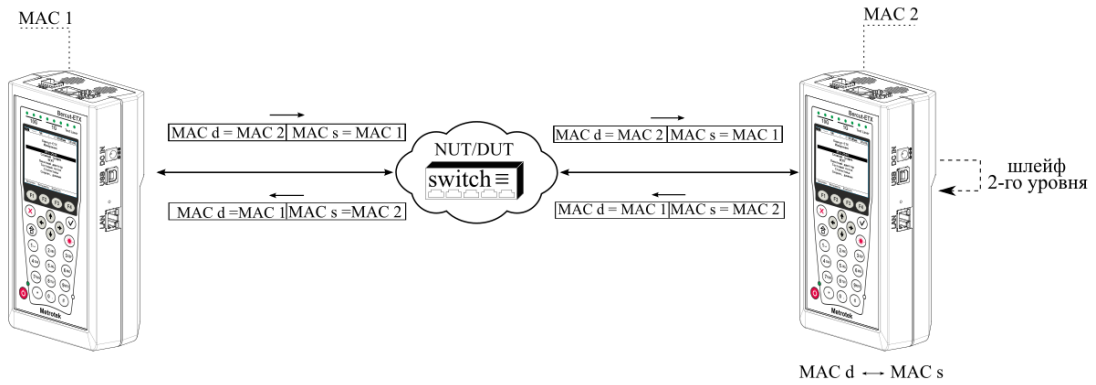


Рисунок 9.1. Типовая схема подключения 1

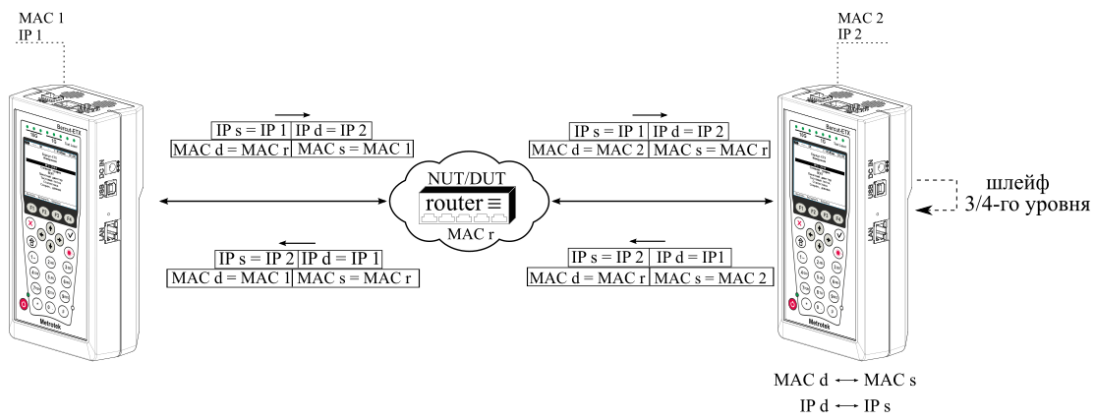


Рисунок 9.2. Типовая схема подключения 2

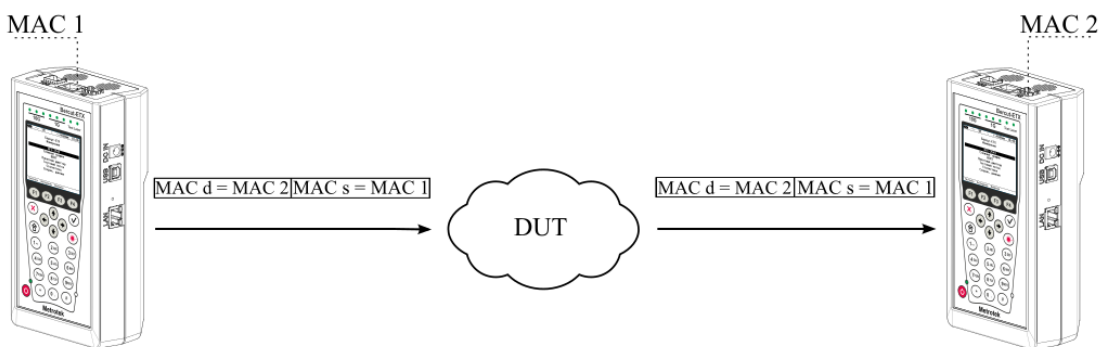


Рисунок 9.3. Типовая схема подключения 3



Рисунок 9.4. Типовая схема подключения 4

На схемах подключения введены следующие обозначения:

MAC s	MAC-адрес отправителя
MAC d	MAC-адрес получателя
IP s	IP-адрес отправителя
IP d	IP-адрес получателя
MAC r	MAC-адрес маршрутизатора
MAC 1	MAC-адрес Беркут-ЕТХ
IP 1	IP-адрес Беркут-ЕТХ
MAC 2	MAC-адрес удалённого устройства
IP 2	IP-адрес удалённого устройства
switch	сетевой коммутатор
router	маршрутизатор

В случае тестирования сетей, содержащих устройства, работающие на канальном уровне модели OSI<sup>10</sup>, Беркут-ЕТХ подключают в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.1. В этом случае 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 OSI<sup>11</sup>, Беркут-ЕТХ подключают в соответствии с аналогичной схемой, приведённой на рис. 9.2. В отличие от предыдущего случая, во входящих пакетах меняются местами и MAC- и IP-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт. Подробное описание приведено в разделе 9.3.1.

В случае использования однонаправленного теста для анализа сетей, содержащих устройства, работающие на канальном уровне модели OSI<sup>10</sup>, прибор подключают в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.3. В случае тестирования устройств/сетей с возможностью маршрутизации IP-трафика используется схема на рис. 9.4. Подробное описание приведено в разделе 9.3.2.

<sup>10</sup> Например, сетевой коммутатор (switch).

<sup>11</sup> Например, маршрутизатор (router).

## 9.2. Топология тестов

Настройки топологии выполняются в меню «Топология тестов». Это меню одинаково для всех типов тестов («RFC 2544», «Y.1564», «Приказ 870», «BERT»).

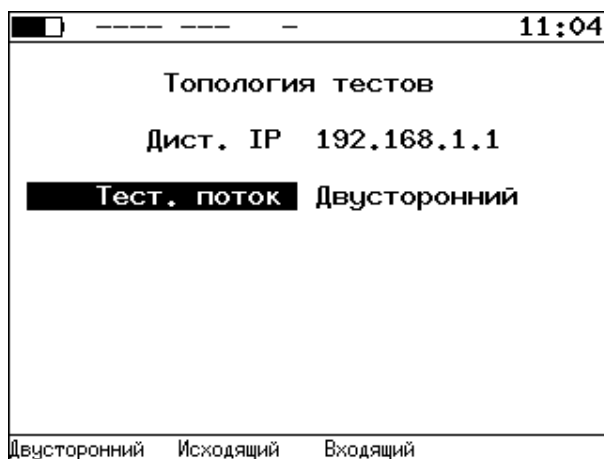


Рисунок 9.5. Меню «Топология»

Дист. IP	IP-адрес дистанционного прибора.
Тест. поток	Направление тестирования: <ul style="list-style-type: none"><li>– двусторонний — тестирование обоих направлений: от локального прибора к дистанционному и от дистанционного к локальному;</li><li>– исходящий — тестирование направления от локального прибора к дистанционному;</li><li>– входящий — тестирование направления от дистанционного прибора к локальному.</li></ul>

## 9.3. Варианты выполнения тестирования

### 9.3.1. Тестирование с использованием шлейфа

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

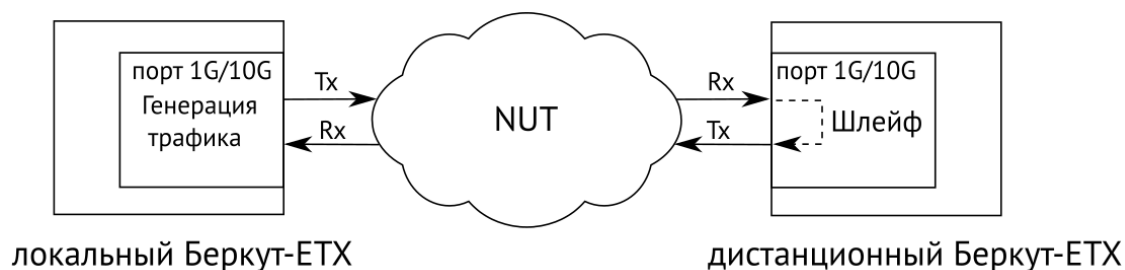


Рисунок 9.6. Схема двунаправленного теста

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.

#### 9.3.1.1. 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. 9.7 представлена типовая схема подключения приборов к тестируемой сети.

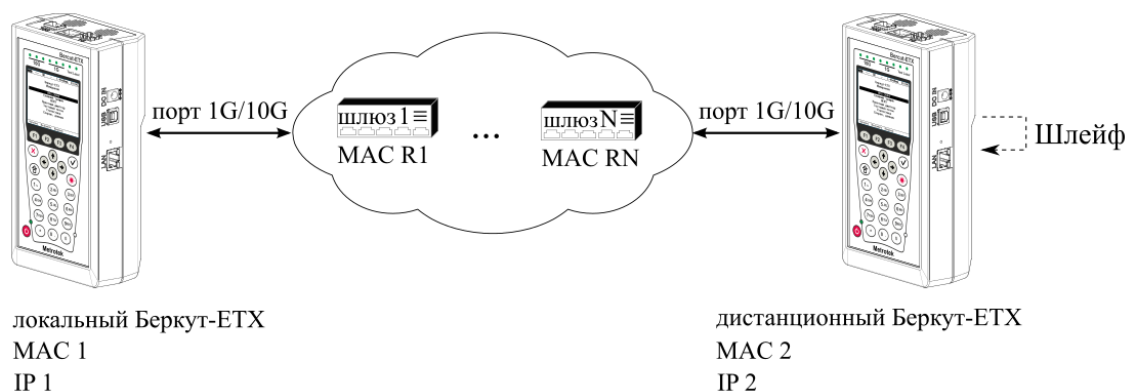


Рисунок 9.7. Типовая схема подключения

На схеме введены следующие обозначения:

- MAC 1 — MAC-адрес порта 1G/10G 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 1G/10G дистанционного прибора;
- IP 2 — IP-адрес дистанционного прибора.

Для проведения тестирования следует:

1. Подключить локальный и дистанционный Беркут-ЕТХ по схеме, представленной на рис. 9.7.
2. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Настройки» ⇒ «Параметры сети». Выбрать:

Порт — Тест

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»).

3. На дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Инструменты» ⇒ «Шлейф» и в пункте меню «Тип» выбрать «3» (см. раздел 8.5).

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

Дист. IP — IP 2

Тест. поток — Двусторонний

5. На локальном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Измерения» ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок» (см. рис. 9.8). 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 9.8. Экран «Заголовок»

6. На локальном приборе в соответствии с указаниями раздела 9.9 выполнить необходимые настройки теста «BERT». Затем перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Измерения» ⇒ «BERT» и нажать на клавишу **F1** («Старт»).

### 9.3.2. 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 XRTP).

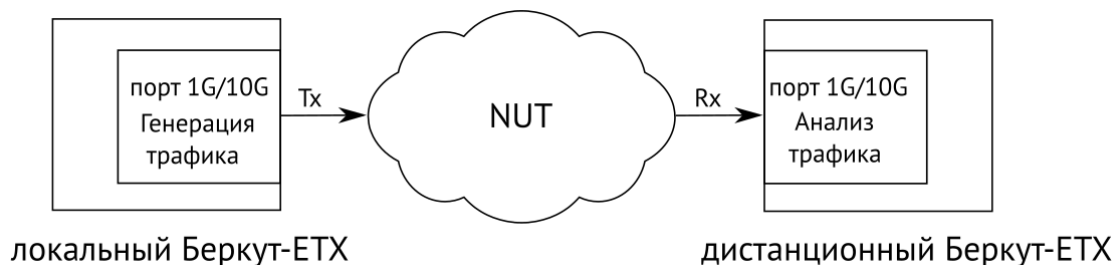


Рисунок 9.9. Схема однонаправленного теста

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.

#### 9.3.2.1. Пример тестирования

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

На рис. 9.10 представлена типовая схема подключения приборов к тестируемой сети.

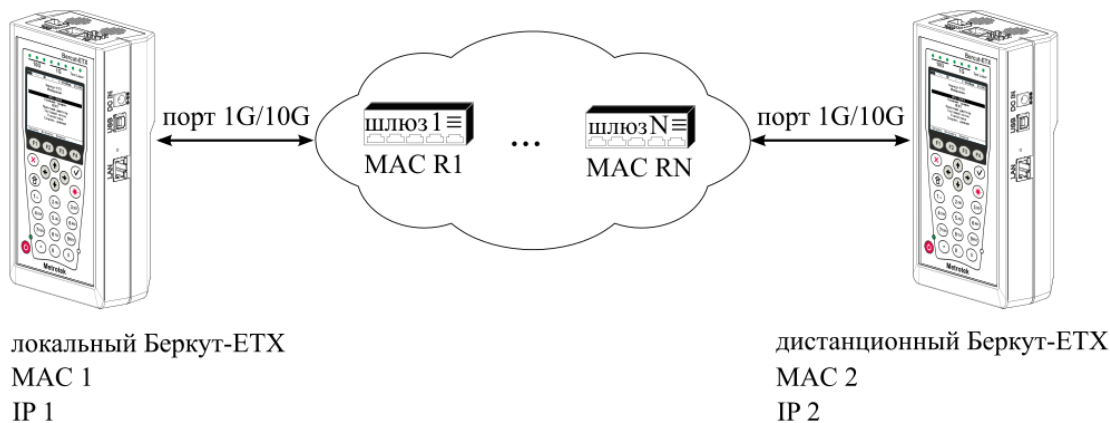


Рисунок 9.10. Типовая схема подключения

На схеме введены следующие обозначения:

- MAC 1 — MAC-адрес порта 1G/10G 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 1G/10G 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-ЕТХ. Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке опций должна присутствовать опция ХАТ.
2. Подключить локальный и дистанционный Беркут-ЕТХ по схеме, представленной на рис. 9.10.
3. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Настройки» ⇒ «Параметры сети». Выбрать:

Порт — Тест

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»).

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

Дист. IP — IP 2

Тест. поток — Исходящий

5. На локальном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Измерения» ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок» (см. рис. 9.11). 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**.

<input type="checkbox"/>	A:1000	-	B:-----	-	06 55
Заголовок					
Поток 1					
MAC Отпр.		00:21:CE:08:0E:C9			
MAC Получ.		00:21:91:8D:10:70			
IP Отпр.		172.16.2.106			
IP Получ.		172.16.3.143			
Дополнительно					
VLAN	Выкл				
MPLS TX					
MPLS RX	-----				
IP	ToS 0000b; precedence 0				
UDP	60000/50000				
A		B			

Рисунок 9.11. Экран «Заголовок»

6. На локальном приборе в соответствии с указаниями раздела 9.9 выполнить необходимые настройки теста «BERT». Затем перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Измерения» ⇒ «BERT» 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-ЕТХ. Настройки» ⇒ «Установки прибора» ⇒ «Опции» в списке опций должна присутствовать опция ХАТ.
2. Подключить локальный Беркут-ЕТХ и дистанционный Беркут-ЕТХ по схеме, представленной на рис. 9.10.
3. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Настройки» ⇒ «Параметры сети». Выбрать:

Порт — Тест

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»).

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

Дист. IP — IP 2

Тест. поток — Входящий


5. На локальном приборе перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Измерения» ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок» (см. рис. 9.11). Выбрать:

MAC Отпр. — MAC 2

MAC Получ. — MAC RN

IP Отпр. — IP 2

IP Получ. — IP 1

6. На локальном приборе в соответствии с указаниями раздела 9.9 выполнить необходимые настройки теста «BERT». Затем перейти в меню «Беркут-ЕТХ. Измерения» ⇒ «BERT» и нажать на клавишу  («Старт»).

**Примечание:** после нажатия на клавишу «Старт» на экране локального и дистанционного прибора появятся сообщения, аналогичные перечисленным на с. 50.

## 9.4. Методика RFC 2544

Методика RFC 2544<sup>12</sup> определяет набор тестов, которые используются при оценке важнейших характеристик сетевых устройств и проверке соответствия предоставляемых услуг характеристикам, которые оговариваются в SLA между операторами связи и клиентами.

Благодаря возможности проведения анализа пропускной способности, задержки, уровня потерь кадров и предельной нагрузки, эта методика в настоящее время является стандартом «де-факто» для оценки производительности Ethernet-сетей.

Беркут-ЕТХ позволяет проводить четыре стандартных теста согласно рекомендациям RFC 2544.

### 9.4.1. Анализ пропускной способности

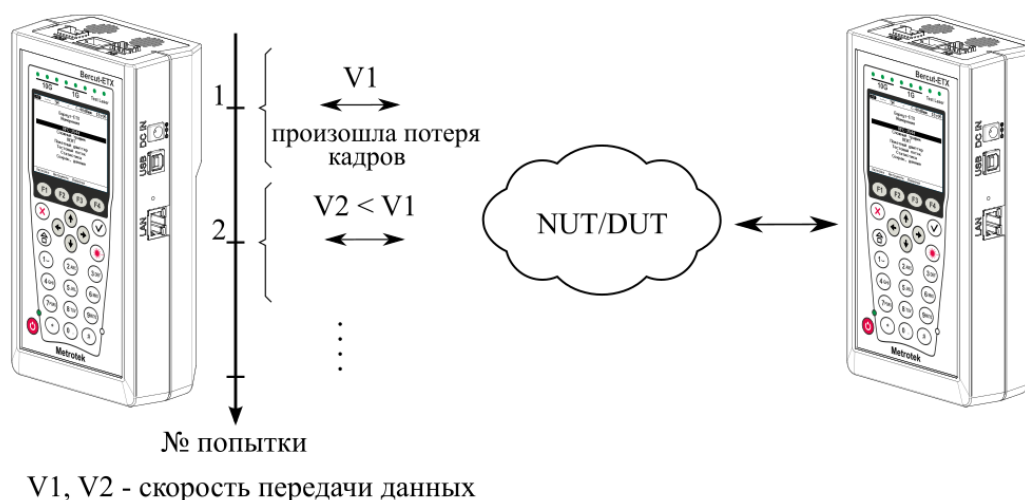


Рисунок 9.12. Анализ пропускной способности

Анализ пропускной способности (*Throughput*) проводится для определения максимально возможной скорости коммутации для сетевых элементов, которые располагаются в транспортных сетях Ethernet.

Пропускная способность — максимальная скорость передачи данных, на которой количество кадров<sup>13</sup>, прошедших через DUT, равно количеству кадров, отправленных ему с тестирующего оборудования.

При анализе пропускной способности некоторое количество пакетов с минимальным межкадровым интервалом передается на вход DUT<sup>14</sup> (рис. 9.12).

Затем подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT. Если оно оказывается меньше количества переданных пакетов, то межкадровый интервал увеличивается и тест выполняется снова.

При определении пропускной способности используется метод бинарного поиска.

<sup>12</sup> Доступность функции тестирования по методике RFC 2544 зависит от версии ПО (см. раздел 7).

<sup>13</sup> Термины «кадр» и «пакет» в описаниях тестов являются синонимами.

<sup>14</sup> В этом и последующих описаниях тестов все рассмотренные действия выполняются тестером автоматически.

### 9.4.2. Анализ задержки

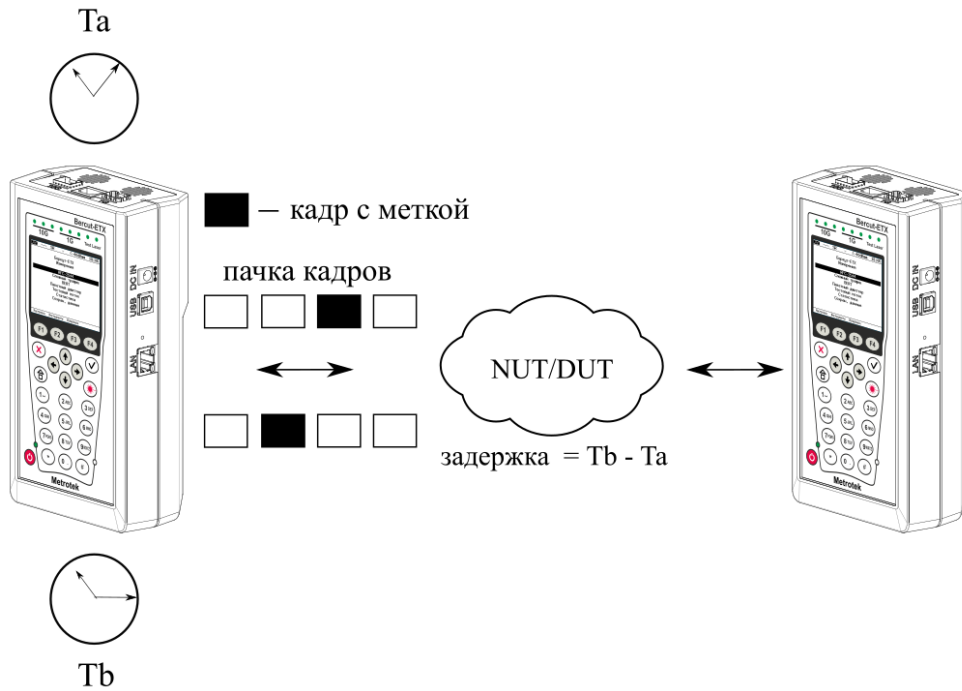


Рисунок 9.13. Анализ задержки

Анализ задержки (Latency) применяется для оценки времени, которое необходимо кадру для прохождения от источника к получателю, а при использовании шлейфа – для возврата к исходному элементу. Если величина задержки изменяется, это может привести к проблемам в работе сервисов реального времени.

При анализе задержки сначала определяется пропускная способность DUT. Затем для каждого, определённого методикой RFC 2544, размера пакета на соответствующей ему максимальной скорости посылается 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 (Latency) — это разница ( $T_b - T_a$ ). По результатам анализа вычисляется средняя задержка.

### 9.4.3. Анализ уровня потерь кадров



$X_1\%$ ,  $X_2\%$  – потери при соответствующей нагрузке

Рисунок 9.14. Анализ уровня потерь кадров

Анализ уровня потерь кадров (*Frame Loss Rate*) 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.

Анализ уровня потерь 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 определённой скорости посылается некоторое количество кадров (*input count*) и подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT (*output count*).

Уровень потерь кадров рассчитывается по формуле:

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

Первая попытка должна осуществляться на скорости, максимальной для данного соединения. Следующая попытка должна проходить на скорости, составляющей 90 % от максимальной, затем на скорости, составляющей 80 % от максимальной. Испытания повторяют, уменьшая скорость тестового потока на 10 % (возможен другой шаг), до тех пор, пока в двух попытках подряд не будет потеряно ни одного кадра.

#### 9.4.4. Анализ предельной нагрузки

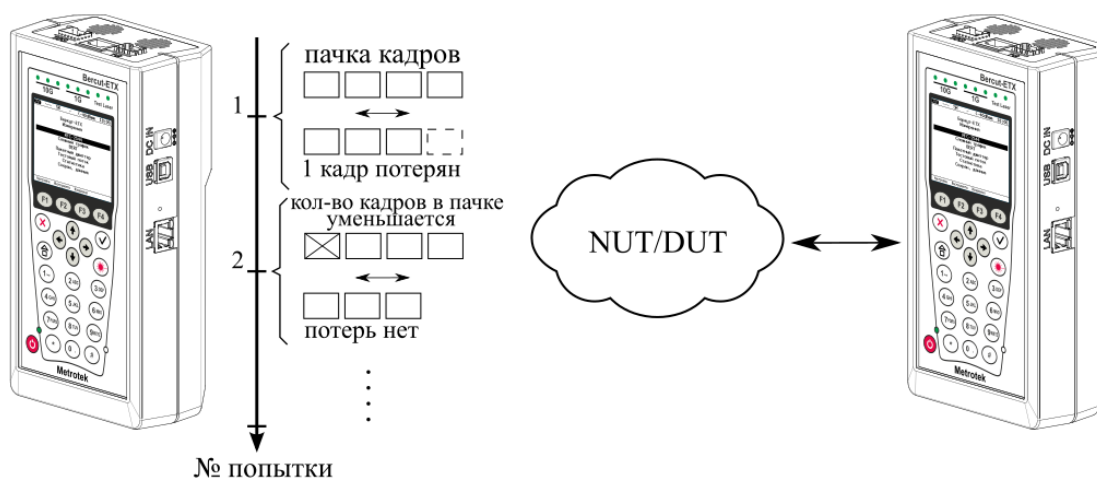


Рисунок 9.15. Анализ предельной нагрузки

Анализ предельной нагрузки (*Back-to-back*) позволяет оценить время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.

При анализе неравномерности передачи данных на вход DUT отсылается некоторое количество кадров с минимальной межкадровой задержкой 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.

## 9.5. RFC 2544. Подготовка к проведению анализа

### 9.5.1. Топология сети

Настройки топологии сети выполняются в меню «Топология тестов», подробное описание меню приведено в разделе 9.2.

### 9.5.2. Основные параметры заголовка

Настройка параметров заголовка осуществляется в меню «RFC 2544» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок».

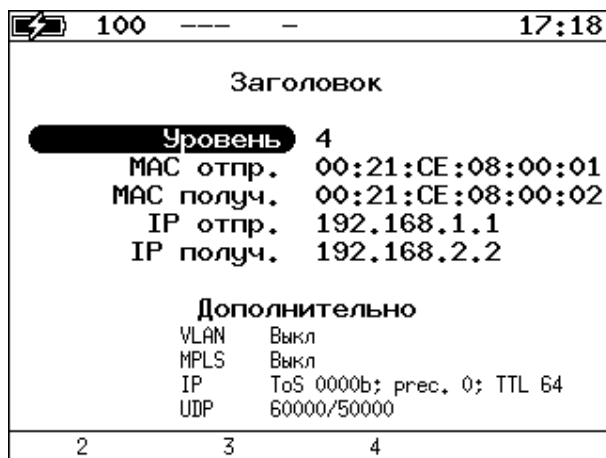


Рисунок 9.16. Меню «Заголовок»

Уровень	Выбор уровня модели OSI, на котором будет проводиться тест (см. раздел 9.5.3)
MAC Отпр.	MAC-адрес отправителя
MAC Получ.	MAC-адрес получателя
IP Отпр.	IP-адрес отправителя
IP Получ.	IP-адрес 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.

Существует возможность автоматической подстановки MAC- и IP-адресов:

- при нажатии на клавишу **F1** (при выборе «MAC Отпр.» или «MAC Получ.») вместо текущего MAC-адреса будет подставлен MAC-адрес порта А, заданный в меню «Параметры интерфейсов»;
- при нажатии на клавишу **F1** (при выборе «IP Отпр.» или «IP Получ.») вместо текущего IP-адреса будет подставлен IP-адрес порта А, заданный в меню «Параметры сети»;
- при нажатии на клавишу **F3** (при выборе «MAC Получ.») будет проведён ARP-запрос. В результате запроса вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя.

Также на экране отображаются значения параметров, задаваемые в меню «Заголовок (доп.)».

### 9.5.3. Уровень

В поле «Уровень» выбирается один из трёх уровней модели OSI, на котором будет выполняться тестирование:

- «2» (MAC, канальный уровень) — к тестовым данным добавляется Ethernet-заголовок. Используется для анализа сетей, содержащих коммутаторы – устройства, работающие на втором уровне модели OSI.
- «3» (IP, сетевой уровень) — тестовые данные помещаются в IP-пакет, а затем в Ethernet-кадр. Используется для анализа сетей, содержащих коммутаторы и маршрутизаторы – устройства, работающие на канальном и сетевом уровнях.
- «4» (UDP, транспортный уровень) — формируется Ethernet-кадр, содержащий IP- и UDP-заголовок. Используется для передачи тестовых данных с помощью транспортных протоколов.

### 9.5.4. Дополнительные параметры заголовка

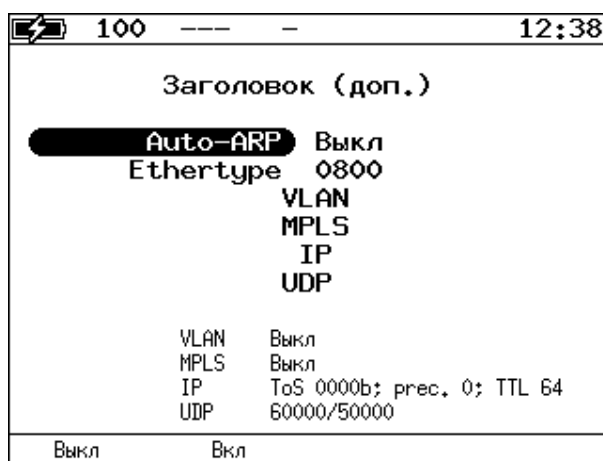


Рисунок 9.17. Меню «Заголовок (доп.)»

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»
Ethertype	Номер протокола сетевого уровня
VLAN	Переход в меню «VLAN» (см. раздел 9.5.5)
MPLS	Переход в меню «Стек меток» (см. раздел 9.5.6)
IP	Переход в меню «IP» (см. раздел 9.5.7)
UDP	Переход в меню «UDP» (см. раздел 9.5.8)

При нажатии на клавишу **F1** (при выборе «VLAN») в качестве настроек VLAN будут автоматически подставлены настройки, заданные в меню «Параметры интерфейсов» ⇒ «VLAN» для тестового порта.

При нажатии на клавишу **F1** (при выборе «MPLS») в качестве настроек MPLS будут автоматически подставлены настройки, заданные в меню «Параметры интерфейсов» ⇒ «MPLS» для тестового порта.



### 9.5.5. Настройка VLAN

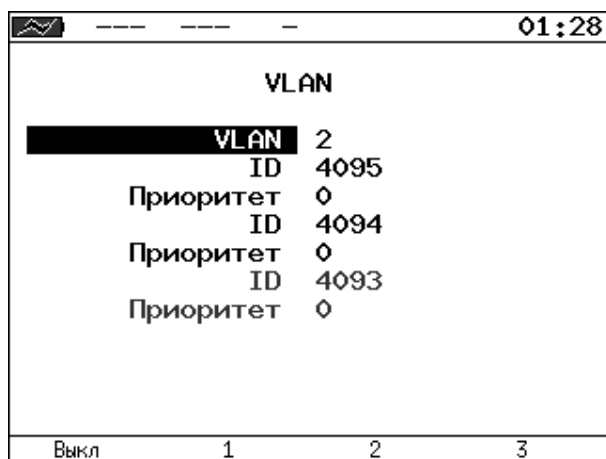


Рисунок 9.18. Меню «VLAN»

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 ([9]), соответствие между приоритетом и типом трафика представлено в табл. 13.1.

### 9.5.6. Настройка MPLS



Рисунок 9.19. 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

## 9.5.7. Настройка IP

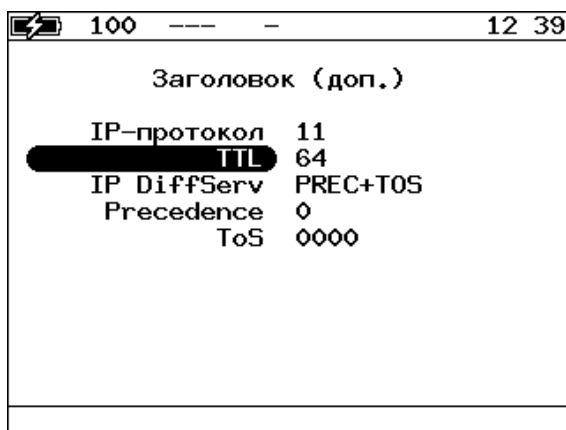


Рисунок 9.20. Настройка IP

IP-протокол	Номер протокола транспортного уровня для подстановки в поле «Protocol» (см. рис. 15.1).
TTL	Время жизни пакета для подстановки в поле «TTL» (см. рис. 15.1).
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 [1]. Отправитель может установить в этом поле любое значение из табл. 13.2.
ToS	Поле, которое определяет тип обслуживания IP-пакета (Type of Service). Отправитель может установить в этом поле любое значение из табл. 13.3, руководствуясь методикой RFC 1349 [2]. 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. 13.4. Младшие 2 бита используются протоколом TCP для передачи информации о перегрузках и описаны в табл. 13.5.

### 9.5.7.1. Трафик с заданным значением поля TTL

Генерация трафика с заданным значением поля TTL позволяет оценить устойчивость маршрутизаторов к приёму большого количества пакетов, имеющих TTL=0.

TTL (Time To Live, см. рис. 15.1) — поле в заголовке пакета IPv4, означающее время жизни пакета. TTL может принимать значения от 0 до 255.

Когда пакет проходит через маршрутизатор, значение TTL уменьшается на единицу (см. рис. 9.21). В соответствии с требованиями RFC 1812 [13] маршрутизаторы должны уничтожать пакеты с TTL=0 и посылать отправителю сообщение протокола ICMPv4 «Time Exceeded message Code 0». Генерация небольшого количества сообщений не вызывает проблем. Но когда пакетов с TTL=0 много, это приводит к высокой нагрузке на ЦП маршрутизаторов и к нестабильной работе сети.

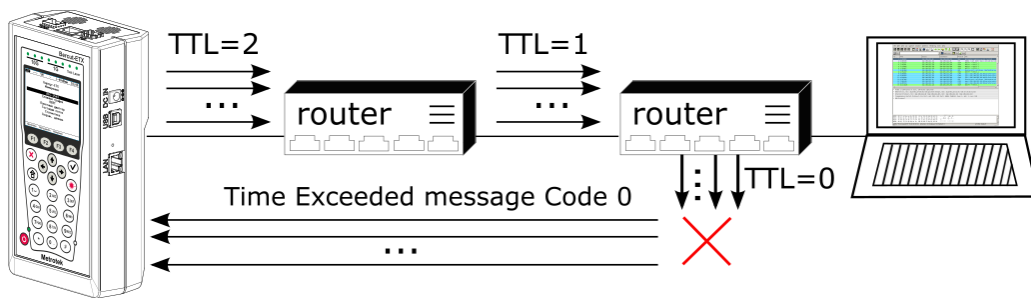


Рисунок 9.21. Проверка устойчивости маршрутизатора к приёму пакетов с TTL=0

### 9.5.8. Настройка UDP

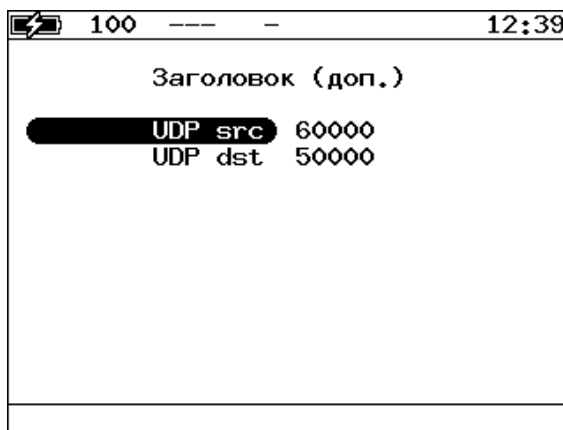


Рисунок 9.22. Настройка UDP

UDP src	Номер UDP-порта отправителя
UDP dst	Номер UDP-порта получателя

### 9.5.9. Выбор размера кадра

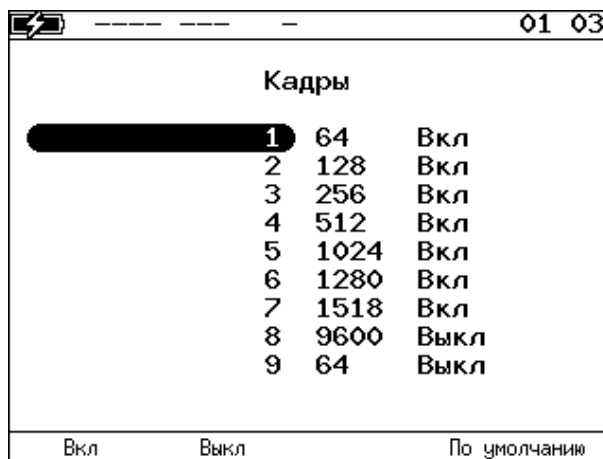


Рисунок 9.23. Меню «Кадры»

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, 9600 байт. При этом имеется возможность дополнительно задать один кадр произвольного размера.
2. Ввести размеры кадров вручную.

**Примечание:** размер кадра не должен быть меньше 64 байт и не должен превышать 9600 байт.

### 9.5.10. Настройка параметров тестов

Задать значения параметров тестирования для проведения анализа можно двумя способами:

1. Выбрать стандартные настройки в соответствии с методикой RFC 2544: меню «RFC-2544» ⇒ «Настройки», клавиша **F4** («По умолчанию»).
2. Провести настройку вручную в соответствии с указаниями разделов 9.5.10.1–9.5.10.5.

Для оптимизации скорости и повышения эффективности проведения анализа в приборе Беркут-ЕТХ предусмотрена возможность изменения стандартных (определённых методикой RFC 2544) значений параметров тестов.

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

#### 9.5.10.1. Параметры теста «Пропускная способность»

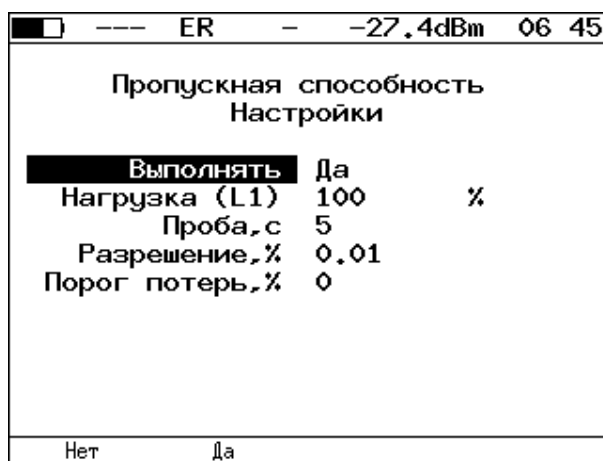


Рисунок 9.24. Настройка параметров теста

Выполнять	Включение/отключение анализа пропускной способности.
Нагрузка (L1)	Значение физической (L1) скорости в процентах ( <b>F1</b> ), в кбит/с ( <b>F2</b> ) или в Мбит/с ( <b>F3</b> ).
Проба, с	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (1–3600 с).
Разрешение, %	Разрешение, с которым будет производиться поиск пропускной способности. Возможные значения: 10, 1, 0,1, 0,01, 0,001, 0,0001. Наименьшее значение разрешения соответствует наибольшей точности измерения пропускной способности канала и наибольшему времени теста.
Порог потерь, %	Порог допустимых потерь (0–10 %). Если количество принятых пакетов оказывается меньше количества переданных на величину допустимого порога потерь, тест считается пройденным.

### 9.5.10.2. Параметры теста «Задержка»

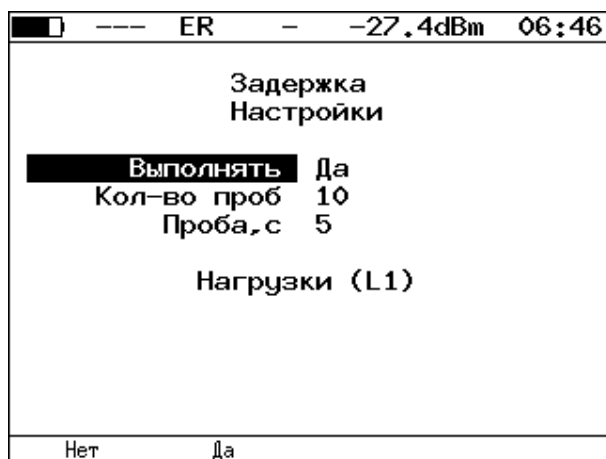


Рисунок 9.25. Настройка параметров теста

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 (1–3600 с).
Нагрузки (L1)	Переход в меню «Нагрузки (L1)».

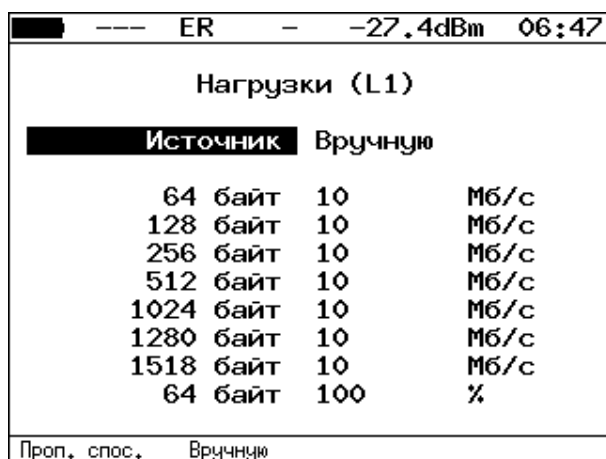


Рисунок 9.26. Меню «Нагрузки (L1)»

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
----------	--

### 9.5.10.3. Параметры теста «Потери кадров»

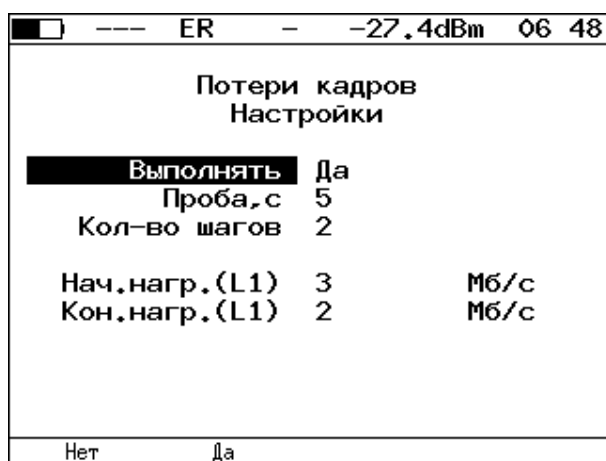


Рисунок 9.27. Настройка параметров теста

Выполнять	Включение/отключение анализа уровня потерь передачи.
Проба, с	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (1–3600 с).
Кол-во шагов	Количество шагов изменения нагрузки.

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 ).

### 9.5.10.4. Параметры теста «Предельная нагрузка»

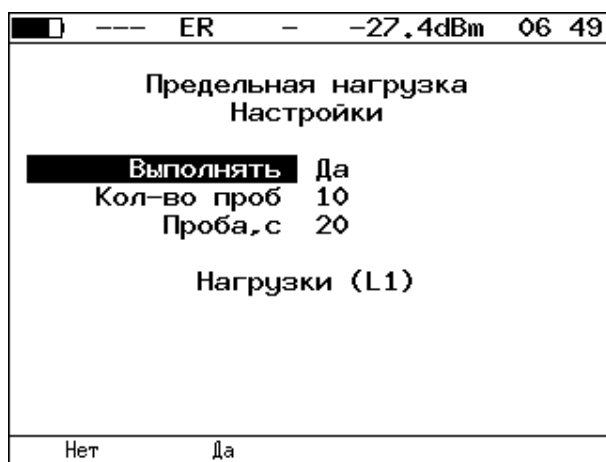


Рисунок 9.28. Настройка параметров теста

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 (2–3600 с).
Нагрузки (L1)	Переход в меню «Нагрузки (L1)» (см. рис. 9.26).

### 9.5.10.5. Дополнительные настройки

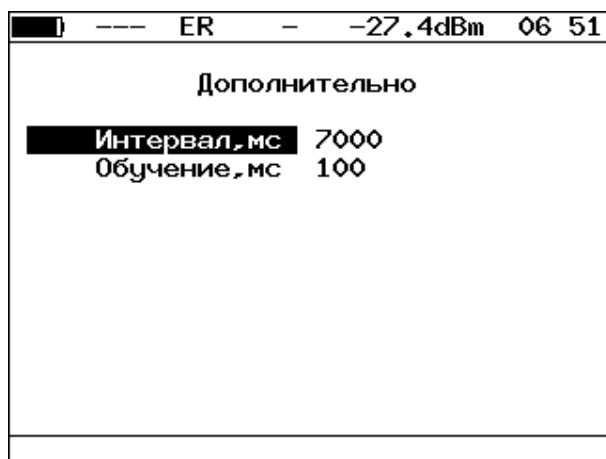


Рисунок 9.29. Меню «Дополнительно»

Интервал, мс	Время между окончанием одной пробы и отправкой обучающего кадра <sup>15</sup> .
Обучение, мс	Время, через которое начнётся тестирование после отправки обучающего кадра.

Согласно методике 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 10 000 мс, величина обучения не должна быть меньше 100 мс и превышать 10 000 мс.

<sup>15</sup> Определение термина «обучающий кадр» приведено в глоссарии.

## 9.6. RFC 2544. Проведение анализа

Для запуска тестов по методике RFC 2544 необходимо перейти в меню «RFC2544» и нажать на клавишу

**F1** («Старт»). При этом будут проведены только выбранные тесты.

Для выборочного выполнения тестов необходимо перейти в меню конкретного теста и нажать на клавишу **F1** («Старт»).

### 9.6.1. Пропускная способность. Результаты анализа

Кадр	Нагр. %	Мб/с L1	Тест
64	100.00	1000.000	Готово
128	100.00	1000.000	Готово
256	100.00	1000.000	Готово
512	100.00	1000.000	Готово
1024	-----	-----	Выполняю
1280	-----	-----	Жду
1518	-----	-----	Жду

T: 0.000 R: 0.000 MB

Стоп	График	Мб/с L2	Сохр./Загр.
------	--------	---------	-------------

Рисунок 9.30. Результаты теста: таблица

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

- 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 графическому представлению результатов тестирования необходимо нажать на клавишу **F2** («График»).



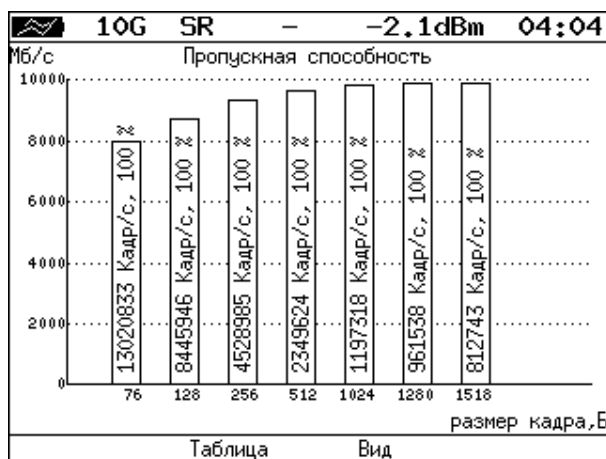


Рисунок 9.31. Результаты теста: график

При нажатии на клавишу **F3** («Вид») происходит переключение между двумя вариантами графического представления результатов тестирования:

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.

### 9.6.2. Задержка распространения. Результаты анализа

Задержка			
Кадр	Нагр. %	Время мс	Тест
76	100.00	0.001	Готово
128	100.00	0.001	Готово
256	100.00	0.001	Готово
512	100.00	0.001	Готово
1024	100.00	0.001	Готово
1280	100.00	0.001	Готово
1518	100.00	0.001	Готово

Старт      График      Сохр./Загр.

Рисунок 9.32. 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».

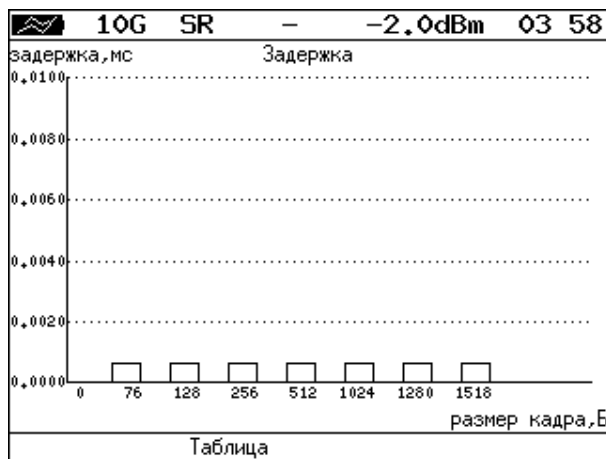


Рисунок 9.33. Результаты теста: график

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

### 9.6.3. Уровень потерь кадров. Результаты анализа

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
T: 874.223 R: 874.209 MB		
Стоп	График	Мб/с L1 Сохр./Загр.

Рисунок 9.34. Результаты теста: таблица

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

- 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.

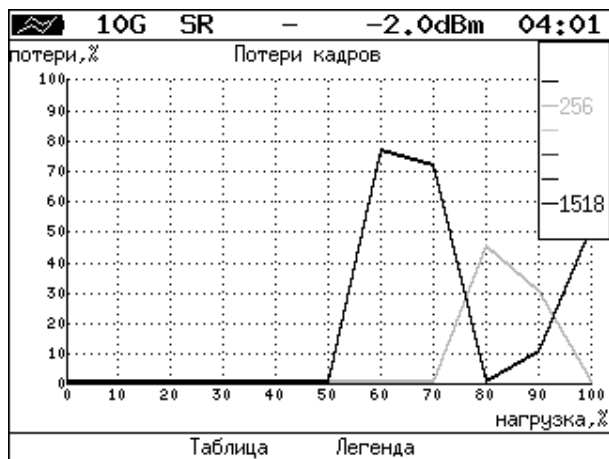


Рисунок 9.35. Результаты теста: график

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

#### 9.6.4. Предельная нагрузка. Результаты анализа

Предельная нагрузка			
Кадр	Нагр. %	Время с	Тест
76	100.000	5.00	Готово
128	100.000	5.00	Готово
256	100.000	5.00	Готово
512	100.000	5.00	Готово
1024	100.000	5.00	Готово
1280	100.000	5.00	Готово
1518	100.000	5.00	Готово

Старт      График      Кадры      Сохр./Загр.

Рисунок 9.36. 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, в течение которого тестируемое устройство выдерживает максимальную нагрузку, 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 «Кадры», в котором представлено количество кадров, переданных за время тестирования.

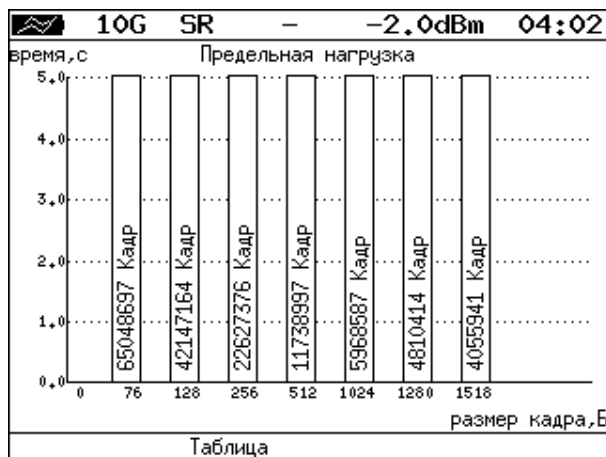


Рисунок 9.37. Результаты теста: график

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.

### 9.6.5. Сохранение результатов измерений

В режиме тестов по методике RFC 2544 при нажатии на клавишу **F4** («Сохран./Загр.») происходит переход в меню, в котором возможен вывод информации о сохранённых измерениях (**F1**), сохранение результатов и параметров тестов (**F2**), а также загрузка (**F3**) или удаление (**F4**) сохранённых результатов и параметров измерений.

## 9.7. 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 9.7.1). В настоящее время существует две основные методики для оценки этих параметров — RFC 2544 (см. раздел 6) и Y.1564<sup>16</sup>.

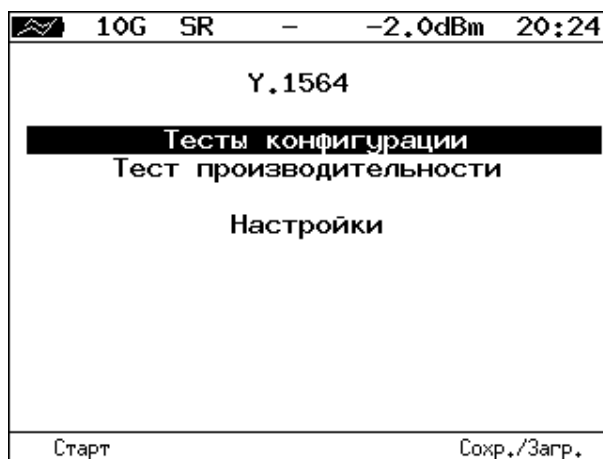


Рисунок 9.38. Меню «Y.1564»

### 9.7.1. Показатели качества

Основные показатели качества предоставляемого сервиса<sup>17</sup> (SAC — Service Acceptance Criteria) перечислены ниже:

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 полоса пропускания для сервиса.
5. EIR (Excess Information Rate) — максимально допустимое превышение CIR.
6. M-фактор — максимально допустимое превышение величины CIR+EIR.

### 9.7.2. 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 [14] учитывает эти недостатки и ориентирована на тестирование мультисервисных сетей, позволяя провести быструю оценку соответствия сети требованиям SLA.

<sup>16</sup> В базовую конфигурацию не входит. Функция доступна при дополнительном заказе опции XMM. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).

<sup>17</sup> Термины «услуга», «служба» и «сервис» в данном описании являются синонимами.

	RFC 2544	ITU-T Y.1564
Измерение FTD	√	√
Измерение FDV <sup>18</sup>	—	√
Измерение FLR	√	√
Анализ одновременной работы нескольких служб	—	√
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.

### 9.7.3. Подготовка к тестированию

Перед началом тестирования необходимо выполнить следующие действия:

1. Провести настройку параметров сети (см. раздел 6.1) и параметров интерфейсов (см. раздел 6.2).
2. Установить количество сервисов и выбрать режим теста (см. раздел 9.7.4).
3. Настроить каждый сервис в соответствии с соглашением об уровне обслуживания (см. раздел 9.7.4.2 и 9.7.4.4).
4. Выполнить настройку тестов (см. раздел 9.7.4.5).

### 9.7.4. Настройки

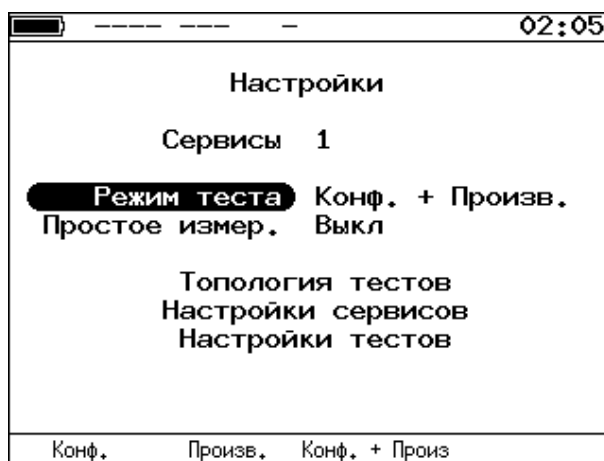


Рисунок 9.39. Меню «Y.1564. Настройки»

Сервисы	Количество тестируемых сервисов (от 1 до 10).
Режим теста	Выбор режима тестирования: <ul style="list-style-type: none"> <li>– «Конф.» — выполнять только тесты конфигурации;</li> <li>– «Произв.» — выполнять только тест производительности;</li> </ul>

<sup>18</sup> Величина FDV является ключевым параметром для VoIP/IPTV и используется при настройке буферизации трафика.

	– «Конф. + Произв.» – выполнять тесты конфигурации и тест производительности.
Простое измер.	При активации данного пункта меню будут проведены все выбранные тесты для всех сервисов. В результатах тестирования в столбце «Состояние» будет выведено «Done».
Топология тестов	Переход в меню «Топология тестов» (см. раздел 9.2).
Настройки сервисов	Переход в меню «Настройки сервисов» (см. раздел 9.7.4.2).
Настройки тестов	Переход в меню «Настройки тестов» (см. раздел 9.7.4.5).

### 9.7.4.1. Топология сети

Настройки топологии выполняются в меню «Топология тестов», подробное описание меню приведено в разделе 9.2.

### 9.7.4.2. Настройки сервисов

Меню «Настройки сервисов» служит для задания параметров, определяющих верхнюю границу допустимого объёма данных для сервисов, – CIR и EIR, а также величины нагрузки для теста Traffic Policing.

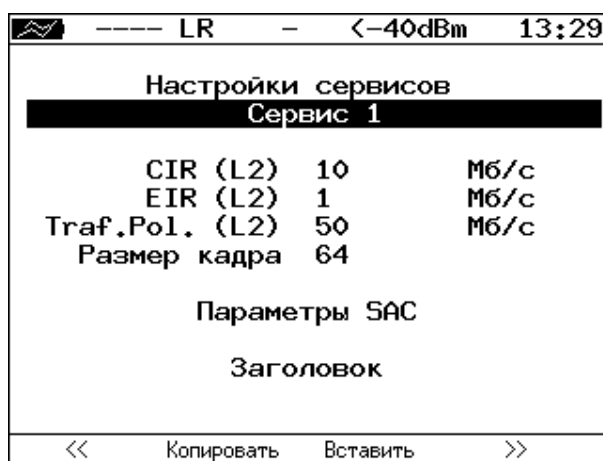


Рисунок 9.40. Меню «Y.1564. Настройки сервисов»

CIR (L2)	Гарантированная пропускная способность.
EIR (L2)	Максимально допустимое превышение CIR.
Traf. Pol. (L2)	Значение нагрузки для теста Traffic Policing. Эта величина должна быть больше CIR (L2)+EIR (L2) (см. раздел 9.7.8).
Размер кадра	Размер кадра для сервиса.
Параметры SAC	Переход в меню «Параметры SAC».
Заголовок	Переход в меню «Заголовок».

Номер сервиса, для которого осуществляется настройка, отображается в верхней части экрана. Если в меню «Настройки» (см. раздел 9.7.4) выбрано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш / или / . Клавиши / позволяют скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого.

### 9.7.4.3. Заголовок

Настройка параметров заголовка осуществляется в меню «Заголовок», подробное описание меню приведено в разделе 9.5.2.

#### 9.7.4.4. Параметры SAC

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



Рисунок 9.41. Меню «У.1564. Параметры SAC»

Потери кадров	Допустимый уровень потерь кадров – отношение между измеренным количеством потерянных пакетов и общим количеством отправленных пакетов.
FTD, мс	Максимально допустимая задержка распространения кадров.
Порог FTD, %	Допустимый порог превышения задержки распространения кадров, при котором тест считается пройденным.
FDV, мс	Максимально допустимое отклонение задержки распространения кадров.
М, Кбит/с	М-фактор (см. раздел 9.7.10).

Номер сервиса, для которого осуществляется настройка, отображается в верхней части экрана. Если в меню «Настройки» (см. раздел 9.7.4) выбрано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш / или / . Клавиши / позволяют скопировать настройки одного сервиса и применить их для другого.

#### 9.7.4.5. Настройки тестов

Меню «Настройки тестов» служит для задания параметров тестов конфигурации (длительность шага, количество шагов) и теста производительности (длительность), а также выбора тестов конфигурации, которые будут выполняться.

**Примечание:** количество доступных для редактирования пунктов зависит от выбранного в меню «Настройки» (см. раздел 9.7.4) режима тестирования.



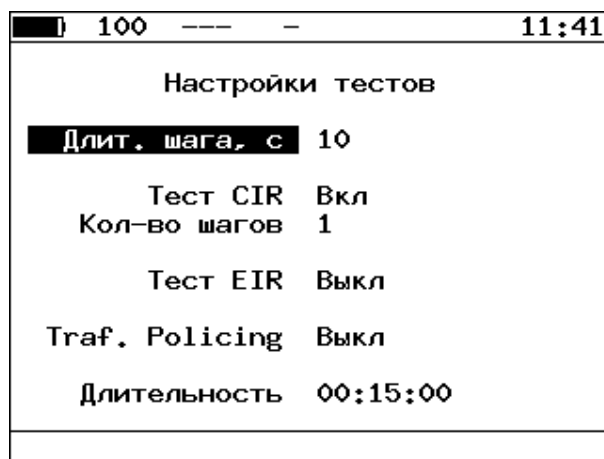


Рисунок 9.42. Меню «Y.1564. Настройки тестов»

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 (см. раздел 9.7.6).
Тест EIR	Включение/выключение теста EIR.
Traf. Policing	Включение/выключение теста Traffic Policing.
Длительность	Длительность теста производительности. Если установлено значение 000:00:00, тест будет выполняться без ограничения по времени.

### 9.7.5. Тесты конфигурации

С помощью тестов конфигурации каждый сервис проверяется на соответствие параметрам, заданным в меню «Параметры SAC» (см. раздел 9.7.4.4), а также оценивается, остаётся ли пропускная способность в заданных 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 9.7.9).

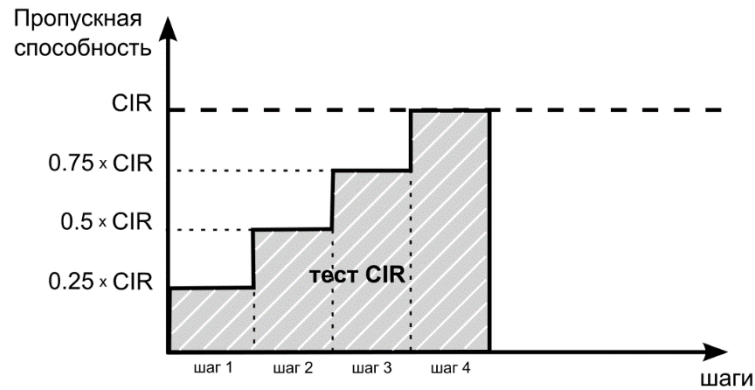
Тесты конфигурации состоят из трёх тестов — CIR, EIR и Traffic Policing. Проводить все тесты необязательно, любой из них, при необходимости, может быть выключен в меню «Настройки тестов» (см. раздел 9.7.4.5).

### 9.7.6. 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 величинами, заданными в меню «Параметры SAC» (см. раздел 9.7.4.4).

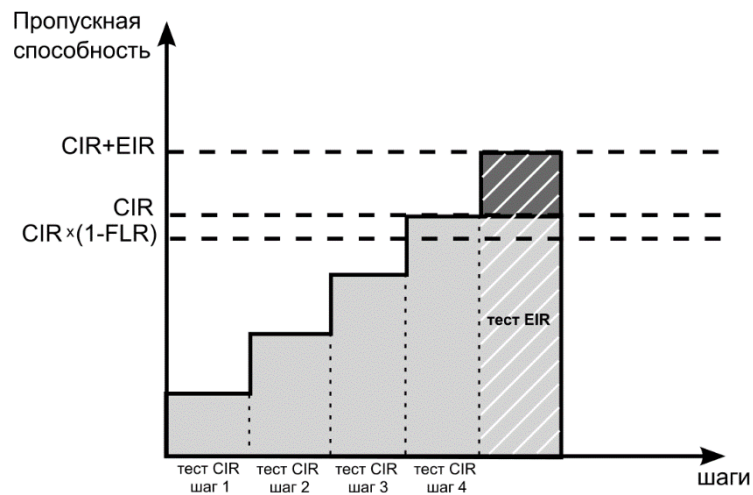
В меню «Настройки тестов» ⇒ «Кол-во шагов» можно задать количество шагов для проведения тестирования: 1 шаг — тест CIR будет проведён при 100% нагрузке; 2 шага — тест будет проведён в два этапа: 50 и 100 % от заданной нагрузки; 3 шага — тест будет проведён в три этапа: 50, 75 и 100 % от заданной нагрузки; 4 шага — тест будет проведён в четыре этапа: 25, 50, 75 и 100% от заданной нагрузки.



### 9.7.7. Тест EIR

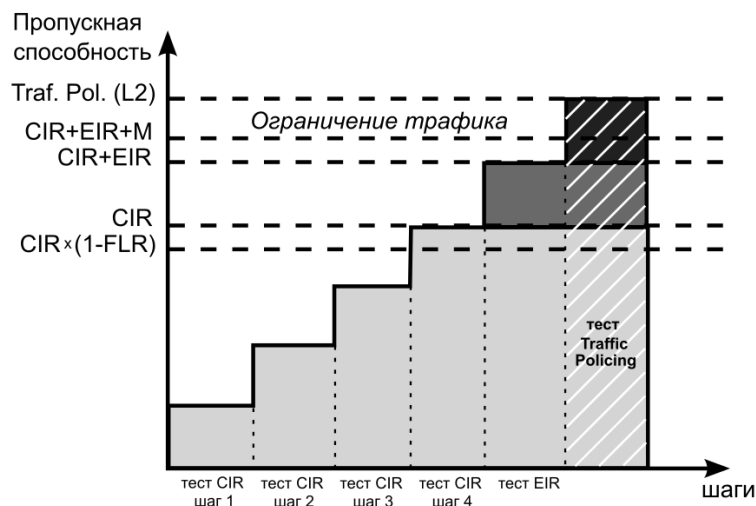
Тест EIR служит для проверки того, что при передаче данных с нагрузкой на уровне CIR+EIR результирующая пропускная способность для каждого сервиса не превышает допустимое значение и находится в пределах от CIR (с учётом заданного уровня потерь кадров) до CIR+EIR:  $CIR \times (1 - FLR) \leq IR \leq CIR + EIR$ . Величина потерь кадров (FLR) устанавливается в меню «Параметры SAC» (см. раздел 9.7.4.4).

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



### 9.7.8. 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 устанавливается вручную в меню «Настройки сервисов» ⇒ «Traf. Pol. (L2)» (см. раздел 9.7.4.2) и должна превышать уровень CIR+EIR.



### 9.7.8.1. Результаты тестирования

10G SR - -2,0dBm 20:34					
Тест конфигурации: сервис 1					
#	IR, Мб/с	FTD, мс	FDV, мс	FLR, %	Сост
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 9.43. Результаты теста конфигурации

IR, Мб/с	Измеренное значение пропускной способности (выводятся средние значения).
FTD, мс	Измеренное значение задержки распространения кадров (выводятся средние значения — см. раздел 9.7.10.1).
FDV, мс	Измеренное значение отклонения задержки распространения кадров (выводятся средние значения — см. раздел 9.7.10.2).
FLR, %	Измеренное значение уровня потерь кадров.
Сост	Состояние тестирования (возможные варианты перечислены в разделе 5.6).

Оценка результатов измерений выполняется в соответствии с информацией, выводимой в столбце «Сост» («Состояние»). Ниже описываются значения «Ок» и «Сбой», остальные варианты перечислены в разделе 5.6.

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×(1-FLR) 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.

## 9.7.9. 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.

### 9.7.9.1. Результаты тестирования

15:29	02:32
Тест производительности: сводный	Тест производительности: сервис 1
# IR, Мб/с FTD, мс FDV, мс FLR, % Сост	Макс. Сред. Мин.
1 10.00 0.00 0.00 0.00 Ок	FTD, мс 00.003 00.003 00.003
2 50.00 0.00 0.00 0.00 Ок	FDV, мс 00.000 00.000 00.000
3 5.00 0.00 0.00 0.00 Ок	IR, Мб/с 20.000 20.000 20.000
	FLR 0.00e+00 Кол-во 0
	FTD >= 1 %PKTs 0.000
	Текущая IR, mbps: 20.000
	T: 24.765 R: 24.765 MB
ET 00:05:00 RT 00:00:00	
Старт << >> Сохр./Загр.	Стоп << >> Сохр./Загр.

Рисунок 9.44. Результаты теста производительности

IR, Мб/с	Измеренное значение пропускной способности (выводятся средние значения).
FTD, мс	Измеренное значение задержки распространения кадров (для сводного теста выводятся средние значения – см. раздел 9.7.10.1).
FDV, мс	Измеренное значение отклонения задержки распространения кадров (для сводного теста выводятся средние значения – см. раздел 9.7.10.2).
FLR, %	Измеренное значение потерь кадров.
Сост	Состояние тестирования.
FLR	Измеренное значение уровня потерь кадров.
Кол-во	Количество потерянных пакетов.
FTD >=	Количество пакетов, которые превысили заданный порог (см. раздел 9.7.4.4).
%PKTs	Процент потерянных пакетов.
Текущая IR, mbps	Текущее значение информационной скорости.
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 5.6.

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.

### 9.7.10. М-фактор

В процессе проведения 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 [14] используется М-фактор — максимально допустимое превышение величины CIR+EIR (см. ITU-T Y.1564 п. С.2 разд. 8.1.2).

#### 9.7.10.1. Алгоритм измерения FTD

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

1. На передающей стороне в каждый пакет вставляется временная метка (T<sub>a</sub>).
2. На приёмной стороне записывается значение времени приёма пакета с меткой (T<sub>b</sub>).
3. Вычисляется задержка прохождения пакета в сети, которая представляет собой разницу между временными метками: T<sub>b</sub> – T<sub>a</sub>.

Примечание: приёмником и передатчиком должен быть один и тот же прибор или два прибора, синхронизированных по протоколу RTP (см. раздел 6.3.3).

4. В результате фиксируются три значения задержки — минимальное (FTD<sub>min</sub>), среднее (FTD<sub>avg</sub>) и максимальное (FTD<sub>max</sub>). 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.

#### 9.7.10.2. Алгоритм измерения FDV

Отклонение задержки распространения кадров (FDV) в соответствии с рекомендацией ITU-T Y.1563 [15] измеряется по формуле:  $FDV = FTD - FTD_{min}$ .

Например, если были измерены значения задержки распространения кадров: FTD<sub>min</sub> = 1.5, FTD<sub>avg</sub> = 2.5, FTD<sub>max</sub> = 5.5, то значения FDV будут следующими: FDV<sub>min</sub> = 0, FDV<sub>avg</sub> = 1.0, FDV<sub>max</sub> = 4.0.

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

## 9.8. 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»<sup>19</sup> 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 9.1.

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

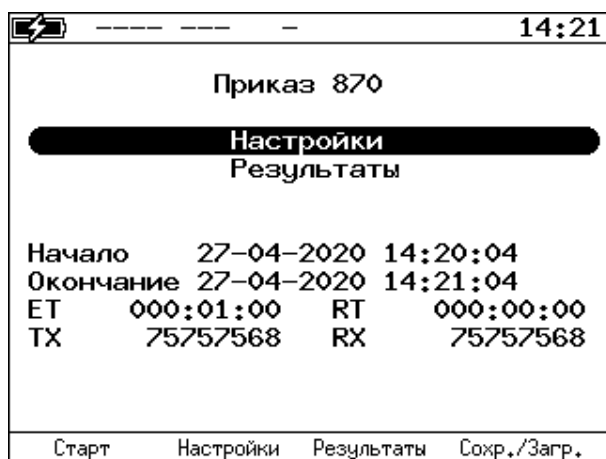


Рисунок 9.45. Меню «Приказ 870»

Настройки	Переход в меню настроек параметров теста (см. раздел 9.8.1).
Результаты	Переход в меню просмотра результатов теста (см. раздел 9.8.2).
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 9.8.1).

<sup>19</sup> В базовую конфигурацию не входит. Функция доступна при дополнительном заказе опции O870. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).

Результаты ( <b>F3</b> )	Переход в меню просмотра результатов теста (см. раздел 9.8.2).
Сохр./Загр. ( <b>F4</b> )	Переход в меню сохранения результатов теста (см. раздел 10).

### 9.8.1. Настройки

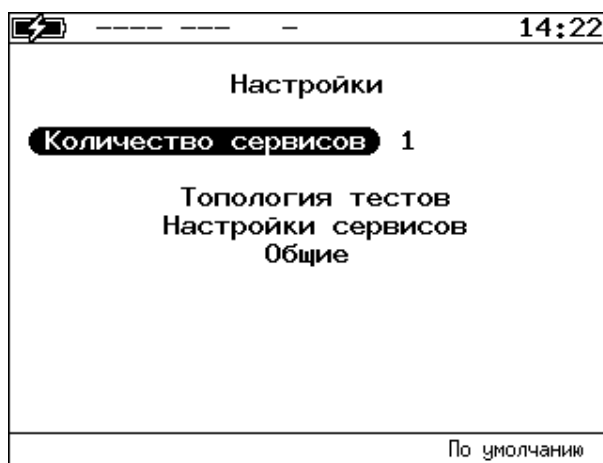


Рисунок 9.46. Меню «Настройки»

Количество сервисов	Количество тестируемых сервисов (от 1 до 4).
Топология тестов	Переход в меню «Топология тестов» (см. раздел 9.8.1.1).
Настройки сервисов	Переход в меню «Настройки сервисов» (см. раздел 9.8.1.2).
Общие	Переход в меню «Общие» (см. раздел 9.8.1.4)
По умолчанию ( <b>F4</b> )	Сброс настроек теста к значениям по умолчанию.

#### 9.8.1.1. Топология тестов

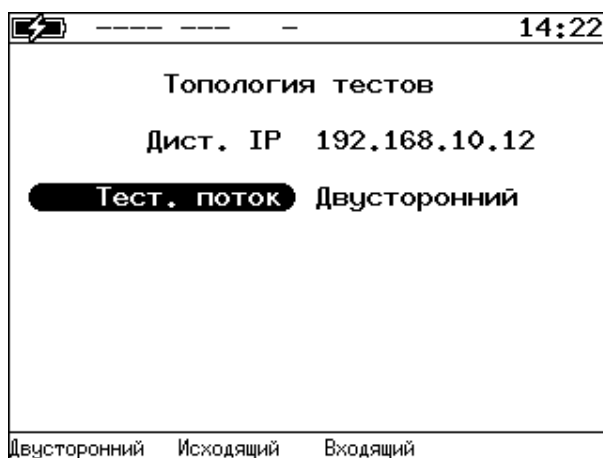


Рисунок 9.47. Меню «Топология тестов»

Дист. IP	IP-адрес дистанционного прибора.
Тест. поток	Направление тестирования: <ul style="list-style-type: none"> <li>– двусторонний — тестирование обоих направлений: от локального прибора к дистанционному и от дистанционного к локальному;</li> <li>– исходящий — тестирование направления от локального прибора к дистанционному;</li> <li>– входящий — тестирование направления от дистанционного прибора к локальному.</li> </ul>

### 9.8.1.2. Настройки сервисов

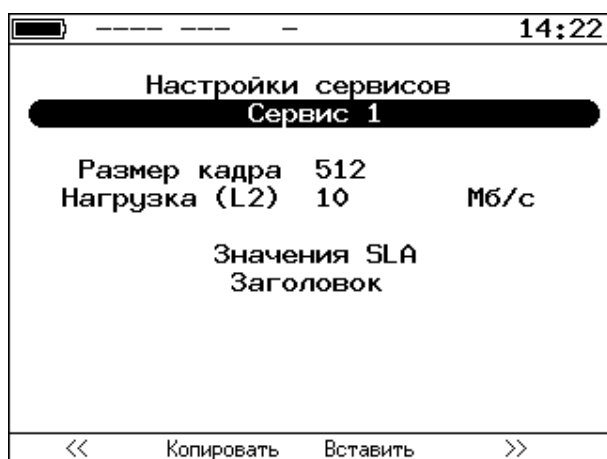


Рисунок 9.48. Меню «Настройки сервисов»

Сервис	Номер настраиваемого сервиса. Если в меню «Настройки» (см. раздел 9.8.1) в поле «Количество сервисов» указано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш  /  или <b>F1</b> / <b>F4</b> . Клавиши <b>F2</b> / <b>F3</b> 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 ( <b>F1</b> ), в кбит/с ( <b>F2</b> ) или в Мбит/с ( <b>F3</b> ).
Значения SLA	Переход в меню «Значения SLA» (см. раздел 9.8.1.3).
Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 9.5.2).

### 9.8.1.3. Значения SLA

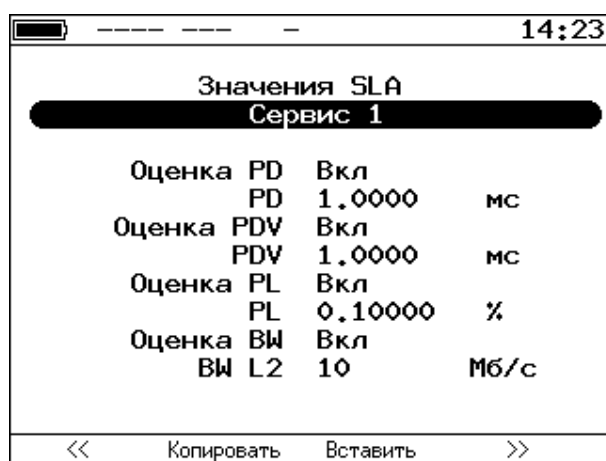


Рисунок 9.49. Меню «Значения SLA»

Сервис	Номер настраиваемого сервиса. Если в меню «Настройки» (см. раздел 9.8.1) в поле «Количество сервисов» указано несколько сервисов, переключение между ними выполняется с помощью клавиш  /  или <b>F1</b> / <b>F4</b> . Клавиши <b>F2</b> / <b>F3</b> 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.

#### 9.8.1.4. Общие

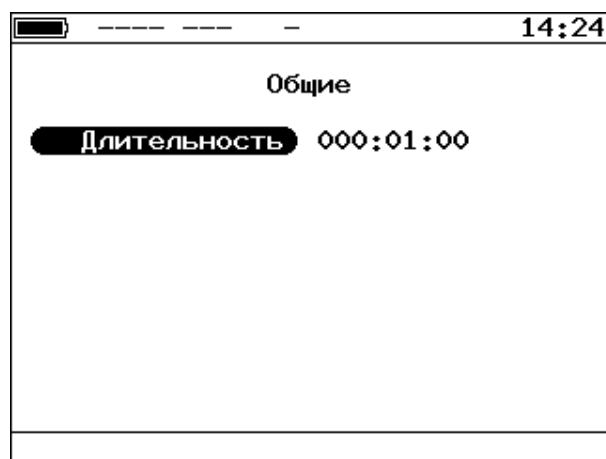


Рисунок 9.50. Меню «Общие»

Длительность теста задаётся в формате hhh:mm:ss. Минимальное значение – 1 секунда, максимальное – 999 часов 59 минут 59 секунд.

## 9.8.2. Результаты

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

### 9.8.2.1. Сводные результаты

Результаты: сводный						
#	PD	PDV	PL	BW L2	Тест	Тест
	мкс	мкс	%	Мбит/с	стат	стат
1	10.0	0.0	0.0	10.00	Зврш	

14 24

<< >> мс Сохр./Загр.

Рисунок 9.51. Меню «Результаты: сводный»

PD	Измеренное значение средней задержки передачи пакетов данных. При нажатии на клавишу <b>F3</b> выполняется выбор единиц измерения – мс или мкс.
PDV	Измеренное значение средней вариации задержки передачи пакетов данных. При нажатии на клавишу <b>F3</b> 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 5.6).

### 9.8.2.2. Сводные результаты (SLA)

Результаты: сводный (SLA)						
#	PD	PDV	PL	BW L2	Тест	Тест
1	Ок	Ок	Ок	Ок	Ок	Ок

14 24

Результат теста: Ок

<< >> мс Сохр./Загр.

Рисунок 9.52. Меню «Результаты: сводный (SLA)»

В таблице выводятся результаты соответствия измеренных значений заданным пороговым значениям SLA (см. раздел 9.8.1.3):

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

### 9.8.2.3. Результаты для сервиса

Результаты: сервис 1			
	Макс.	Сред.	Мин.
PD, мкс	10.1	10.0	10.0
PDV, мкс	0.0	0.0	0.0
BW L1	10.393	10.391	10.389
BW L2	10.002	10.000	9.998
BW L3	9.651	9.648	9.647
ET	000:01:00	RT	000:00:00
TX	75757568	RX	75757568
PL, %	0.00000	Кол-во	0



Рисунок 9.53. 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.

### 9.8.2.4. Результаты для сервиса (SLA)

Результаты: сервис 1 (SLA)			
	SLA	Знач.	Сост
PD, мкс	1000.0	10.0	0к
PDV, мкс	1000.0	0.0	0к
BW L2	10.000	10.000	0к
PL, %	0.10000	0.00000	0к

Рисунок 9.54. Меню «Результаты: сервис 1 (SLA)»

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

SLA	Значение, установленное в меню «Значения SLA» (см. раздел 9.8.1.3).
Знач.	Среднее измеренное значение (см. раздел 9.8.2.1).
Сост	В столбце выводится информация о соответствии измеренных значений заданным пороговым значениям SLA (см. раздел 9.8.2.2).

## 9.9. BERT

BERT<sup>20</sup> (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.

На физическом уровне данные отправляются частями с определённым межкадровым интервалом (IFG — Interframe Gap). В этом случае тестирование проводится при замыкании передающей пары оптоволокна на принимающую (см. рис. 9.61) или с использованием функции «Шлейф» (см. рис. 9.62).



Рисунок 9.55. Кадр физического уровня

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 прибора к тестируемой сети показаны на рис. 9.63, 9.64, 9.65.

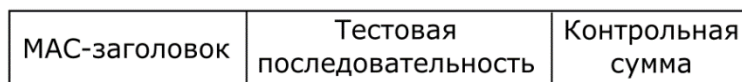


Рисунок 9.56. Кадр канального уровня

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. 9.63, 9.64, 9.65.



Рисунок 9.57. Кадр сетевого уровня

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. 9.63, 9.64, 9.65.

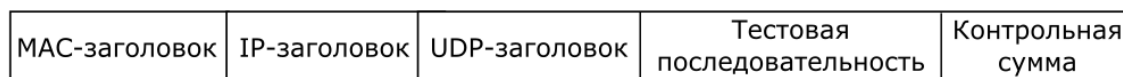


Рисунок 9.58. Кадр транспортного уровня

<sup>20</sup> Доступность функции BERT зависит от версии ПО (см. раздел 7).

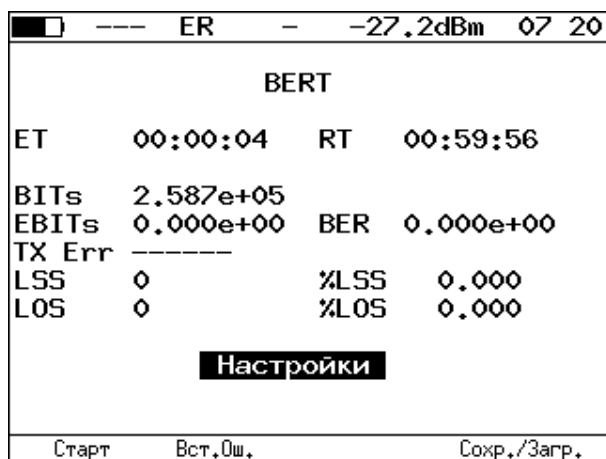


Рисунок 9.59. Экран «BERT»

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
TX Err	Количество добавленных вручную ошибок
LSS	Время, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности
%LSS	Отношение времени, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности, ко 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»

**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).

При нажатии на кнопку **F2** происходит вставка одной битовой ошибки в тестовую последовательность. Количество сгенерированных ошибок отображается в строке «TX Err».

При нажатии на клавишу **F4** («Сохран./Загр.») осуществляется переход в меню, в котором возможен вывод информации о сохранённых измерениях (**F1**), сохранение результатов и параметров тестов (**F2**) и удаление (**F4**) сохранённых результатов и параметров измерений.



Рисунок 9.60. Меню «Настройки BERT»

Уровень	Выбор уровня модели OSI, на котором будет проводиться тест: – 1 — физический уровень; – 2 — канальный уровень (MAC); – 3 — сетевой уровень (IP); – 4 — транспортный уровень (TCP/UDP).
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. Максимальное значение — 999:59:59. Если установлено значение 000:00:00, тест будет выполняться без ограничения по времени.
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» (см. раздел 9.2).
Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 9.5.2).

Последовательности, используемые для тестирования, соответствуют рекомендации ITU-T O.150 [6] и представлены в табл. 13.8.

### 9.9.1. Варианты подключения

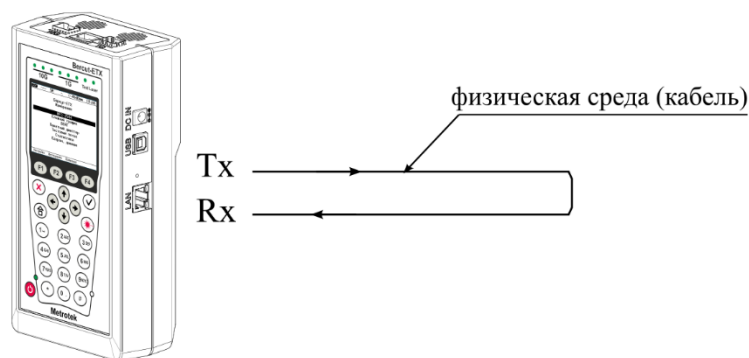


Рисунок 9.61. Тестирование на физическом уровне (вариант 1)

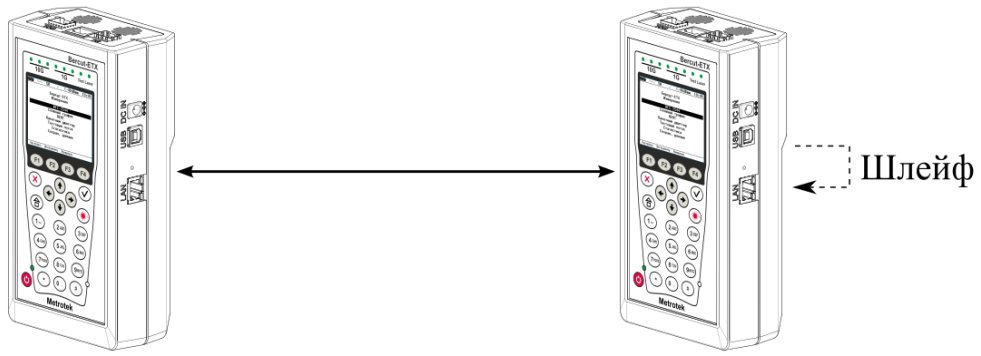


Рисунок 9.62. Тестирование на физическом уровне (вариант 2)

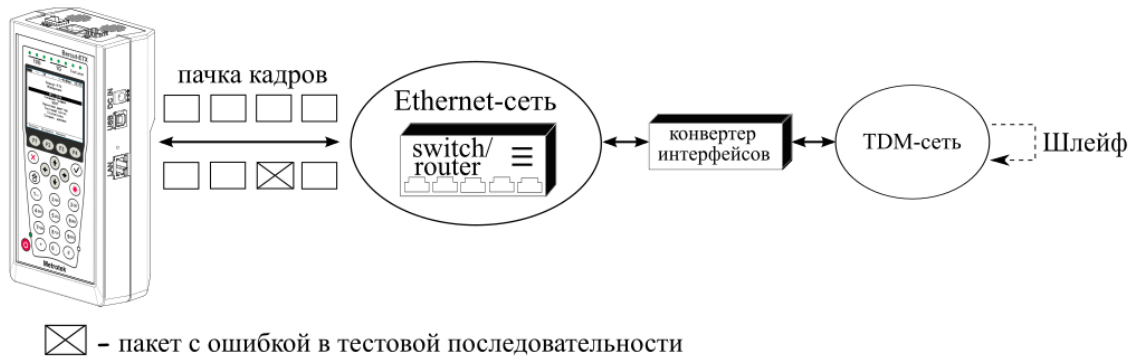


Рисунок 9.63. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 1)

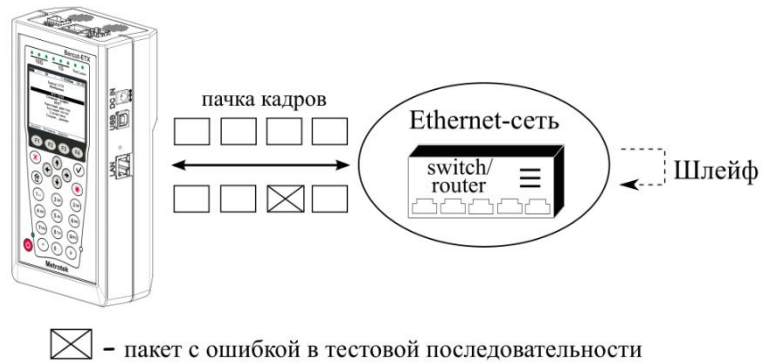


Рисунок 9.64. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 2)

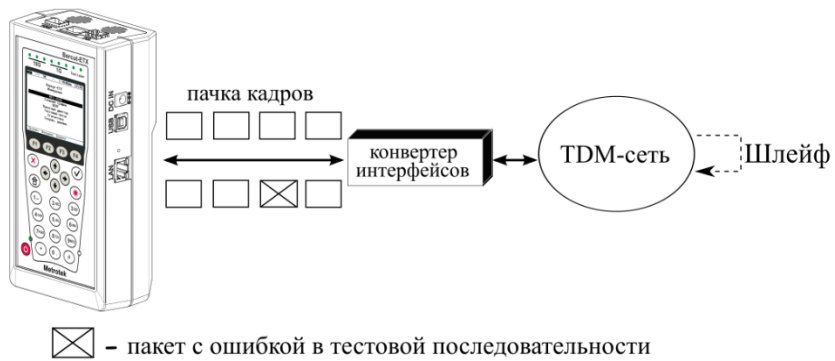


Рисунок 9.65. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 3)



## 9.9.2. Топология тестов

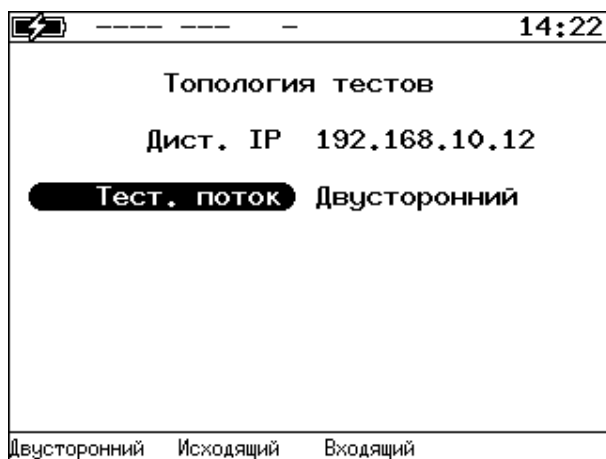


Рисунок 9.66. Меню «Топология тестов»

Дист. IP	IP-адрес дистанционного прибора.
Тест. поток	Направление тестирования: <ul style="list-style-type: none"><li>– двусторонний — тестирование обоих направлений: от локального прибора к дистанционному и от дистанционного к локальному;</li><li>– исходящий — тестирование направления от локального прибора к дистанционному;</li><li>– входящий — тестирование направления от дистанционного прибора к локальному.</li></ul>

## 9.9.3. Заголовок

Настройка параметров заголовка осуществляется в меню «Заголовок», подробное описание меню приведено в разделе 9.5.2.

## 9.9.4. BERT. Настройка MPLS

Стек меток для тестирования задаётся в меню «MPLS»: Измерения ⇒ «BERT» ⇒ «Настройки» ⇒ «Заголовок» ⇒ «Дополнительно» ⇒ «MPLS» (см. раздел 9.5.6).

## 9.10. Пакетный джиттер<sup>21</sup>

Важной задачей при анализе Ethernet-сетей является определение пакетного джиттера и задержки. В соответствии с методикой RFC 4689 [5], пакетный джиттер — это абсолютная разность задержек распространения двух последовательно принятых пакетов, принадлежащих одному потоку данных. Этот параметр используется для оценки возможности сети передавать чувствительный к задержкам трафик, такой, как видео или речь.



Рисунок 9.67. Экран «Отчёт по джиттеру»

ET	Время, прошедшее с начала теста.
RT	Время, оставшееся до окончания теста.
PKTs	Общее количество принятых пакетов.
OOPs	Количество пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были отправлены.
%OOPs	Количество пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были переданы, в процентах от общего количества принятых пакетов.
INOPs	Количество пакетов, принятых в том же порядке, в котором они были отправлены.
%INOPs	Количество пакетов, принятых в том же порядке, в котором они были отправлены, в процентах от общего количества принятых пакетов.
< ms %PKTs	Количество принятых пакетов (процент от общего числа), джиттер/задержка которых меньше заданного порога. <b>Примечание:</b> данная величина не измеряется для задержки при проведении тестирования по схеме, представленной на рис. 9.73. В этом случае в строке отображается «n/a».
>= ms %PKTs	Количество принятых пакетов (процент от общего числа), джиттер/задержка которых больше или равны заданному порогу. <b>Примечание:</b> данная величина не измеряется для задержки при проведении тестирования по схеме, представленной на рис. 9.73. В этом случае в строке отображается «n/a».
Настройки	Переход в меню «Настройки».

При нажатии на клавишу **F1** («Старт») начинается определение джиттера и задержки распространения пакетов, поступающих на тестовый порт.

Для переключения между результатами измерений (джиттер/задержка) следует нажимать на клавишу

**F2**.

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

<sup>21</sup> Функция анализа пакетного джиттера является опцией: в базовую конфигурацию не входит, доступна при дополнительном заказе опции XJT. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).

Распределение джиттера		
Джиттер, мс	Пакеты, %	
( 0.000... 12.500)		100.000
( 12.500... 25.000)		0.000
( 25.000... 37.500)		0.000
( 37.500... 50.000)		0.000
( 50.000... 62.500)		0.000
( 62.500... 75.000)		0.000
( 75.000... 87.500)		0.000
( 87.500... 100.000)		0.000
( 100.000... )		0.000

Старт      Задержка      График      Сохр./Загр.

Рисунок 9.68. Экран «Распределение джиттера»

На экране отображаются два столбца: в первом приведены границы подынтервалов, во втором — количество пакетов (в процентах), джиттер/задержка которых попали в определённый подынтервал. Верхняя граница интервала задаётся в меню «Пакетный джиттер» ⇒ «Настройки» и обозначена как «Порог джиттера, мс» («Порог задержки, 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/задержка которых находится в этих пределах.

При нажатии на клавишу **F3** («График») осуществляется переход к экрану, содержащему графическое представление распределения пакетного джиттера.

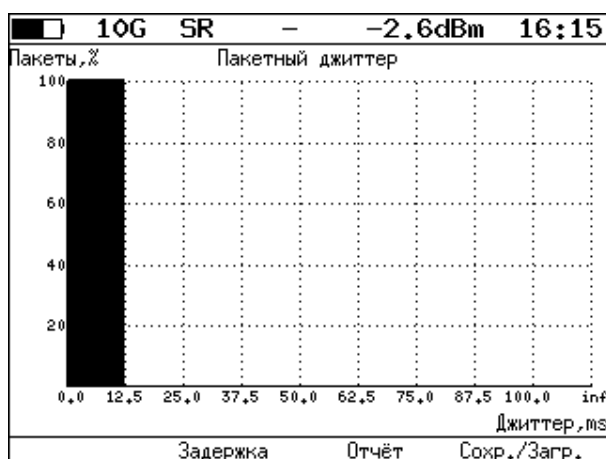


Рисунок 9.69. Экран «Пакетный джиттер» (график)

При нажатии на клавишу **F4** («Сохр./Загр.») происходит переход в меню, в котором возможен вывод информации о сохранённых измерениях (**F1**), сохранение результатов и параметров тестов (**F2**), а также загрузка (**F3**) и удаление (**F4**) сохранённых результатов и параметров измерений (см. раздел 10).



Рисунок 9.70. Меню «Пакетный джиттер. Настройки»

Генератор	Включение/выключение генератора тестового трафика. При выборе «Вкл» генератор будет включаться при запуске теста «Пакетный джиттер».
Порог джиттера, мс	Пороговое значение джиттера.
Порог задержки, мс	Пороговое значение задержки.
Длительность	Время проведения теста «Пакетный джиттер». Максимальное значение — 99:59:59, опция LJT позволяет увеличить длительность анализа до 999:59:59. Опция LJT входит в состав опции XJT. Если установлено значение 000:00:00, тест будет выполняться без ограничения по времени.
Генератор трафика	Переход в меню «Генератор трафика».

## 9.11. Генератор трафика

Генератор трафика создаёт тестовый поток двух типов:

1. Постоянный — заголовок пакетов не меняется (см. раздел 9.11.1);
2. Динамический — в заголовке пакета меняются различные поля (см. раздел 9.11.2).

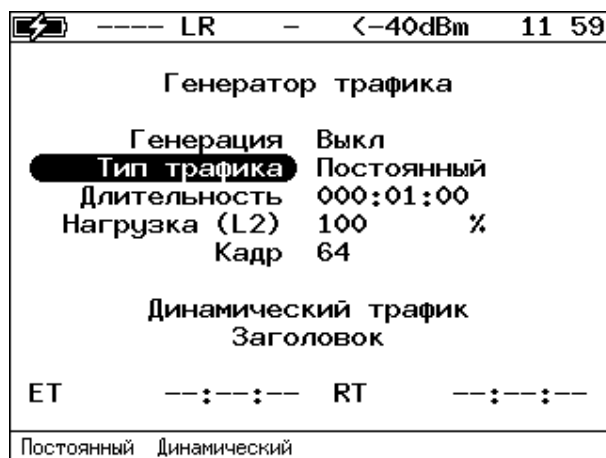


Рисунок 9.71. Меню «Генератор трафика»

Генерация	Включение/выключение генерации тестового потока.
Тип трафика	Выбор типа трафика: постоянный или динамический.
Длительность	Время, в течение которого будет происходить генерация трафика. Максимальное значение — 999:59:59. Если установлено значение 000:00:00, тест будет выполняться без ограничения по времени.
Нагрузка (L2)	Значение информационной (L2) скорости в процентах ( F1 ), в кбит/с ( F2 ) или в Мбит/с ( F3 )
Кадр	Размер кадра (любое значение в пределах от 64 до 9600 байт).
Динамический трафик	Переход в меню «Динамический трафик» (см. раздел 9.11.2).
Заголовок	Переход в меню «Заголовок» (см. раздел 9.5.2).
ET	Время, прошедшее с начала генерации трафика.
RT	Время, оставшееся до завершения генерации трафика.

### 9.11.1. Постоянный трафик

Функция генерации постоянного тестового трафика может применяться при определении джиттера или задержки.

Существует возможность генерации тестового потока и измерения пакетного джиттера/задержки на порту 1G/10G прибора (см. рис. 9.72), а также генерации тестового потока на порту локального прибора (Беркут-ЕТХ или Беркут-ЕТ) и измерения джиттера/задержки на порту, который располагается на удалённом приборе (Беркут-ЕТХ или Беркут-ЕТ), см. рис. 9.73.

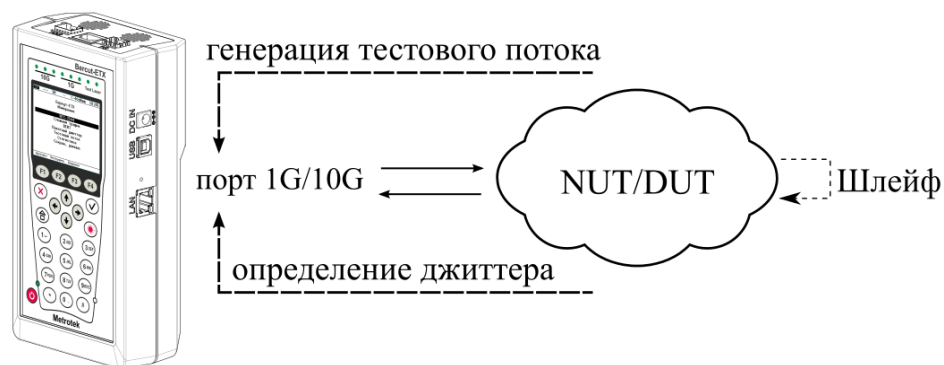


Рисунок 9.72. Генерация постоянного трафика. Схема 1

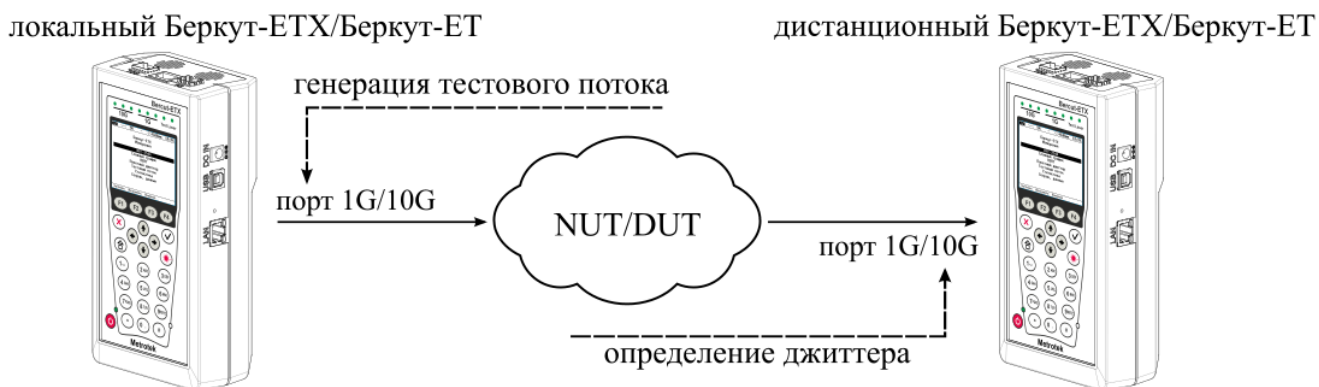


Рисунок 9.73. Генерация постоянного трафика. Схема 2

Для проведения тестирования при подключении Беркут-ЕТХ к сети в соответствии со схемой, представленной на рис. 9.72, необходимо:

1. Перейти в меню «Параметры сети», задать IP-адрес порта 1G/10G или убедиться, что прибор получил верный IP-адрес по протоколу DHCP.
2. Перейти в меню «Пакетный джиттер» ⇒ «Настройки»:
  - включить генератор тестового трафика;
  - задать требуемую величину порога;
  - задать длительность измерений.
3. Перейти в меню «Генератор трафика»:
  - выполнить настройку параметров генерации;
  - выполнить настройку параметров заголовка в соответствии с описанием, представленным в разделах 9.5.2 и 9.5.4;
  - если в меню «Пакетный джиттер» ⇒ «Настройки» выключен генератор, включить генерацию тестового потока.
4. Перейти в меню «Пакетный джиттер» ⇒ «Отчёт», нажать на клавишу **F1** («Старт»).

Для проведения тестирования при подключении локального и дистанционного прибора к сети в соответствии со схемой, представленной на рис. 9.73, необходимо:

5. На локальном и на дистанционном приборе перейти в меню «Параметры сети», задать IP-адрес порта А или убедиться, что прибор получил верный IP-адрес по протоколу DHCP.

6. На локальном приборе перейти в меню «Генератор трафика»:

- выполнить настройку параметров генерации;
- выполнить настройку параметров заголовка в соответствии с описанием, представленным в разделах 9.5.2 и 9.5.4.

7. На дистанционном приборе перейти в меню «Пакетный джиттер» ⇒ «Настройки»:

- выключить генератор тестового трафика;
- задать требуемую величину порога;
- задать время измерения.

8. На локальном приборе перейти в меню «Генератор трафика» и включить генерацию тестового трафика.

9. На дистанционном приборе перейти в меню «Пакетный джиттер» ⇒ «Отчёт», нажать на клавишу **F1** («Старт»).

### 9.11.2. Динамический трафик

Функция генерации динамического трафика<sup>22</sup> позволяет подменить значения следующих полей пакета: MAC-адрес отправителя, MAC-адрес получателя, IP-адрес отправителя, IP-адрес получателя, VLAN, номер TCP/UDP-порта отправителя, номер TCP/UDP-порта получателя. Для изменения поля VLAN необходимо включить метку VLAN в меню «Параметры сети».

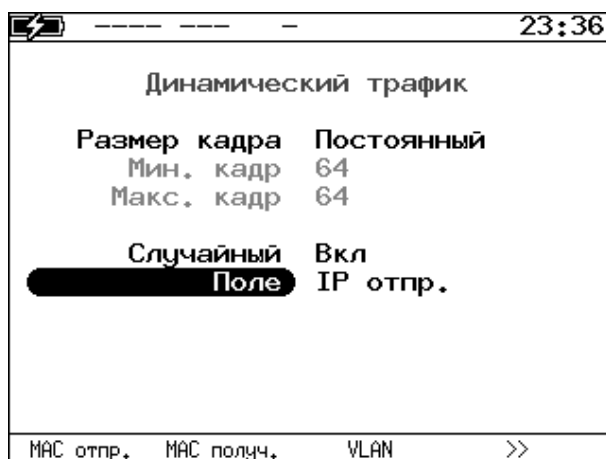




Рисунок 9.74. Меню «Динамический трафик»

Размер кадра	«Случайный» — размер кадра будет изменяться по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Мин. кадр», «Макс. кадр»). «Постоянный» — для тестирования будут использоваться кадры, размер которых задан в пункте меню «Кадр» (см. рис. 9.71).
Случайный	При выборе «Вкл» становится активным пункт меню «Поле»: значение поля, указанного в этом пункте, будет изменяться по случайному закону. При активации данной функции необходимо включить и настроить VLAN в меню «Параметры интерфейсов» для правильной генерации пакета.
Поле	Выбор поля пакета, значение которого будет изменяться по случайному закону. Для MAC-адресов меняется только последний октет, для IP-адресов – последние 8 бит. Значения полей «VLAN» и «UDP» меняются целиком.

<sup>22</sup> Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опций XFL и XVLIP.

## 9.12. Статистика

Прибор Беркут-ЕТХ осуществляет сбор и отображение статистической информации по принимаемому и передаваемому трафику на физическом, канальном и сетевом уровнях в соответствии с методикой RFC 2819.

Статистические данные представлены на нескольких экранах. Для переключения между экранами используются клавиши / или **F2**/**F3**. При нажатии на клавишу **F1** («Сброс») происходит сброс статистики.

### 9.12.1. Сводная статистика

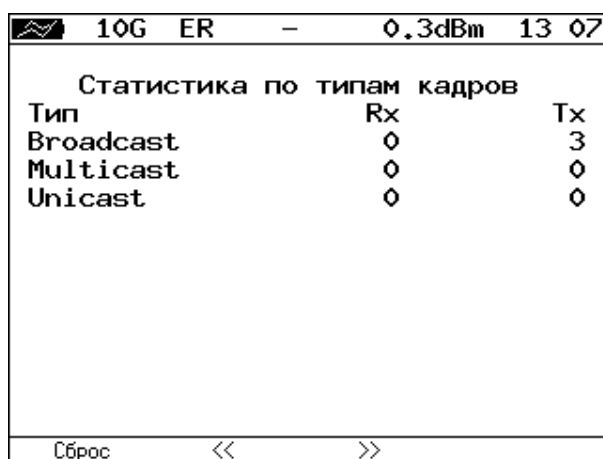


Статистика	
Rx кадры	0
Tx кадры	3
Rx байты	0
Tx байты	885
Rx Кбит/с	0

Рисунок 9.75. 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.

### 9.12.2. Статистика по типам кадров



Тип	Rx	Tx
Broadcast	0	3
Multicast	0	0
Unicast	0	0

Рисунок 9.76. Экран «Статистика по типам кадров»

Broadcast	Кадры с широковещательной адресацией.
Multicast	Кадры с групповой адресацией.
Unicast	Кадры с единичной адресацией.
Rx	Число принятых кадров.



Tx	Число переданных кадров.
----	--------------------------

### 9.12.3. Статистика по размерам кадров

Размер	Rx	Tx
< 64	0	0
64	0	0
65..127	0	0
128..255	0	0
256..511	0	3
512..1023	0	0
1024..1518	0	0
> 1518	0	0

Рисунок 9.77. Экран «Статистика по размерам кадров»

Размер	Размер кадра в байтах.
Rx	Число принятых кадров.
Tx	Число переданных кадров.

### 9.12.4. Статистика по уровням

Уровень	Rx
2	0
3	0

Рисунок 9.78. Экран «Статистика по уровням»

Уровень 2	Количество принятых (Rx) кадров на канальном уровне.
Уровень 3	Количество принятых (Rx) кадров на сетевом уровне.

### 9.12.5. Статистика: ошибки кадров

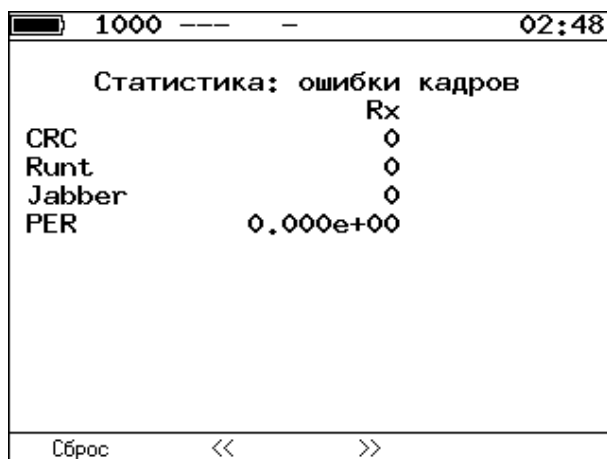


Рисунок 9.79. Экран «Статистика: ошибки кадров»

CRC	Количество принятых кадров, имеющих ошибочную 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.

## 10. Сохранение результатов тестов и статистики

Меню «Результаты» служит для просмотра информации о сохранённых измерениях ( F1 ), для сохранения результатов (в том числе и статистики) и параметров тестов ( F2 ), а также для загрузки ( F3 ) или удаления ( F4 ) сохранённых результатов и параметров измерений.

Результаты	
Имя записи	Время сохранения
1 test1	20-01-2011 13:11:06
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Информация    Сохранить    Загрузить    Удалить




Рисунок 10.1. Меню «Результаты»

Для просмотра подробной информации о записи необходимо нажать на клавишу F1 .

Информация о записи		
Имя записи: test1 ( 20-01-2011 13:11:06 )		
	Начало	Конец
RFC-2544	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---
BERT	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---
PJ	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---
CTR	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---
Эхо-запрос	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---
Маршрут	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---
TCP клиент	---:---:---:---:---	---:---:---:---:---

Рисунок 10.2. Меню «Информация о записи»

Для сохранения данных необходимо:

- выбрать номер, под которым будут сохранены измерения;
- нажать ;
- ввести имя записи (длина имени записи не должна превышать 10 символов);
- нажать ;
- нажать  («Сохранить»).

Для загрузки сохранённых результатов измерений и параметров тестов необходимо:

- выбрать номер записи;

- нажать **F3** («Загрузить»).

Для удаления сохранённых результатов измерений необходимо:

- выбрать номер записи, которую нужно удалить;
- нажать **F4** («Удалить»);
- нажать **F3** («Да»).

**Примечание.** Сохранённые результаты и параметры тестов можно просмотреть и сохранить на ПК. Для этого используется функция удалённого управления, см. раздел 11.3.

## 11. Удалённое управление

Прибор Беркут-ЕТХ предоставляет возможность связи с персональным компьютером через интерфейс USB 1.1/2.0 или порт LAN. Это позволяет осуществлять управление прибором в режиме терминала, по протоколу TELNET, через WWW-интерфейс, а также проводить тестирование, осуществлять настройку параметров анализа, получать результаты измерений и выполнять обновление версий программного обеспечения.

### 11.1. Подключение к ПК по интерфейсу USB

Для подключения прибора к ПК через USB-интерфейс необходимо предварительно установить драйвер Virtual COM Port. Файлы драйверов для различных операционных систем и указания по их установке представлены на сайте компании FTDI Chip: <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>.

Взаимодействие с прибором может обеспечиваться как с помощью программы HyperTerminal, входящей в стандартную поставку ОС Windows, так и терминальными программами сторонних производителей.

Для обновления версий ПО терминальная программа должна обеспечивать функции передачи файлов по протоколу X-modem.

В случае использования программы HyperTerminal для подключения к прибору по интерфейсу USB необходимо выполнить следующие действия.

1. Включить прибор Беркут-ЕТХ.
2. Подключить прибор к USB-порту ПК с помощью кабеля, входящего в комплект поставки.
3. Запустить программу HyperTerminal («Пуск» ⇒ «Программы» ⇒ «Стандартные» ⇒ «Связь» ⇒ «HyperTerminal»).
4. Задать имя подключения.
5. Выбрать последовательный порт (COM-порт), к которому подключен прибор, обратившись к стандартному приложению Диспетчер устройств («Мой компьютер» ⇒ «Свойства» ⇒ «Оборудование» ⇒ «Диспетчер устройств»).
6. Установить следующие параметры последовательного порта:
  - Скорость (бит/с): 57600
  - Биты данных: 8
  - Чётность: Нет
  - Стоповые биты: 1
  - Управление потоком: Нет
7. После нажатия на кнопку «ОК» программа HyperTerminal попытается установить соединение с прибором. Для проверки соединения введите команду «AT», прибор должен ответить «OK».

**Примечание:** отсутствие ответа на команду AT не влияет на процедуру обновления ПО.

### 11.2. Удалённое управление по протоколу TELNET

TELNET (Telecommunication Network) — протокол для доступа к удалённому сетевому устройству. Этот протокол позволяет пользователю ПК взаимодействовать с прибором, находящимся на другом конце

соединения: осуществлять настройку параметров тестов, просматривать существующие настройки и выполнять тестирование.

Удалённое управление по протоколу TELNET является опцией<sup>23</sup>.

Взаимодействие с прибором может осуществляться как с помощью программы HyperTerminal, входящей в стандартную поставку ОС Windows, так и терминальными программами сторонних производителей, обеспечивающими функции передачи файлов по протоколу TELNET.

Для управления Беркут-ЕТХ по протоколу TELNET необходимо выполнить следующие действия.

1. Подключить прибор к ПК через тестовый порт или порт LAN.
2. Настроить сетевое подключение (см. раздел 6.1).
3. В терминальной программе ввести команду  
`telnet IP-адрес_порта`  
Имя пользователя и пароль (по умолчанию) — admin.
4. Взаимодействие с прибором осуществляется с помощью команд, представленных в разделе 14.

---

<sup>23</sup> Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опции XRC.

## 11.3. Удалённое управление через WWW-интерфейс

Удалённое управление<sup>24</sup> позволяет просматривать и сохранять на ПК результаты и настройки основных тестов с использованием веб-браузера.

### 11.3.1. Просмотр результатов тестов на ПК

Для просмотра результатов и настроек тестов необходимо:

1. Подключить прибор к ПК через тестовый порт или порт LAN.
2. Настроить сетевое подключение (см. раздел 6.1).
3. В адресную строку веб-браузера ввести IP-адрес соответствующего порта.

### 11.3.2. Сохранение текущих результатов тестов на ПК

Инструкция, приведенная ниже, позволяет скачать на ПК результаты тестов в формате \*.csv. В данном случае нет необходимости предварительно сохранять результаты на прибор.

1. Подключить прибор к ПК через тестовый порт или порт LAN.
2. Настроить сетевое подключение (см. раздел 6.1).
3. В адресную строку веб-браузера ввести IP-адрес соответствующего порта. Откроется страница прибора с результатами и настройками выполненных тестов:



4. Выбрать тип разделителя:
  - запятая (comma);
  - точка с запятой (semicolon).
5. Нажать на ссылку «Download report». Данные будут сохранены в файл с расширением .csv.

### 11.3.3. Сохранение результатов тестов на ПК в формате \*.rbf и \*.csv

Инструкция, приведенная ниже, позволяет скачать на ПК результаты тестов в формате \*.rbf и \*.csv. В данном случае необходимо предварительно сохранить результаты на прибор (см. раздел 10).

1. Подключить прибор к ПК через тестовый порт или порт LAN.

<sup>24</sup> Функция не входит в базовую конфигурацию, доступна при дополнительном заказе опции XRC.

2. Настроить сетевое подключение (см. раздел 6.1).
3. В адресную строку веб-браузера ввести IP-адрес соответствующего порта. Откроется страница прибора.
4. Перейти на страницу «Saved Results»:

**Metrotek**

[RFC2544](#) [BERT](#) [Jitter](#) [Screenshot](#) [Y.1564](#) [Saved Results](#)

Separator:

Record name	Save time
1 test1	08-02-1992 21:23:53(download <a href="#">csv</a> <a href="#">rbf</a> )
2	--:--:-- --:--:--
3	--:--:-- --:--:--
4	--:--:-- --:--:--
5	--:--:-- --:--:--
6	--:--:-- --:--:--
7	--:--:-- --:--:--
8	--:--:-- --:--:--
9	--:--:-- --:--:--
10	--:--:-- --:--:--

5. Выбрать файл с сохранёнными результатами измерений и нажать на ссылку «rbf» или «csv». Данные будут сохранены в файл с расширением \*.rbf или \*.csv.



## 11.4. Создание отчёта об измерениях

При сохранении на прибор результатов и параметров тестов автоматически создаётся файл с расширением \*.rbf, используемый для создания отчётов. Этот файл хранится в памяти прибора и доступен для скачивания при подключении через WWW-интерфейс (см. раздел 11.3.3).

Для конвертации сохранённого файла с результатами измерений в отчёт используется специальная программа, позволяющая преобразовать файл в формате \*.rbf в отчёт в формате \*.pdf или \*.txt. Функция доступна начиная с версии ПО 0.0.15-8.

Программу можно скачать на сайте <https://metrotek.center> на странице прибора или получить на e-mail, написав запрос по адресу [support@metrotek.ru](mailto:support@metrotek.ru).

Программа доступна для 32-разрядной и 64-разрядной версии ОС Windows, а также для ОС Linux. Программа генерации отчетов для ОС Windows имеет графический интерфейс. Также отчёт можно сформировать с помощью командной строки. В разделе 11.4.1 и 11.4.2 рассматриваются примеры создания отчетов для ОС Windows.

### 11.4.1. Генерация отчёта с помощью графического интерфейса

Для генерации отчёта следует:

1. Скачать на ПК файл с результатами измерений в формате \*.rbf (см. раздел 11.3.3).
2. Запустить исполняемый файл программы genrer.exe. Откроется окно программы «Генератор отчётов Беркут-ЕТХ»:

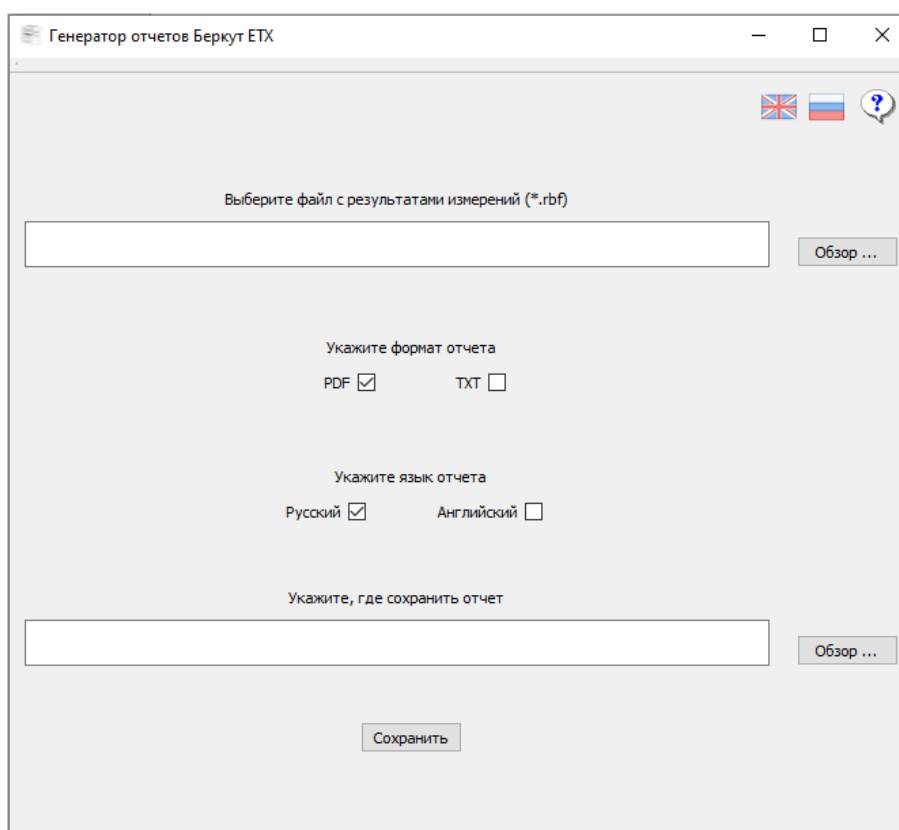


Рисунок 11.1. Окно программы «Генератор отчётов Беркут-ЕТХ»

3. В первой строке указать путь к файлу с результатами измерений. Путь не должен содержать символы кириллицы.
4. Выбрать формат отчёта: \*.pdf или \*.txt. Можно указать оба варианта.

5. Выбрать язык, который следует использовать для формирования отчёта: русский или английский. Можно указать оба варианта.
6. Во второй строке указать, куда следует сохранить полученный отчёт. Путь не должен содержать символы кириллицы.
7. Нажать на кнопку «Сохранить».

#### 11.4.2. Генерация отчёта с помощью командной строки

Для генерации отчёта следует:

1. Скачать на ПК файл с результатами измерений в формате \*.rbf (см. раздел 11.3.3).
2. Для удобства использования создать на диске C каталог «temp». При использовании другого каталога, путь не должен содержать символы кириллицы.
3. Поместить в каталог «temp» исполняемый файл программы и файл с результатами измерений:

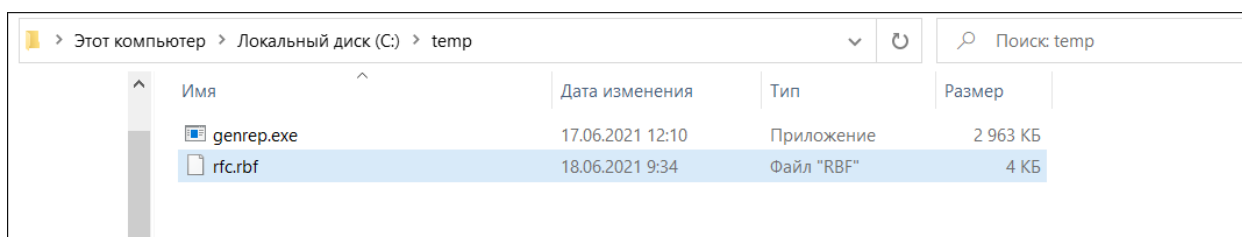


Рисунок 11.2. Каталог «temp» на диске C

4. Открыть командную строку:

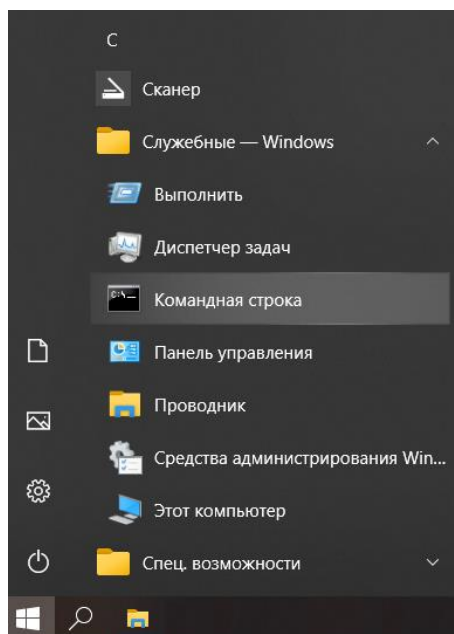


Рисунок 11.3. Запуск командной строки

5. Перейти в созданный ранее каталог «temp»:

```
C:\Users\test>cd C:\temp  
C:\temp>
```

6. Ознакомиться с возможностями программы с помощью команды «genrep.exe -h»:

```

C:\temp>genrep.exe -h
genrep.exe - Converter metrotek report from binary format to public format.
Usage:

Specification:
    -i      Name of original binary file.
    -p      Name of out put pdf file.
    -t      Name of out put txt file.
    -l      Language out put file. Supported: en - English, ru - Russian.
    -v      Get version.
    -h      This help message.

Example:
Convert to PDF format:
genrep.exe [-i] <bin filename> -p <pdf filename> -l ru

Convert to TXT format:
genrep.exe [-i] <bin filename> -t <txt filename> -l en

genrep.exe [-h]

```

7. Ввести команду для конвертации файла с результатами измерений в отчёт. Пример команды для конвертации в отчёт в формате \*.txt:

```
C:\temp>genrep.exe -i rfc.rbf -t test.txt -l ru
```

Пример команды для конвертации в отчёт в формате \*.pdf:

```
C:\temp>genrep.exe -i rfc.rbf -p test.pdf -l ru
```

8. После завершения конвертации появится надпись «Done»:

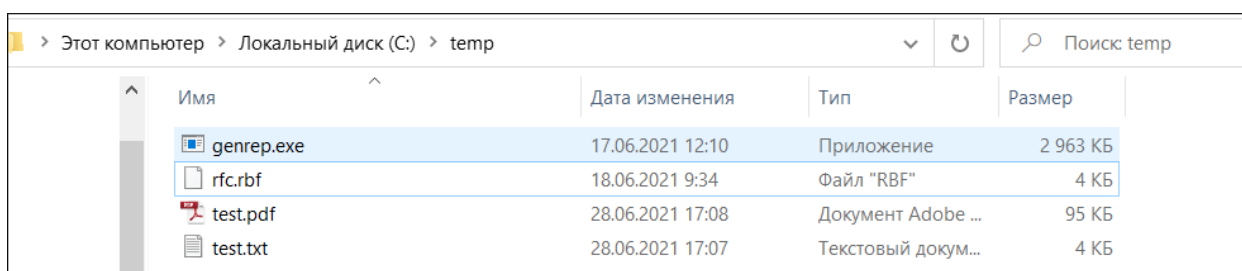
```

C:\temp>genrep.exe -i rfc.rbf -t test.txt -l ru
[#####]
Done

C:\temp>genrep.exe -i rfc.rbf -p test.pdf -l ru
[#####]
Done

```

9. Файл с отчётом будет находиться в каталоге «temp»:



Имя	Дата изменения	Тип	Размер
genrep.exe	17.06.2021 12:10	Приложение	2 963 КБ
rfc.rbf	18.06.2021 9:34	Файл "RBF"	4 КБ
test.pdf	28.06.2021 17:08	Документ Adobe ...	95 КБ
test.txt	28.06.2021 17:07	Текстовый докум...	4 КБ

## 11.5. Получение моментальных снимков экрана

Для получения снимка экрана прибора необходимо:

1. Подключить прибор к ПК через тестовый порт или порт LAN.
2. Настроить сетевое подключение (см. раздел 6.1).
3. В адресную строку веб-браузера ввести:  
`http://IP-адрес_порта/sshot`
4. Через несколько секунд снимок экрана отобразится в окне веб-браузера ПК.

## 12. Обновление версий программного обеспечения

Zip-архивы с обновлением программного обеспечения (ПО) доступны на сайте <https://metrotek.center>. Также архив с актуальной версией ПО можно получить, написав запрос по адресу [support@metrotek.ru](mailto:support@metrotek.ru). Номера текущих версий ПО отображаются в меню «Установки прибора» ⇒ «Информация». Перед обновлением необходимо распаковать архив и ознакомиться с содержимым файла `readme.txt`, в котором хранится важная информация о релизе ПО.

Для обновления ПО прибора необходимо выполнить следующие действия.

1. Скачать и сохранить на ПК файл с образом файловой системы.
2. Подключить прибор к внешнему источнику питания.
3. Установить соединение с ПК по USB. Порядок и параметры подключения приведены в разделе 11.1. Для проверки соединения ввести команду AT1. Прибор должен вывести информацию о прошивке и серийном номере.
4. Войти в режим обновления. Для этого, удерживая кнопку включения/выключения питания, нажать на скрытую кнопку аппаратного сброса, расположенную под отверстием на боковой панели корпуса прибора. Это можно сделать при помощи обычной канцелярской скрепки. Нажимать нужно осторожно, но до явного щелчка.
5. В окно программы будет выведено сообщение вида:

```
Bercut+ bootloader 0.0.11
```

```
Update via XMODEM:
```

```
CCCC...
```

После появления в окне терминальной программы символов «СС» удерживать кнопку включения/выключения питания не нужно.

6. При использовании программы HyperTerminal перейти в меню «Передача» ⇒ «Отправить файл» и в открывшемся окне в поле «Имя файла» указать путь к скачанному ранее файлу с образом файловой системы.
7. В поле «Протокол» выбрать «Xmodem». Нажать на кнопку «Отправить».
8. Через 1 секунду начнётся процесс обновления версий ПО, который занимает около 20 минут.

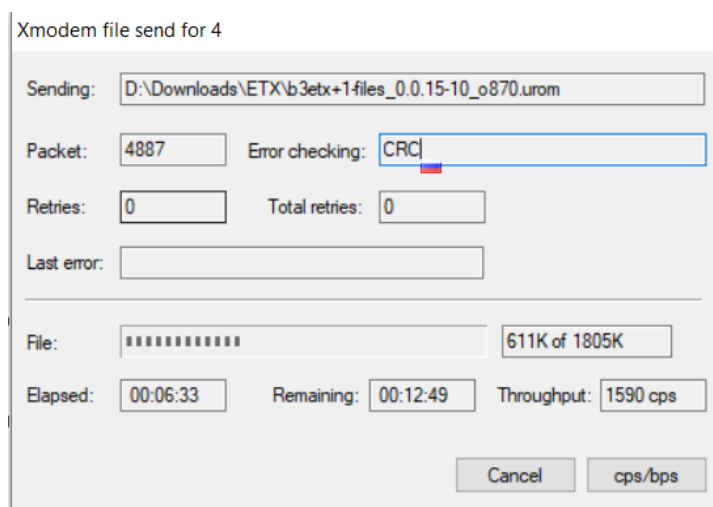


Рисунок 12.1. Окно с информацией о процессе передачи файла

9. Пример сообщений, выводимых в окно программы HyperTerminal:

Reflashing...done

Upgrade expansion FPGA #1...

Erasing epcs...done.

Reflashing...done

Upgrade expansion FPGA #2...

Erasing epcs...done.

Reflashing...done

Upgrade system FPGA...

Erasing epcs...done.

Reflashing...done

OK

10. Если изображение на экране прибора восстановилось, процесс обновления прошёл успешно. Если из-за возникновения какого-либо сбоя обновить ПО прибора не удалось, следует выполнить процедуру ещё раз.

## 13. Справочные таблицы

Таблица 13.1. 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 13.2. 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/ECR	Критический приоритет
6	Internetwork Control	Межсетевое управление
7	Network Control	Сетевое управление

Таблица 13.3. Значения поля ToS

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

Таблица 13.4. Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP

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

Каждому классу обслуживания трафика ставится в соответствие определённое значение поля DSCP. В таблице приведены рекомендуемые значения в соответствии с методиками RFC 2597 [10] и RFC 2598 [11].

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 [10]).

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 13.5. 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 [12].

Таблица 13.6. Номера портов протокола TCP/IP (продолжение)

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



Номер порта (протокол)	Описание
161 (SNMP)	протокол для управления сетевыми устройствами

Таблица 13.7. Ошибки соединения

Сообщение	Описание
protocol not supported	протокол не поддерживается
can't assign requested address	невозможно назначить запрошенный адрес
network is down	сеть недоступна
network is unreachable	сеть не работает
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

Таблица 13.8. Тестовые последовательности

Тип последовательности	Применение (рекоменд.)
2e9-1	Для определения ошибок (при передаче данных по каналу связи со скоростью не более 14,4 кбит/с).
2e11-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по каналу связи со скоростью 64 кбит/с и 64×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, 32 064 и 44 736 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 34 368 и 139 264 кбит/с).
2e29-1, 2e31-1	Для определения ошибок (при передаче данных на высоких скоростях (более 139 264 кбит/с)).

Таблица 13.9. Цифры, буквы и символы

Клавиша	Цифры	Буквы	Символы
1↵	1	—	␣ @ / -
2 ABC	2	a b c	—
3 DEF	3	d e f	—
4 GHI	4	g h i	—
5 JKL	5	j k l	—
6 MNO	6	m n o	—
7 PQRS	7	p q r s	—
8 TUV	8	t u v	—
9 WXYZ	9	w x y z	—
0 .	0	—	. , : ;
*	—	—	*

## 14. Команды удалённого управления

Таблица 14.1. Команды удалённого управления (консольный терминал)

Команда	Описание
AT	пустая команда, используется для проверки соединения
ATR	перезагрузка прибора
ATM	вывод текущих результатов измерений
ATMN	вывод результатов измерений, сохранённых под порядковым номером «N» (N = 1 ... 10)
ATMA	вывод всех сохранённых результатов измерений
ATMI	вывод информации о сохранённых результатах измерений
ATI	вывод информации о приборе
ATH	вывод справки по командам
ATS	ввод ключа (число в десятичном виде) для активации опций, ключ вводится сразу после <i>ats</i> (без пробела)
ATC	переход в режим, в котором возможна настройка и запуск тестов (опционально)

Таблица 14.2. Команды удалённого управления (TELNET)

Команда	Информация, выводимая в консоль
RFC 2544	
show rfc2544 header level	уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
show rfc2544 header src udp	номер UDP-порта отправителя
show rfc2544 header src mac	MAC-адрес отправителя
show rfc2544 header src ip	IP-адрес отправителя
show rfc2544 header dst udp	номер UDP-порта получателя
show rfc2544 header dst mac	MAC-адрес получателя
show rfc2544 header dst ip	IP-адрес получателя
show rfc2544 header vlan count	количество VLAN-меток
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 метки
show rfc2544 header mpls [1-3] cos	класс обслуживания пакета с меткой
show rfc2544 header mpls [1-3] ttl	время жизни пакета с меткой
show rfc2544 header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show rfc2544 header diffserv	выбраны поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
show rfc2544 header dscp	значение поля DSCP
show rfc2544 header precedence	значение приоритета кадра
show rfc2544 header tos	тип обслуживания пакета
show rfc2544 header ethertype	номер протокола сетевого уровня
show rfc2544 header protocol	информация по протоколу, который используется для генерации тестового трафика
show rfc2544 topology ip	IP-адрес дистанционного прибора
show rfc2544 topology direction	направление тестирования
show rfc2544 throughput duration	длительность пробы для анализа пропускной способности, с
show rfc2544 throughput enabled	будет ли выполняться тест определения пропускной способности

Команда	Информация, выводимая в консоль
show rfc2544 throughput maxrate	величина нагрузки для анализа пропускной способности
show rfc2544 throughput resolution	величина разрешения для анализа пропускной способности
show rfc2544 throughput threshold	величина порога потерь для анализа пропускной способности
show rfc2544 frames [1-9] size	размер кадра, заданный пользователем (или стандартное значение в соответствии с методикой RFC 2544)
show rfc2544 frames [1-9] enable	будет ли использоваться размер кадра для проведения тестирования
show rfc2544 latency enabled	будет ли выполняться анализ задержки распространения кадров
show rfc2544 latency count	количество проб для анализа задержки
show rfc2544 latency duration	длительность пробы для анализа задержки распространения кадров, с
show rfc2544 latency rates src	источник значений нагрузки для анализа задержки
show rfc2544 latency rates [1-9]	значения нагрузки для анализа задержки
show rfc2544 frameloss enabled	будет ли выполняться анализ уровня потерь кадров
show rfc2544 frameloss duration	длительность пробы для анализа уровня потерь кадров, с
show rfc2544 frameloss steps	количество шагов изменения нагрузки для анализа уровня потерь кадров
show rfc2544 frameloss rates start	величина начальной нагрузки для анализа уровня потерь кадров в %
show rfc2544 frameloss rates stop	величина конечной нагрузки для анализа уровня потерь кадров в %
show rfc2544 back2back enabled	будет ли выполняться анализ предельной нагрузки
show rfc2544 back2back count	количество проб для анализа предельной нагрузки
show rfc2544 back2back duration	длительность пробы для анализа предельной нагрузки, с
show rfc2544 back2back rates src	источник значений нагрузки для анализа предельной нагрузки
show rfc2544 back2back rates [1-9]	значения нагрузки для анализа предельной нагрузки
show rfc2544 advanced wait	значение параметра «интервал»
show rfc2544 advanced learn	значение параметра «обучение»
rfc2544 start	запустить тесты по методике RFC 2544
rfc2544 stop	остановить тесты по методике RFC 2544
rfc2544 results	результаты тестов по методике RFC 2544
Y.1564	
show y1564 <sup>25</sup>	настройки тестов по рекомендации Y.1564
show y1564 test_mode	режим тестирования
show y1564 topology ip	IP-адрес дистанционного прибора
show y1564 topology direction	направление тестирования
show y1564 nservices	количество тестируемых сервисов
show y1564 service	сервис, выбранный с помощью команды «y1564 service»
show y1564 header level	уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
show y1564 header src mac	MAC-адрес отправителя
show y1564 header src ip	IP-адрес отправителя

<sup>25</sup> Настройки заголовка, сервисов, показателей качества, отображаются для сервиса, выбранного с помощью команды «y1564 service <1-10>»

Команда	Информация, выводимая в консоль
show y1564 header src udp	номер UDP-порта отправителя
show y1564 header dst mac	MAC-адрес получателя
show y1564 header dst ip	IP-адрес получателя
show y1564 header dst udp	номер UDP-порта получателя
show y1564 header vlan count	количество VLAN-меток
show y1564 header vlan <1 2 3> id	значение идентификатора VLAN
show y1564 header vlan <1 2 3> priority	значение приоритета трафика
show y1564 header mpls count	количество MPLS-меток
show y1564 header mpls <1 2 3> label	значение MPLS-метки
show y1564 header mpls <1 2 3> cos	класс обслуживания пакета
show y1564 header mpls <1 2 3> ttl	время жизни пакета с 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 (см. табл. 13.4)
show y1564 header precedence	приоритет кадра
show y1564 header tos	тип обслуживания IP-пакета
show y1564 header ethertype	номер протокола сетевого уровня
show y1564 header protocol	информация по протоколу, который используется для генерации тестового трафика
show y1564 frame	размер кадра для сервиса
show y1564 tests step_duration	значение длительности шага, которое будет использоваться для тестов конфигурации
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
show y1564 sac flr	допустимый уровень потерь кадров
show y1564 sac ftd	допустимая задержка распространения кадров
show y1564 sac ftd_p	допустимый порог превышения задержки распространения кадров, при котором тест считается пройденным
show y1564 sac fdv	допустимое отклонение задержки распространения кадров
show y1564 tests cir	включен или выключен тест CIR
show y1564 tests steps	количество шагов для теста CIR
show y1564 tests eir	включен или выключен тест EIR
show y1564 tests traf_policing	включен или выключен тест Traffic Policing
show y1564 tests perf_duration	длительность теста производительности
y1564 results	результаты тестов по рекомендации Y.1564
y1564 start	начать выполнение тестов по рекомендации Y.1564
y1564 stop	остановить выполнение тестов по рекомендации Y.1564
BERT	
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 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-меток
show bert header vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show bert header vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика

Команда	Информация, выводимая в консоль
show bert header mpls tx count	выбор количества меток на передачу
show bert header mpls tx [1-3] label	значение метки
show bert header mpls tx [1-3] cos	класс обслуживания пакета с меткой
show bert header mpls tx [1-3] ttl	время жизни пакета с меткой
show bert header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show bert header diffserv	выбраны поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
show bert header dscp	значение поля DSCP
show bert header precedence	значение приоритета кадра
show bert header tos	тип обслуживания пакета
show bert header ethertype	номер протокола сетевого уровня
show bert header protocol	информация по протоколу, который используется для генерации тестового трафика
show bert topology ip	IP-адрес дистанционного прибора
show bert topology direction	направление тестирования
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
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	заданная нагрузка, КБ/с
show bert duration	длительность измерений
bert start	запустить тест «BERT»
bert stop	остановить тест «BERT»
bert results	результаты теста «BERT»
<b>Пакетный джиттер</b>	
show jitter txgen	включен или выключен генератор тестового трафика
show jitter threshold jit	пороговое значение джиттера, мс
show jitter threshold lat	пороговое значение задержки, мс
show jitter duration	время измерения джиттера
jitter start	запустить тест «Пакетный джиттер»
jitter stop	остановить тест «Пакетный джиттер»
jitter results	результаты теста «Пакетный джиттер»
<b>Тестовый поток</b>	
show txgen header level	уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
show txgen header src mac	MAC-адрес отправителя
show txgen header src ip	IP-адрес отправителя
show txgen header src udp	номер UDP-порта отправителя
show txgen header dst mac	MAC-адрес получателя
show txgen header dst ip	IP-адрес получателя
show txgen header dst udp	номер UDP-порта получателя
show txgen header vlan count	количество VLAN-меток
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	количество MPLS-меток
show txgen header mpls [1-3] label	значение метки

Команда	Информация, выводимая в консоль
show txgen header mpls [1-3] cos	класс обслуживания пакета с меткой
show txgen header mpls [1-3] ttl	время жизни пакета с меткой
show txgen header autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
show txgen header diffserv	выбраны поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
show txgen header dscp	значение поля DSCP
show txgen header precedence	значение приоритета кадра
show txgen header tos	тип обслуживания пакета
show txgen header ethertype	номер протокола сетевого уровня
show txgen header protocol	информация по протоколу, который используется для генерации тестового трафика
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
show txgen duration	длительность генерации тестового трафика
show txgen rate	заданная нагрузка в %, кбит/с или Мбит/с
txgen start	запустить генерацию тестового потока
txgen stop	остановить генерацию тестового потока
txgen results	результаты генерации тестового потока
Шлейф	
show loopback layer	уровень Шлейфа
Приказ №870	
show order870 topology ip	IP-адрес дистанционного прибора
show order870 topology direction	направление тестирования
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 level	уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
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 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 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 autoarp	включена ли функция автоматического проведения ARP-запроса
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

Команда	Информация, выводимая в консоль
show order870 serv_setup header tos	тип обслуживания пакета
show order870 serv_setup header ethertype	номер протокола сетевого уровня
show order870 serv_setup header protocol	информация по протоколу, который используется для генерации тестового трафика
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
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	результаты тестирования по приказу №870
Параметры сети для тестового порта	
show network dhcp	включена ли функция DHCP
show network ip	IP-адрес порта
show network subnet	маска подсети
show network gateway	IP-адрес шлюза
show network dns	IP-адрес узла сети, который содержит базу данных DNS
Параметры сети для порта LAN	
show lan dhcp	включена ли функция DHCP
show lan ip	IP-адрес порта
show lan subnet	маска подсети
show lan gateway	IP-адрес шлюза
Параметры интерфейсов для тестового порта	
show ifce mode	режим работы интерфейса
show ifce aneg [10   100   1000]	скорость передачи данных
show link	состояние соединения
show ifce mac	MAC-адрес порта
show ifce vlan count	количество VLAN меток
show ifce vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show ifce vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
show ifce mpls tx lsr	IP-адрес интерфейса маршрутизатора, осуществляющего коммутацию по меткам
show ifce mpls tx rule	включено или выключено правило на отправку пакетов в подсеть
show ifce mpls tx subnet	IP-адрес подсети
show ifce mpls tx mask	маска подсети
show ifce mpls tx stack count	количество меток, которое будет добавлено в передаваемый пакет
show ifce mpls tx stack [1-3] label	значение метки

Команда	Информация, выводимая в консоль
show ifce mpls tx stack [1-3] cos	класс обслуживания пакета с меткой
show ifce mpls tx stack [1-3] ttl	время жизни пакета с меткой
show ifce mpls rx count	количество меток в принимаемых пакетах
show ifce mpls rx [1-3] label	значение метки
Параметры интерфейсов для порта LAN	
show lan mac	MAC-адрес порта LAN
show lan vlan count	количество VLAN меток
show lan vlan [1-3] id	значение идентификатора VLAN
show lan vlan [1-3] priority	значение приоритета трафика
Тесты TCP/IP	
ping <i.i.i.i>	запустить тест «Эхо-запрос»
arp	запустить тест «ARP монитор»
arpflush	удаление всех записей из ARP-таблицы тестового порта
Сохранение/загрузка результатов	
results save N	сохранение результатов измерений под порядковым номером «N» (N = 1 .. 10)
results load N	загрузка результатов измерений, сохранённых под порядковым номером «N»
results show	отображение текущих результатов измерений
results show N	вывод результатов измерений, сохранённых под порядковым номером «N»
results show all	вывод всех сохранённых результатов измерений
results info	вывод информации о сохранённых результатах измерений
Лог	
log < off   on >	выключение/включение системы протоколирования событий
log show	вывод сообщений о произошедших событиях
Статистика	
statistics show	вывод статистических данных
statistics clear	удаление статистических данных
Общие команды	
show laser	состояние работы лазера: включен или выключен
show version	номера версий ПО
exit	выход из командного режима
reboot	перезагрузка прибора
help	список доступных команд
configure	переход в режим конфигурации
username	изменение имени пользователя
password	изменение пароля
show options	просмотр открытых опций
show time	просмотр текущего времени
show date	просмотр текущей даты
history	просмотр последних 10 введенных команд
settings apply	применение настроек
Профили	
profiles rename [n] [name]	задать имя профиля
profiles save [n]	сохранить текущие настройки в ячейку n
profiles lock [n]	установить защиту от записи для ячейки n
profiles unlock [n]	отменить защиту от записи для ячейки n
profiles load [n]	загрузить профиль настроек из ячейки n
profiles delete [n]	удалить профиль настроек из ячейки n



Команда	Информация, выводимая в консоль
profiles list	отобразить список 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]	вывести содержимое профиля n

Таблица 14.3. Команды удалённого управления (TELNET). Режим конфигурации

Команда	Действие
RFC 2544	
rfc2544 header level < 2   3   4 >	выбрать уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
rfc2544 header src udp <int>	установить номер UDP-порта отправителя
rfc2544 header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес отправителя
rfc2544 header src ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес отправителя
rfc2544 header dst udp <int>	установить номер UDP-порта получателя
rfc2544 header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес получателя
rfc2544 header dst ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес получателя
rfc2544 header vlan count < off   1   2   3 >	выбрать количество VLAN меток
rfc2544 header vlan [1-3] id <int>	установить значение идентификатора VLAN
rfc2544 header vlan [1-3] priority <int>	установить значение приоритета трафика
rfc2544 header mpls count < off   1   2   3 >	выбрать количество меток
rfc2544 header mpls [1-3] label <long>	установить значение метки
rfc2544 header mpls [1-3] cos <int>	установить класса обслуживания пакета
rfc2544 header mpls [1-3] ttl <int>	установить время жизни пакета с меткой
rfc2544 header autoarp < off   on >	выключить/включить функцию автоматического проведения ARP-запроса
rfc2544 header diffserv < prec+tos   dscp >	выбрать для вставки поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
rfc2544 header dscp text	задать значение поля DSCP, 8 бит
rfc2544 header precedence <int>	установить значение приоритета кадра
rfc2544 header tos text	установить тип обслуживания пакета
rfc2544 header ethertype hex	задать номер протокола сетевого уровня
rfc2544 header protocol hex	задать протокол, который будет использоваться для генерации тестового трафика
rfc2544 topology ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес дистанционного прибора
rfc2544 topology direction < both   upstream   downstream >	выбрать направление тестирования
rfc2544 throughput duration <int>	установить длительность пробы для анализа пропускной способности
rfc2544 throughput enabled < no   yes >	запретить/разрешить выполнение анализа пропускной способности
rfc2544 throughput maxrate	установить величину нагрузки для анализа пропускной способности
rfc2544 throughput threshold <int>	установить величину порога потерь для анализа пропускной способности
rfc2544 throughput resolution < 10   1   0.1   0.01   0.001   0.0001 >	установить величину разрешения для анализа пропускной способности
rfc2544 frames [1-9] enable < off   on >	запретить/разрешить использование при анализе соответствующего размера кадра
rfc2544 frames [1-9] size <int>	задать размер кадра

Команда	Действие
rfc2544 latency enabled < no   yes >	запретить/разрешить выполнение анализа задержки распространения
rfc2544 latency count <int>	установить количество проб для анализа задержки распространения
rfc2544 latency duration <int>	установить длительность пробы для анализа задержки распространения
rfc2544 latency rates src <throughput   manually>	задать источник значений нагрузки (throughput – пропускная способность, manually – вручную)
rfc2544 latency rates [1-9]	ввести значения нагрузки для каждого размера кадра в %
rfc2544 frameloss enabled < no   yes >	запретить/разрешить выполнение анализа уровня потерь кадров
rfc2544 frameloss duration <int>	установить длительность пробы для анализа уровня потерь кадров
rfc2544 frameloss steps <int>	установить количество шагов для анализа уровня потерь кадров
rfc2544 frameloss rates start	установить начальную нагрузку для анализа уровня потерь кадров в %
rfc2544 frameloss rates stop	установить конечную нагрузку для анализа уровня потерь кадров в %
rfc2544 back2back enabled < no   yes >	запретить/разрешить выполнение анализа предельной нагрузки
rfc2544 back2back count <int>	установить количество проб для анализа предельной нагрузки
rfc2544 back2back duration <int>	установить длительность пробы для анализа предельной нагрузки
rfc2544 back2back rates src < throughput   manually >	задать источник значений нагрузки (throughput – пропускная способность, manually – вручную)
rfc2544 back2back rates [1-9]	ввести значений нагрузки для каждого размера кадра
rfc2544 advanced wait <int>	установить значение параметра «интервал»
rfc2544 advanced learn <int>	установить значение параметра «обучение»
Y.1564	
y1564 nservices < 1 – 10 >	установка количества тестируемых сервисов
y1564 service < 1 – 10 >	выбор сервиса
y1564 test_mode < conf   perf   conf+perf >	выбрать режим тестирования
y1564 topology ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес дистанционного прибора
y1564 topology direction < both   upstream   downstream >	выбрать направление тестирования
y1564 header level < 2   3   4 >	выбрать уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
y1564 header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса отправителя
y1564 header src ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса отправителя
y1564 header src udp <int>	установка номера UDP-порта отправителя
y1564 header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса получателя
y1564 header dst ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса получателя
y1564 header dst udp <int>	установка номера UDP-порта получателя
y1564 header vlan count < off   1   2   3 >	установка количества VLAN меток
y1564 header vlan < 1   2   3 > id <int>	установка значения идентификатора VLAN
y1564 header vlan < 1   2   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

Команда	Действие
y1564 header autoarp < off   on >	выключить/включить функцию автоматического проведения ARP-запроса
y1564 header diffserv < prec+tos   dscp >	выбор полей для задания класса обслуживания трафика
y1564 header dscp <int>	установка значения DSCP-битов IP-заголовка (см. табл. 13.4)
y1564 header precedence <int>	установка приоритета кадра
y1564 header tos <int>	установка типа обслуживания IP-пакета
y1564 header ethertype hex	задать номер протокола сетевого уровня
y1564 header protocol hex	задать протокол, который будет использоваться для генерации тестового трафика
y1564 frame <int>	установить размер кадра для сервиса
y1564 serv_setup cir <int> <% kbps mbps>	установка значения гарантированной пропускной способности
y1564 serv_setup eir <int> <% kbps mbps>	установка значения максимально допустимого превышения CIR
y1564 serv_setup tp	задать значение нагрузки для теста Traffic Policing
y1564 sac flr <float>	установка допустимого уровня потерь кадров (в экспоненциальной форме, например, 1e-7)
y1564 sac ftd <int>	установка допустимой задержки распространения кадров (целое число в мс)
y1564 sac ftd_p text	установка допустимого порога превышения задержки распространения кадров, при котором тест считается пройденным
y1564 sac fdv <int>	установка допустимого отклонения задержки распространения кадров (целое число в мс)
y1564 tests step_duration <int>	задать значение длительности шага, которое будет использоваться для тестов конфигурации
y1564 tests cir < on   off >	включение/выключение теста CIR
y1564 tests steps <int>	установка количества шагов для теста CIR
y1564 tests eir < on   off >	включение/выключение теста EIR
y1564 tests traf_policing < on   off >	включение/выключение теста Traffic Policing
y1564 tests perf_duration <HH:MM:SS>	установка длительности теста производительности
y1564 copy < 1 - 10 > < 1 - 10 >	скопировать настройки одного сервиса и применить из для другого
BERT	
bert header mpls tx count < off   1   2   3 >	выбрать количества меток на передачу
bert header mpls tx [1-3] label <long>	установить значение метки
bert header mpls tx [1-3] cos <int>	установить класс обслуживания пакета
bert header mpls tx [1-3] ttl <int>	установить время жизни пакета с меткой
bert header autoarp < off   on >	выключить/включить функцию автоматического проведения ARP-запроса
bert header diffserv < prec+tos   dscp >	выбрать для вставки поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
bert header dscp text	задать значение поля DSCP, 8 бит
bert header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес отправителя
bert header src ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес отправителя
bert header src udp <int>	установить номер UDP-порта отправителя
bert header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес получателя
bert header dst ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес получателя
bert header dst udp <int>	установить номер UDP-порта получателя
bert header vlan count < off   1   2   3 >	выбрать количество VLAN меток
bert header vlan [1-3] id <int>	установить значение идентификатора VLAN
bert header vlan [1-3] priority <int>	установить значение приоритета трафика

Команда	Действие
bert header precedence <int>	установить значение приоритета кадра
bert header tos text	установить тип обслуживания пакета
bert header ethertype hex	задать номер протокола сетевого уровня
bert header protocol hex	задать протокол, который будет использоваться для генерации тестового трафика
bert topology ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес дистанционного прибора
bert topology direction < both   upstream   downstream >	выбрать направление тестирования
bert frame random min <int>	установить минимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
bert frame random max <int>	установить максимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
bert frame constant <int>	задать размеры кадров для тестирования
bert frame type < constant   random >	выбрать закон изменения размера кадра
bert level < 1   2   3   4 >	выбрать уровня модели OSI, на котором будет проводиться тест
bert pattern < user   crtp   2e11-1   2e15-1   2e20-1   2e23-1   2e29-1   2e31-1 >	выбрать стандартную или задаваемую пользователем тестовую последовательность
bert user-pattern hex	ввести пользовательскую последовательность
bert rate	ввести требуемую нагрузку
bert duration <hh.mm.ss>	задать длительность измерений
<b>Пакетный джиттер</b>	
jitter txgen < off   on >	выключить/включить генератор тестового трафика
jitter threshold jit <int>	установить пороговое значение джиттера, мс
jitter threshold lat <int>	установить пороговое значение задержки, мс
jitter duration <hh.mm.ss>	установить длительность измерений
<b>Тестовый поток</b>	
txgen header level < 2   3   4 >	выбрать уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
txgen header mpls count < off   1   2   3 >	выбрать количество меток
txgen header mpls [1-3] label <long>	установить значение метки
txgen header mpls [1-3] cos <int>	установить класс обслуживания пакета
txgen header mpls [1-3] ttl <int>	установить время жизни пакета с меткой
txgen header autoarp < off   on >	выключить/включить функцию автоматического проведения ARP-запроса
txgen header diffserv < prec+tos   dscp >	выбрать для вставки поля IP Precedence и Type of Service или поле DSCP
txgen header dscp text	задать значение поля DSCP, 8 бит
txgen header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес отправителя
txgen header src ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес отправителя
txgen header src udp <int>	установить номер UDP-порта отправителя
txgen header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес получателя
txgen header dst ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес получателя
txgen header dst udp <int>	установить номер UDP-порта получателя
txgen header vlan count < off   1   2   3 >	задать количество VLAN меток
txgen header vlan [1-3] id <int>	установить значение идентификатора VLAN
txgen header vlan [1-3] priority <int>	установить значение приоритета трафика
txgen header precedence <int>	установить значение приоритета кадра
txgen header tos text	установить тип обслуживания пакета
txgen header ethertype hex	задать номер протокола сетевого уровня
txgen header protocol hex	задать протокол, который будет использоваться для генерации тестового трафика
txgen frame random min <int>	установить минимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения

Команда	Действие
txgen frame random max <int>	установить максимальное значение размера кадра в случае равномерного закона распределения
txgen frame constant <int>	задать размеры кадров для тестирования
txgen frame type < constant   random >	выбрать закон изменения размера кадра
txgen duration <hh.mm.ss>	задать длительность измерений
txgen rate <int> <% kbps mbps>	ввести требуемую нагрузку (по умолчанию задается в процентах)
Шлейф <sup>26</sup>	
loopback layer < off   1   2   3   4 >	выбрать уровень, на котором будет происходить перенаправление тестового трафика
Приказ №870	
order870 topology ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес дистанционного прибора
order870 topology direction < both   upstream   downstream >	выбрать направление тестирования
order870 nservices <int>	задать количество тестируемых сервисов
order870 service <int>	выбрать сервис
order870 duration <hh.mm.ss>	установить длительность измерений
order870 serv_setup header level < 2   3   4 >	выбрать уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест
order870 serv_setup header src mac <XX: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 mac <XX: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 >	выбрать 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 >	выбрать 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
order870 serv_setup header autoarp < off   on >	включить/выключить функцию автоматического проведения ARP-запроса
order870 serv_setup header diffserv < prec+tos   dscp >	выбрать для вставки 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 header ethertype hex	установить номер протокола сетевого уровня
order870 serv_setup header protocol hex	задать протокол, который будет использоваться для генерации тестового трафика
order870 serv_setup frame <int>	установить размер кадра для сервиса
order870 serv_setup rate	установить значение информационной (L2) скорости
order870 serv_setup sla est_pd < off   on >	включить/выключить оценку средней задержки передачи пакетов данных

<sup>26</sup> Команды из раздела «Шлейф» вступают в силу только после команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

Команда	Действие
order870 serv_setup sla pd	установить значение средней задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA
order870 serv_setup sla est_pdv < off   on >	включить/выключить оценку вариации задержки передачи пакетов данных
order870 serv_setup sla pdv	установить значение вариации задержки передачи пакетов данных, соответствующее SLA
order870 serv_setup sla est_pl < off   on >	включить/выключить оценку коэффициента потерь пакетов данных
order870 serv_setup sla pl	установить значение коэффициента потерь пакетов данных
order870 serv_setup sla est_bw < off   on >	включить/выключить оценку пропускной способности канала передачи данных
order870 serv_setup sla bw	установить значение пропускной способности канала передачи данных, соответствующее SLA, при которой гарантированно нет потерь пакетов
Параметры сети <sup>27</sup> для тестового порта	
network dhcp < off   on >	выключить/включить функцию DHCP
network ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес порта
network subnet <i.i.i.i>	установить маску подсети
network gateway <i.i.i.i>	установить IP-адрес шлюза
network dns <i.i.i.i>	установить IP-адрес узла сети, который содержит базу DNS
Параметры сети <sup>28</sup> для порта LAN	
lan dhcp < off   on >	включить/выключить функцию DHCP
lan ip <i.i.i.i>	установить IP-адрес порта
lan subnet <i.i.i.i>	установить маску подсети
lan gateway <i.i.i.i>	установить IP-адрес шлюза
Параметры интерфейсов для тестового порта	
ifce mode < 10g   10g(wan)   auto(1g)   1000   100   10 >	выбрать режим работы интерфейса
ifce aneg [10   100   1000] < off   on >	выбрать скорость передачи данных
ifce mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес порта
ifce vlan count < off   1   2   3 >	установить количество VLAN меток
ifce vlan [1-3] id <int>	задать значение идентификатора VLAN
ifce vlan [1-3] priority <int>	задать значение приоритета трафика
ifce mpls tx lsr <i.i.i.i>	задать IP-адрес интерфейса маршрутизатора, осуществляющего коммутацию по меткам
ifce mpls tx rule < off   on >	выключить/включить правило на отправку пакетов в подсеть
ifce mpls tx subnet <i.i.i.i>	задать IP-адрес подсети
ifce mpls tx mask <i.i.i.i>	задать маску подсети
ifce mpls tx stack count < off   1   2   3 >	задать количество меток, которое будет добавлено в передаваемый пакет
ifce mpls tx stack [1-3] label <long>	установить значение метки
ifce mpls tx stack [1-3] cos <int>	установить класс обслуживания пакета с меткой
ifce mpls tx stack [1-3] ttl <int>	время жизни пакета с меткой
ifce mpls rx count < off   1   2   3 >	задать количество меток в принимаемых пакетах
ifce mpls rx [1-3] label <long>	установить значение метки
Параметры интерфейсов для порта LAN	

<sup>27</sup> Команды из разделов «Параметры сети» и «Параметры интерфейсов» вступают в силу только после команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

<sup>28</sup> Команды из разделов «Параметры сети» и «Параметры интерфейсов» вступают в силу только после команды «settings apply» или перезагрузки прибора командой «reboot».

Команда	Действие
lan mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установить MAC-адрес порта LAN
lan vlan count < off   1   2   3 >	вести количества VLAN меток
lan vlan [1-3] id < int >	установить значение 12-битного идентификатора VLAN
lan vlan [1-3] priority < int >	установить значение приоритета трафика
Управление лазером	
laser on	включить лазер
laser off	выключить лазер
Общие команды	
exit	выйти из режима конфигурации
help	вывести список доступных команд
time HH:MM:SS	вести время
date DD-MM-YYYY	вести дату

## 15. Структура пакета IPv4

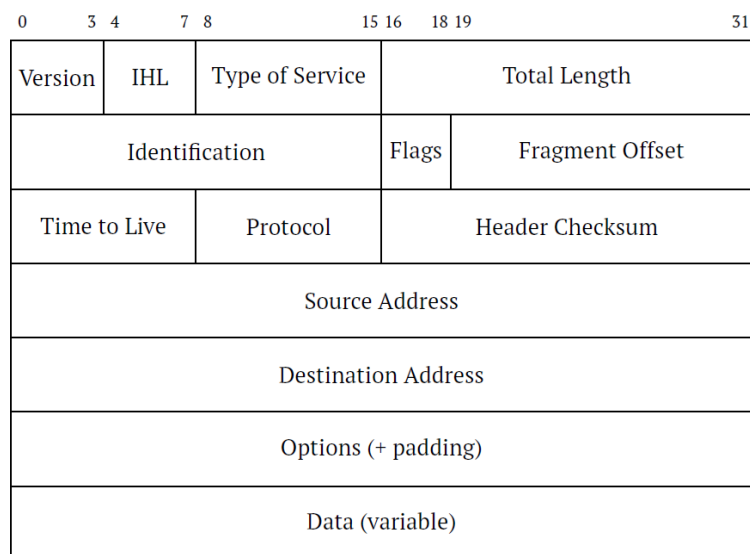


Рисунок 15.1. Структура пакета IPv4

## 16. Структура Ethernet-кадра

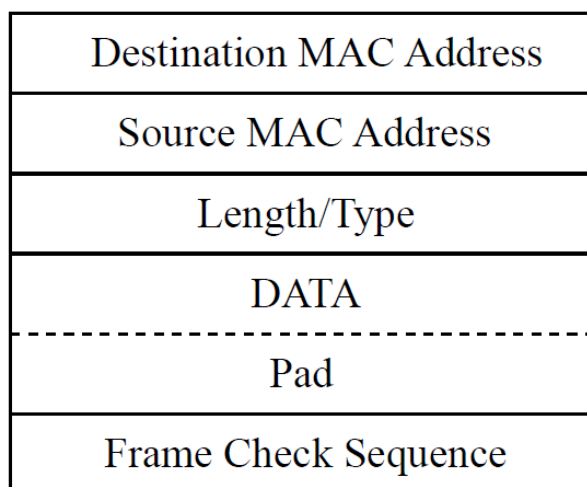


Рисунок 16.1. Структура Ethernet-кадра

Destination MAC Address — MAC-адрес получателя. Поле длиной 6 байт, содержит адрес узла сети, которому предназначен кадр.

Source MAC Address — MAC-адрес отправителя. Поле длиной 6 байт, содержит адрес отправителя кадра.

Length/Type — Длина/Тип. Поле содержит 16-битовое целое число и принимает одно из двух значений:

- если число, записанное в этом поле, меньше или равно 1500, то поле принимает значение Length (Длина) и определяет длину поля данных;
- если значение, записанное в этом поле, больше или равно 1536, то поле принимает значение Type (Тип) и указывает тип используемого протокола.



Data — поле данных, может содержать от 46 или 42 (в случае, когда кадр содержит VLAN-метку) до 1500 байт.

Pad — Padding (поле заполнения). Если поле данных имеет длину менее 46 байт, то кадр дополняется полем заполнения до минимально возможного значения — 64 байт.

Frame Check Sequence — Контрольная сумма. Поле состоит из 4 байт, содержащих контрольную сумму.

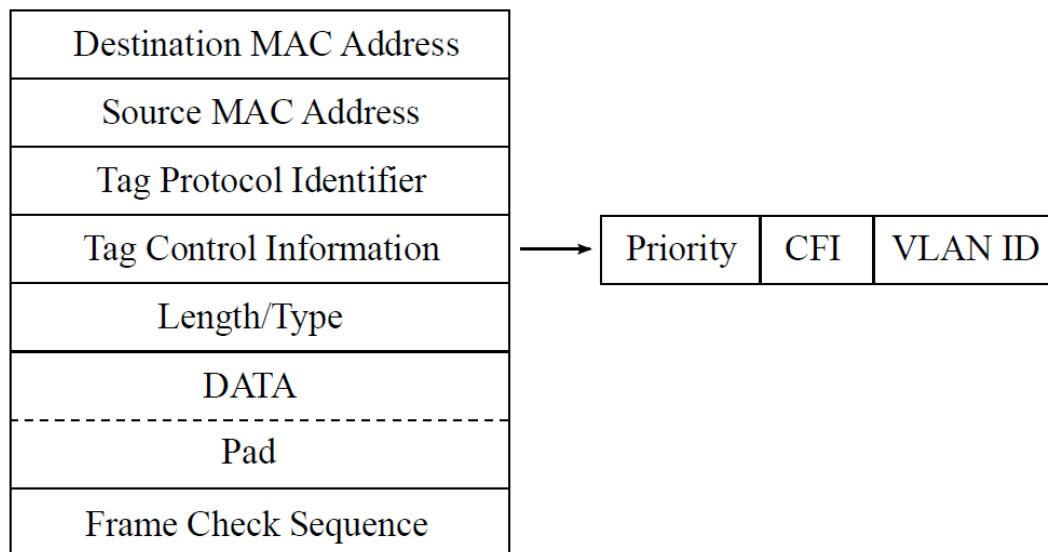


Рисунок 16.2. Структура Ethernet-кадра, содержащего VLAN-метку

Tag Protocol Identifier — метка «Идентификатор протокола». 16 бит, которые определяют принадлежность кадра к стандарту 802.1Q [9].

Tag Control Information — информация для управления меткой. TCI содержит три поля.

- Priority — User (VLAN) Priority. Три бита, которые содержат информацию о приоритете кадра (возможно восемь значений приоритета ([9])).
- CFI — Canonical Format Indicator (индикатор канонического формата). Однобитовый флаг, который всегда равен нулю для кадров Ethernet.
- VLAN ID — VLAN Identifier (VID). 12-битный идентификатор VLAN, который определен в стандарте 802.1Q [9]. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр.

## 17. 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](mailto:support@metrotek.ru).

## 18. Спецификации

### 18.1. Интерфейсы

Таблица 18.1. Интерфейсы

10G SFP+	10GBASE-SR/SW, 10GBASE-LR/LW, 10GBASE-ER/EW, SFP 10GBase-T
1G SFP	1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-EX, 1000BASE-T
RJ-45	10/100/1000BASE-T
USB тип В, LAN 10/100 Ethernet	Интерфейсы управления

### 18.2. Тестирование

Таблица 18.2. Тестирование

Скорость передачи	10/100/1000 Мбит/с, 10 Гбит/с
Поддерживаемые форматы кадров	Ethernet II, IPv4, UDP, TCP
Настройка параметров кадров	MAC-адрес источника/получателя, VLAN ID, приоритет VLAN, IP-адрес источника/получателя, поле EtherType, поле ToS, поле Precedence, поле DSCP, UDP порт отправителя/получателя, размеры кадров 64–9600 байт
MPLS	До 3 MPLS меток на приём и передачу
VLAN	До 3 VLAN меток
RFC 2544	Пропускная способность, задержка, потери кадров, предельная нагрузка
Y.1564	Тесты конфигурации и служб: возможность настройки 10 сервисов с индивидуальными параметрами (MAC/VLAN/MPLS/IP/ToS/нагрузка)
Приказ 870	<ul style="list-style-type: none"> <li>– До 4 потоков данных с независимой конфигурацией нагрузки и заголовков кадра</li> <li>– Измерение значения пропускной способности на уровне L2</li> <li>– Средняя задержка передачи пакетов данных (PD - Packet delay)</li> <li>– Вариация задержки передачи пакетов данных (PDV - Packet delay Variation)</li> <li>– Коэффициент потерь пакетов данных (PL - Packet Loss)</li> <li>– Пропускная способность канала передачи данных</li> <li>– Задание допустимого уровня потерь кадров, допустимых уровней PD, PDV, допустимого уровня пропускной способности</li> <li>– Однонаправленное и двунаправленное тестирование</li> </ul>
BERT	Физический, канальный, сетевой, транспортный уровни тестирования. Добавление битовых ошибок в тестовую последовательность вручную. Результаты анализа: BITs, EBITs, BER, LSS, %LSS, LOS, %LOS. Режим случайного и постоянного размера кадра. Тестовые последовательности: CRTP, 2e11-1, 2e15-1, 2e20-1, 2e23-1, 2e29-1, 2e31-1, задаваемая пользователем (4 байта)
Пакетный джиттер	Результаты анализа: PKTs, OOOps, INOPs, %OOOPs, %INOPs, количество пакетов, джиттер/задержка которых были меньше (больше) заданного порога. Режим случайного и постоянного размера кадра

Сложный трафик	До 10 потоков данных с индивидуальной нагрузкой и заголовком кадра. Потери кадров для каждого потока; ширина полосы пропускания, рассчитанная по результатам тестирования. Текущая, минимальная, средняя и максимальная задержка передачи данных. Количество переданных и принятых пакетов для каждого потока
Статистика (RFC 2819)	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. Пакеты сверхмалой (runt), сверхбольшой (jabber) длины. Количество кадров, переданных на канальном и сетевом уровнях. Проверка по CRC, runt, jabber
DNS	Определение IP-адреса сетевого устройства по известному доменному имени
Маршрут	Определение маршрутов следования данных в сетях на основе ТСР/IP
Эхо-запрос	Минимальное, среднее, максимальное время между отправкой запроса и получением ответа. Количество переданных, принятых, потерянных и повторных пакетов. Количество пакетов, для которых время ответа было превышено
Монитор ARP-запросов	Возможность отслеживать ARP-ответы, передающиеся в сети и «перехватывать» содержащиеся в них IP- и MAC-адреса сетевых устройств
Шлейф (Loopback)	Уровни: физический, канальный с поддержкой VLAN, сетевой, транспортный
ЕТ-обнаружение	Включение режима «Шлейф» на удалённом тестере анализаторе Беркут-ЕТХ, Беркут-ЕТ или устройстве образования шлейфа Беркут-ЕТЛ
ОАМ	Включение режима «Шлейф» канального уровня на удалённом устройстве по протоколу ОАМ в соответствии со стандартом IEEE 802.3ah
Удалённое управление	Управление прибором в режиме терминала, по протоколу TELNET, через WWW-интерфейс. Выполнение тестов, настройка параметров, получение результатов измерений

### 18.3. Общие характеристики

Таблица 18.3. Общие характеристики

Физические параметры	
Габаритные размеры измерительного блока (В×Ш×Г)	200×101×59 мм
Масса измерительного блока	0,940 кг
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	0–35 °С
Диапазон температур транспортировки и хранения	-10...+45 °С
Относительная влажность воздуха	40–90 %, без конденсата
Электропитание	
Внешний блок питания	Импульсный (18 В, 2.2 А или 19 В, 2.1 А)
Напряжение внешнего источника питания	18–19 В
Потребляемый ток	~1.5 А
Аккумуляторная батарея	7 NiMH элементов, соединённых последовательно.

	Номинальное напряжение батареи – 8,4 В, ёмкость – 4300 мА×ч.
Элементы защиты по электропитанию	Тиристорная защита от перенапряжений
	Внутренний предохранитель 7 А
Время автономной работы (при обычном пользовании)	1–2 часа (в зависимости от типа используемого SFP+ модуля и режима работы)
Время зарядки аккумуляторов	10 часов
Срок службы аккумуляторов	500 циклов «заряд-разряд»
Другое	
Опорная частота тестового сигнала интерфейса 1G Ethernet	62,5 МГц ± 6250 Гц (±100 ppm)
Диапазон измерений количества информации (объёма данных), байт	от 10 до 10 <sup>11</sup>
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений количества информации (объёма данных) в диапазоне, байт: от 10 до 10 <sup>7</sup> включ. свыше 10 <sup>7</sup> до 10 <sup>11</sup>	±10 ±K × 10 <sup>-4</sup> (где K - измеренное значение количества информации (объёма данных), байт)
Дисплей	Цветной графический дисплей 320×240 точек
Клавиатура	25 клавиш
Языки	Русский, английский, казахский

## 18.4. Опции поставки

**Примечание.** Опции LBERT, LTG и тестирование по методике RFC 2544 входят в базовую конфигурацию прибора. Прибор поддерживает две версии программного обеспечения, которые отличаются набором поддерживаемых функций и опций (см. раздел 7).

Таблица 18.4. Опции поставки

Опция	Описание
XJT	Измерения пакетного джиттера 10GE. Результаты измерения: PKTs, OOPs, INOPs, %OOPs, %INOPs, количество пакетов, джиттер которых меньше (больше) заданного порога. Режим случайного (от 64 до 9600 байт) и постоянного размера кадров.
LJT	Long Jitter – анализ пакетного джиттера и распределения задержки с возможностью задания длительности тестирования до 999:59:59. Входит в состав опции XJT.
XMM	Многопоточное тестирование (Мультистрим) 10GE. Режим «Сложный трафик»: до 10 потоков данных с индивидуальной нагрузкой и заголовком кадра. Потери кадров для каждого потока; ширина полосы пропускания, рассчитанная по результатам тестирования. Текущая, минимальная, средняя и максимальная задержка передачи данных. Количество переданных и принятых пакетов для каждого потока. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).
XMPLS	Диагностика MPLS 10GE.

Опция	Описание
	До 3 MPLS меток на приём и передачу.
XAT	Асимметричное тестирование 10 GE. Диагностика каналов, характеристики которых различны для передающего и приемного направлений.
XFL	Диагностика устойчивости коммутаторов. Генерация трафика со случайными MAC-адресами источника или VLAN-метками (MAC/VLAN flood).
XVLIP	Диагностика устойчивости маршрутизаторов. Генерация трафика со случайными IP-адресами получателя (IP flood).
XIP	Диагностика сетей TCP/IP: DNS lookup, ARP, traceroute, ping.
XLATD	Распределение задержки (Latency distribution). Расширенная диагностика задержки распространения пакетов для оценки параметров канала, критичных для сервисов реального времени (VoIP, IPTV).
XBERT	Расширенный BERT (advanced BERT test). Генерация потока со случайным размером кадра (от 64 до 9600 байт), вставка ошибок. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).
LBERT	Long BERT — тест BERT с возможностью задания длительности анализа до 999:59:59. Опция входит в базовую конфигурацию прибора. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).
XRC	Удаленное управление (Remote Control). Дистанционное управление прибором посредством www-интерфейса или по протоколу telnet.
XCAP	Отображение данных из принятых Ethernet-кадров по заданным критериям.
LTG	Long Traffic generator — увеличение времени, в течение которого будет происходить генерация тестового трафика, до 999:59:59. Опция входит в базовую конфигурацию прибора.
XPTP	Синхронизация при проведении асимметричных тестов для измерения задержки прохождения трафика в одном направлении потока. Поддерживается протокол RTPv2 (IEEE1588). Требуется опция XAT.
O870	Измерение параметров сетей передачи данных и обработка результатов в соответствии с приказом Минсвязи России №870 в автоматизированном режиме. Доступность опции зависит от версии ПО (см. раздел 7).

## 19. Устранение неисправностей

Таблица 19.1. Возможные неисправности

Характерные признаки неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Некорректное системное время	Была нажата кнопка аппаратного сброса	Установить системное время
Прибор не включается	Разряжена аккумуляторная батарея	Включить внешний источник питания, зарядить батарею
	Сбой программы	Тонким тупым стержнем нажать кнопку аппаратного сброса через отверстие на боковой панели корпуса прибора
Не происходит заряд батареи от внешнего блока питания	Неисправен блок питания, обрыв в штекере, повреждена батарея	Проверить и при необходимости заменить блок питания, батарею

В случае, если не удаётся самостоятельно устранить обнаруженную неисправность тестера, следует обратиться в службу технической поддержки (см. раздел 17).

## 20. Техническое обслуживание тестера

Техническое обслуживание тестера-анализатора Беркут-ЕТХ сводится к периодическому внешнему осмотру тестера, блока питания и кабелей с целью содержания в исправном и чистом состоянии, а также периодическому заряду аккумуляторной батареи (см. раздел 20.1) с целью увеличения её срока службы и поддержания номинальной ёмкости.

### 20.1. Процедура заряда аккумуляторной батареи

Для заряда аккумуляторной батареи необходимо выполнить следующие действия.

1. Подключить внешний блок питания.
2. Убедиться, что заряд начался — светодиодный индикатор, расположенный в нижней части передней панели корпуса прибора, мигает зеленым.
3. Если индикатор постоянно горит зеленым — заряд окончен или температура аккумулятора превышает 65 °С, и заряд приостановлен до охлаждения аккумулятора. После охлаждения аккумулятора при помощи вентилятора заряд автоматически возобновится.
4. Для контроля степени заряда аккумулятора необходимо включить прибор, отключить блок питания и через 2 минуты проверить значение напряжения аккумулятора в меню «Установки прибора» ⇒ «Аккумулятор». Если напряжение превышает 9,8 В — аккумулятор заряжен, если напряжение меньше 9,8 В — заряд был приостановлен до охлаждения аккумулятора.

Время, требуемое для заряда аккумуляторной батареи, составляет около 10 часов. Рекомендуемая температура в помещении в процессе заряда от 5 °С до 25 °С. При большей температуре может потребоваться большее время для заряда аккумуляторной батареи.

В дальнейшем необходимо заряжать аккумуляторную батарею:

- при частичном разряде в процессе эксплуатации анализатора;
- при полном разряде;
- если тестер не использовался больше 1 месяца.

**Примечание:** перед первым включением прибора аккумуляторную батарею необходимо полностью зарядить, подключив внешний блок питания.

**Примечание:** замена аккумуляторной батареи производится только на предприятии-изготовителе, указанном в разделе 19 настоящего руководства по эксплуатации.



## 21. Глоссарий

Порт	Физический интерфейс с тестируемой средой.
10BASE-T	Стандарт передачи данных со скоростью 10 Мбит/с по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
100BASE-T (100BASE-TX)	Стандарт передачи данных со скоростью 100 Мбит/с по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
10GBASE-T	Стандарт передачи данных со скоростью 10 Гбит/с по сети Gigabit Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».
Back-to-back	Предельная нагрузка. Тест, определяющий время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.
AF	Assured Forwarding (гарантированная передача). Используется для доставки трафика большинства TCP-приложений с применением четырёх независимых AF-классов. Внутри каждого класса IP-пакету может быть назначен один из трёх приоритетов отбрасывания пакета данных (см. методику RFC 2597 [10]).
ARP	Address Resolution Protocol (протокол разрешения адресов). Сетевой протокол, предназначенный для преобразования IP-адресов (адресов сетевого уровня) в MAC-адреса (адреса канального уровня) в сетях TCP/IP, определён в RFC 826 [8].
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol (протокол динамической конфигурации узла сети). Протокол, используемый узлом сети для автоматического получения IP-адреса и других параметров, необходимых для работы в сетях TCP/IP.
DNS	Domain Name System (система доменных имён). Распределённая система (база данных), которая используется для преобразования имени сетевого устройства в IP-адрес. DNS работает в сетях TCP/IP.
DSCP	Differentiated Services Code Point. Поле в заголовке IP-пакета, состоящее из 8 бит. Позволяет классифицировать больше видов трафика, чем поля Precedence и ToS.
DUT	Device Under Test. Тестируемое устройство.
ECN	Explicit Congestion Notification (явное уведомление о перегруженности). Установка бит данного поля дает возможность маршрутизаторам узнать о возникновении перегруженности на пути следования данных к заданному узлу сети без отбрасывания пакета. Поле ECN описано в методике RFC 3168 [12].
EF	Expedited Forwarding (немедленная передача). Применяется для обслуживания трафика, чувствительного к задержкам и требующего минимального джиттера, такого, как видео или речь (Voice over IP — VoIP).
Ethernet	Технология построения локальных сетей. Описывается стандартами IEEE группы 802.3.
Frame loss rate	Уровень потерь кадров. Тест, определяющий процент кадров, которые не были переданы сетевым элементом при постоянной нагрузке из-за недостатка аппаратных ресурсов.
FTP	File Transfer Protocol (протокол передачи файлов). Протокол, предназначенный для передачи файлов в компьютерных сетях.
Gateway	Шлюз. Сетевое устройство, позволяющее соединить между собой две или более разнотипные сетевые системы и преобразующее информационные потоки, передающиеся между ними.
ICMP	Internet Control Message Protocol (протокол межсетевых управляющих сообщений). Сетевой протокол, входящий в стек протоколов TCP/IP. В основном используется для передачи сообщений об ошибках и других исключительных ситуациях, возникших при передаче данных.
IEEE 802.1Q	Стандарт, который определяет изменения в структуре кадра Ethernet, позволяющие передавать информацию о VLAN по сети.
IP	Internet Protocol (протокол Internet). Один из основных протоколов семейства TCP/IP, обеспечивает негарантированную доставку пакетов, не требующую установки соединения с получателем.

IP address	Internet Protocol address. Уникальный идентификатор (адрес) устройства, подключённого к объединённой сети на основе семейства протоколов TCP/IP. Представляет собой 32-битовое двоичное число.
Jabber-фрейм	Пакет данных размером более 1518 байт, имеющий неправильную контрольную сумму.
LAN	Local Area Network (локальная сеть). Сеть, которая покрывает относительно небольшую территорию (например, сеть Ethernet). Характеризуется высокой скоростью передачи данных (от 10 Мбит/с до нескольких Гбит/с) и небольшим коэффициентом ошибок.
MAC address	Media Access Control address. Уникальный идентификатор, который используется для адресации устройств сети на физическом уровне. В сети Ethernet используется 48-битовый MAC-адрес.
MPLS	Multi-Protocol Label Switching (мультипротокольная коммутация по меткам). Технология пересылки IP-дейтаграмм, которая используется в высокоскоростных коммутирующих устройствах.
NUT	Network Under Test. Тестируемая сеть.
OAM	Operations, Administration, and Maintenance (эксплуатация, администрирование и обслуживание). Протокол мониторинга состояния канала.
OSI	Open Systems Interconnection Reference Model (эталонная модель взаимодействия открытых систем). Разработанная Международной организацией по стандартизации (ISO) семиуровневая иерархическая модель для сетевых коммуникаций и связи сетевых протоколов. Уровни модели расположены вертикально друг над другом, каждый уровень взаимодействует с соседними и выполняет определённые функции.
RJ	Registered Jack. Стандартизированный физический интерфейс, используемый для соединения телекоммуникационного оборудования.
RJ-45	Один из разъёмов стандарта Registered Jack, используется в сетях Ethernet для соединения витых пар.
Runt-фрейм	Пакет данных длиной менее 64 байт с правильной контрольной последовательностью.
SLA	Service Level Agreement. Основной документ, регламентирующий взаимоотношения между поставщиком услуги и клиентом.
TCP	Transmission Control Protocol (протокол управления передачей). Стандартный протокол транспортного уровня, входящий в семейство протоколов TCP/IP и обеспечивающий надёжную дуплексную потоковую передачу данных.
Throughput	Пропускная способность. Тест, определяющий максимальную скорость, на которой количество тестирующих кадров, прошедших через DUT, равно количеству кадров, отправленных ему с тестирующего оборудования.
ToS	Type of Service (тип обслуживания). Набор из четырёхбитных флагов в заголовке IP-пакета. Они дают возможность прикладной программе, передающей данные, сообщить сети тип требуемого сетевого обслуживания.
Traceroute	Программа, предназначенная для определения маршрутов следования данных в сетях TCP/IP, основана на протоколе ICMP.
UDP	User Datagram Protocol (протокол пользовательских дейтаграмм). Это транспортный протокол для передачи данных в сетях IP, обеспечивает ненадёжную доставку сообщений без установки соединения с получателем.
VLAN	Virtual Local Area Network (виртуальная локальная сеть). Представляет собой группу сетевых устройств, которые функционируют так, как будто они подключены к одному сегменту сети.
VLAN ID	VLAN Identifier (VID). 12-битный идентификатор VLAN, который определён в стандарте 802.1Q [9]. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр.
VLAN Priority	Три бита, которые содержат информацию о приоритете кадра. Возможно восемь значений приоритета.
Канальный уровень	Data Link layer. Предназначен для обеспечения взаимодействия сетей на физическом уровне и контроля за ошибками, которые могут возникнуть. Канальный уровень

	может взаимодействовать с одним или несколькими физическими уровнями, контролируя их и управляя этим взаимодействием.
Обучающий кадр	Кадр, который 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.
Сетевой коммутатор	Устройство, используемое для соединения нескольких узлов компьютерной сети. Передаёт данные непосредственно получателю. Работает на канальном уровне модели OSI.
Сетевой концентратор	Устройство, используемое для объединения нескольких узлов компьютерной сети. Все устройства, подключённые к портам концентратора, получают одну и ту же информацию.
Сетевой уровень	Network layer. Предназначен для определения пути передачи данных. Отвечает за трансляцию логических адресов и имён в физические, определение кратчайших маршрутов, коммутацию и маршрутизацию, отслеживание неполадок в сети.
Транспортный уровень	Transport layer. Обеспечивает надёжную транспортировку пакетов между двумя конечными точками сети. Несмотря на то, что протоколы нижнего уровня проверяют правильность выполнения каждой операции при передаче данных, назначение этого уровня состоит в дополнительной проверке правильности передаваемых данных.
Физический уровень	Physical layer. Предназначен непосредственно для передачи потока данных. Осуществляет передачу электрических или оптических сигналов в кабель и их приём и преобразование в биты данных в соответствии с методами кодирования цифровых сигналов.

## 22. Литература

- [1] RFC 791, Postel, J., «Internet Protocol», DARPA, September 1981.
- [2] RFC 1349, Almquist, P., «Type of Service in the Internet Protocol Suite», July 1992.
- [3] RFC 2544, «Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices», S. Bradner and J. McQuaid, March 1999.
- [4] RFC 2819, «Remote Network Monitoring Management Information Base», S. Waldbusser, May 2000.
- [5] RFC 4689, «Terminology for Benchmarking Network-layer Traffic Control Mechanisms», S. Poretsky, October 2006.
- [6] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment».
- [7] IEEE 802.3ah, «Ethernet in the First Mile Task Force».
- [8] RFC 826, «Ethernet Address Resolution Protocol or converting network protocol addresses to 48.bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware», David C. Plummer, November 1982.
- [9] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Networks.
- [10] RFC 2597, «Assured Forwarding PHB Group», J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, June 1999.
- [11] RFC 2598, «An Expedited Forwarding PHB», V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri, June 1999.
- [12] RFC 3168, «The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP», K. Ramakrishnan, S. Floyd, D. Black, September 2001.
- [13] RFC 1812, «Requirements for IP Version 4 Routers», F. Baker, Editor Cisco Systems, June 1995.
- [14] ITU-T Y.1564 (03/2011), «Ethernet service activation test methodology».
- [15] ITU-T Y.1563 (01/2009), «Ethernet frame transfer and availability performance».