

Тестер-анализатор Ethernet/Gigabit Ethernet Беркут-ЕТ

Руководство по эксплуатации и паспорт
Версия 1.0.2, 2009

Метротек

© Метротек, 2006—2009

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 не влияющие на работоспособность тестера **Беркут-ЕТ** изменения в аппаратную часть прибора или программное обеспечение, а также в настоящее Руководство по эксплуатации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Общие сведения	7
2	Комплектация	9
3	Меры безопасности	11
4	Правила и условия эксплуатации	13
4.1	Нормальные условия эксплуатации	14
4.2	Допустимые условия эксплуатации	14
5	Подготовка к работе	15
6	Описание прибора	17
6.1	Лицевая панель	17
6.2	Внешние разъёмы	19
7	Проведение анализа. Решение типовых задач	21
7.1	Типовые задачи	21
7.2	Методика RFC 2544	21
7.3	Подключение прибора и начало работы	25
7.3.1	Схемы подключения прибора	25
7.4	RFC 2544. Общие настройки	27
7.4.1	Настройка заголовка	27
7.4.2	Настройка заголовка (дополнительно)	28
7.4.3	Топология тестов	31
7.4.4	Выбор размера кадра	31
7.5	RFC 2544. Настройка параметров тестов	32
7.5.1	Параметры теста «Пропускная способность»	32
7.5.2	Параметры теста «Задержка»	32
7.5.3	Параметры теста «Потери кадров»	33
7.5.4	Параметры теста «Предельная нагрузка»	33
7.6	RFC 2544. Проведение анализа	34
7.6.1	Пропускная способность. Результаты анализа	34
7.6.2	Задержка распространения. Результаты анализа	35

7.6.3	Уровень потерь кадров. Результаты анализа	36
7.6.4	Предельная нагрузка. Результаты анализа	37
7.6.5	Сохранение результатов измерений	37
7.7	Шлейф (Loopback)	39
7.7.1	Настройка шлейфа второго уровня	40
7.7.2	Настройка шлейфа третьего уровня	42
7.8	ОАМ	43
7.9	Тесты TCP/IP	45
7.9.1	Эхо-запрос (Ping)	45
7.9.2	Маршрут (Traceroute)	47
7.9.3	DNS (DNS lookup)	48
7.9.4	TCP-клиент	49
7.10	Транзит	50
7.11	Диагностика медного кабеля	51
7.12	BERT	52
7.12.1	Варианты подключения	55
7.13	Пакетный джиттер	57
7.14	Тестовый поток	59
7.15	Статистика	60
7.15.1	Сводная статистика по двум портам	60
7.15.2	Статистика по типам кадров	60
7.15.3	Статистика по размерам кадров	61
7.15.4	Статистика по уровням	61
7.15.5	Статистика: ошибки кадров	62
7.16	Параметры сети	62
7.17	Параметры интерфейсов	63
7.18	Настройки прибора	64
7.18.1	Настройка дисплея	64
7.18.2	Основные настройки	65
7.18.3	Информация	65
7.18.4	Информация о SFP	66
7.18.5	Аккумулятор	66
7.18.6	Порт LAN	67
7.18.7	Управление опциями	67
8	Удалённое управление	69
8.1	Управление в режиме терминала	69
8.1.1	Настройка параметров подключения	69
8.1.2	Обновление версий ПО прибора	72
8.2	Удалённое управление через TELNET	73
8.3	Удалённое управление через WWW-интерфейс	74

Оглавление	5
А Структура Ethernet-кадра	75
В Команды удалённого управления	77
С Спецификации и технические возможности прибора	81
D Устранение неисправностей	83
Е Глоссарий	85
Литература	93
Предметный указатель	94
ПАСПОРТ	95

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тестер-анализатор Ethernet/Gigabit Ethernet **Беркут-ЕТ** (далее — прибор, тестер) предназначен для проведения анализа и диагностического тестирования сетевого оборудования по методике RFC 2544 [5], для оценки состояния кабеля, контроля связности канала. В приборе реализована возможность организации шлейфа (loopback), а также получения статистики по принимаемому и передаваемому трафику.

Прибор **Беркут-ЕТ** обеспечивает выполнение следующих функций.

1. Генерация/анализ трафика на канальном (MAC) и сетевом (IP) уровнях.
2. Сбор и отображение статистической информации по принимаемому и передаваемому трафику на физическом, канальном и сетевом уровнях.
3. Тестирование по методике RFC-2544¹: Throughput (пропускная способность), Latency (задержка распространения кадров), Frame Loss (уровень потерь кадров), Back-to-Back (предельная нагрузка).
4. Диагностика неисправностей кабеля.
5. Организация шлейфа (Loopback) на физическом, канальном и сетевом уровнях.
6. Включение режима «Шлейф» на удалённом приборе посредством протокола OAM.
7. Определение коэффициента битовых ошибок (BERT).
8. Измерение пакетного джиттера.

¹Подробное описание каждого теста представлено в разделе 7.2.

2. КОМПЛЕКТАЦИЯ

Таблица 2.1. Комплектация прибора

Наименование	Кол-во
Прибор «Тестер-анализатор Ethernet/Gigabit Ethernet Беркут-ЕТ»	1
Брошюра «Тестер-анализатор Ethernet/Gigabit Ethernet Беркут-ЕТ». Руководство по эксплуатации и паспорт	1
Блок питания (12 В, 1,5 А)	1
Кабель (220 В, 3-полосный)	1
Кабель USB	1
Кабель Ethernet	1

3. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Тестер Ethernet **Беркут-ЕТ** соответствует общим требованиям безопасности по ГОСТу 26104.
2. По способу защиты человека от поражения электрическим током тестер соответствует классу III, а блок питания — классу II по ГОСТу 26104.
3. Испытания, наладка, ввод в эксплуатацию и эксплуатация тестера должны производиться с учетом требований безопасности, изложенных в ГОСТе 12.3.019.
4. При эксплуатации тестера должны выполняться общие требования пожарной безопасности.
5. Качество воздуха рабочей зоны при эксплуатации тестера должно соответствовать требованиям ГОСТа 12.1.005.

Внимание! Во внешнем блоке питания тестера имеется опасное для жизни напряжение. Запрещается эксплуатация блока питания с повреждённым корпусом.

4. ПРАВИЛА И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. До начала работы с тестером **Беркут-ЕТ** внимательно изучите настоящее руководство по эксплуатации, назначение кнопок клавиатуры, внешних разъёмов и составных частей тестера.
2. Необходимо оберегать тестер и блок питания от ударов, попадания влаги и пыли, длительного воздействия прямых солнечных лучей.
3. Если тестер подвергался воздействию низких температур, то перед включением необходимо выдержать его в нормальных условиях не менее двух часов.
4. При длительных перерывах в работе тестера рекомендуется отключать прибор и блок питания от сети.
5. Тестер может эксплуатироваться при следующих режимах электропитания:
 - от сети 110–240 В, частотой 50 Гц, с помощью блока питания, при этом происходит подзарядка аккумуляторных элементов;
 - от аккумуляторных элементов (NiMh, с номинальным напряжением 4,8 В и ёмкостью 4300 мАч).

6. Заряд аккумуляторов автоматически включается при подключении блока питания.

Время полного заряда аккумуляторных элементов от внешнего блока питания при нормальных климатических условиях — не более 12 часов. После полного заряда аккумуляторных элементов зарядное устройство автоматически отключается.

Срок службы аккумуляторных элементов зависит от количества циклов «заряд-разряд». Для данного типа аккумуляторных элементов средний срок службы — 500 циклов «заряд-разряд». Время работы от внутренних аккумуляторных элементов — не менее 6 часов¹.

***Примечание:** в случае установки полностью разряженных или новых аккумуляторных элементов перед включением тестера необходимо их зарядить (время зарядки аккумуляторов должно составлять не менее 30 минут).*

¹Ярк. светодиодов — 40%; Подсветка — 50%; Дисплей автовыкл. — 5 мин.

Внимание! Для питания тестера от сети 220 В, с частотой 50 Гц, используйте только штатный блок питания. Использование блока питания с выходным током менее 1,5 А или с заземлённым плюсом может повредить прибор.

4.1 Нормальные условия эксплуатации

- температура окружающей среды 15–25 °С;
- относительная влажность воздуха 40–80 %, при температуре 25 °С;
- атмосферное давление 84–104,7 кПа (630–800 мм рт. ст.);
- напряжение сети 110–240 В, с частотой 50–60 Гц (при питании тестера от блока питания).

4.2 Допустимые условия эксплуатации

- температура окружающей среды 5–40 °С;
- относительная влажность воздуха 90 %, при температуре 25 °С;
- атмосферное давление 70–106,7 кПа (537–800 мм рт. ст.);
- напряжение сети 110–240 В, с частотой 50–60 Гц (при использовании внешнего блока питания).

5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. Извлеките тестер из упаковки. Произведите внешний осмотр. Проверьте комплектность тестера в соответствии с таблицей 2.1.
2. Выдержите тестер в нормальных условиях не менее 2 часов (в том случае, если ранее тестер находился в условиях, отличных от нормальных).
3. Подключите блок питания тестера к сети (если для питания тестера будет использоваться сетевое напряжение 110–240 В, с частотой 50–60 Гц).
4. Включите тестер.

6. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

6.1 Лицевая панель

Вид лицевой панели прибора **Беркут-ЕТ** представлен на рисунке 6.1.

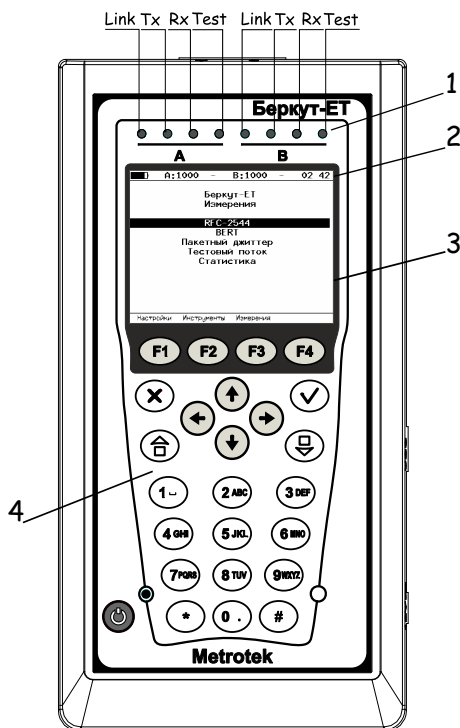


Рис. 6.1. Лицевая панель

1 – Светодиодные индикаторы.

Трёхцветные светодиодные индикаторы в верхней части передней панели обеспечивают достаточный объём информации для анализа и принятия решений.

Значение светодиодных индикаторов

Светодиодные индикаторы, обозначенные на рис. 6.1 как «Link», отображают **состояние подключения**:

- зелёный — соединение с тестируемым оборудованием установлено;
- красный — соединения нет.

Светодиодные индикаторы, обозначенные на рис. 6.1 как «Tx», отображают состояние **передачи данных**:

- зелёный (мигает или горит постоянно) — идёт передача пакетов;
- не горит — передача пакетов не осуществляется.

Светодиодные индикаторы, обозначенные на рис. 6.1 как «Rx», отображают состояние **приёма данных**:

- зелёный (мигает или горит постоянно) — идёт приём пакетов;
- не горит — приём пакетов не осуществляется.

Светодиодные индикаторы, обозначенные на рис. 6.1 как «Test», принимают следующие значения:

- зелёный — проводится тестирование;
- зелёный (мигание) — включён режим Loopback.

2 – Строка статуса.

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

- заряд батареи;
- скорость передачи данных для порта А;
- тест, запущенный с использованием порта А;
- скорость передачи данных для порта В;
- тест, запущенный с использованием порта В;
- текущее время суток.

Тесты, проводимые с использованием порта А (В), обозначаются в строке статуса аббревиатурами:

- **THR** (throughput) — анализ пропускной способности;
- **LAT** (latency) — анализ задержки;
- **BTB** (back-to-back) — анализ предельной нагрузки;
- **FRL** (frame loss) — анализ уровня потерь кадров;
- **LB1** (loopback layer 1) — шлейф на физическом (первом) уровне;
- **LB2** (loopback layer 2) — шлейф на канальном (втором) уровне;
- **LB3** (loopback layer 3) — шлейф на сетевом (третьем) уровне







- **BER** (bit error rate test) — определение коэффициента битовых ошибок;
- **PJ** (packet jitter) — определение пакетного джиттера;
- **GEN** (generate) — генерация тестового потока.


3 – Дисплей.

Цветной графический дисплей.

4 – Клавиатура.

Назначение клавиш:

-  — **Включить/выключить (On/Off)**
Для включения/выключения питания тестера необходимо нажать и удерживать клавишу в течение 1–2 секунд.
-  — **Главное меню (Main menu)**
Клавиша служит для возврата в главное меню.
-  — **Ввод**
 - в режиме меню в случае, когда высвечивается выбранный пункт, нажатие клавиши обеспечивает переход в соответствующее меню и отображение соответствующего экрана;
 - в режиме задания данных нажатие клавиши приводит к изменению параметра либо переводит в меню выбора параметров. В случае, когда клавиша  выполняет функцию ввода данных, для возврата в предыдущее меню используется клавиша .
-  — **Отмена/Выход**
Нажатие на клавишу обеспечивает переход в предыдущее меню, а также в режиме задания данных служит для отмены ввода данных.
-  — **Контекстное меню**
Клавиша служит для вызова контекстного меню.
-  ,  ,  ,  — **Функциональные клавиши.**
-  ,  ,  ,  — **Клавиши управления курсором.**
-  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  ,  — **Клавиши ввода цифр, букв и знаков в соответствующие поля.**

Примечание: при нажатии на клавишу  на экране отображаются подписи к светодиодным индикаторам.

6.2 Внешние разъёмы

Расположение внешних разъёмов тестера на верхней и боковой панелях корпуса прибора показано на рисунках 6.2 и 6.3.

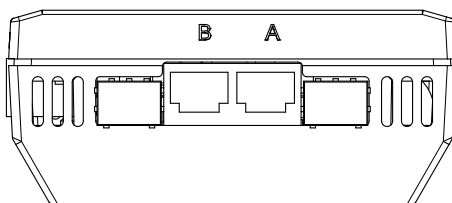


Рис. 6.2. Верхняя панель тестера

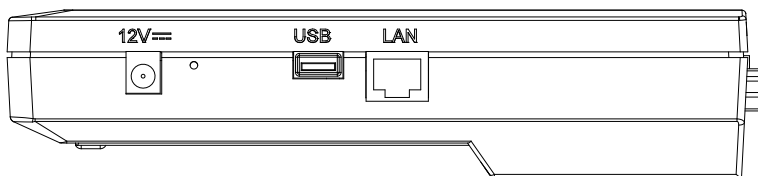


Рис. 6.3. Боковая панель тестера

Назначение разъёмов и подключаемые к ним устройства приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1. Описание разъёмов прибора

Маркировка	Назначение разъёма	Подключаемое устройство или кабель
A, B	Разъёмы RJ-45 для подключения к тестируемому устройству или сети	Кабель Ethernet
	Разъёмы для подключения SFP-модулей	SFP-модуль
LAN ¹	Разъём для удалённого управления тестером	Кабель Ethernet
USB	Для подключения к ПК по интерфейсу USB	Кабель USB
12 V (12 B)	Для подключения внешнего блока питания	Блок питания

¹Наличие разъёма зависит от версии прибора

7. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗА. РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

7.1 Типовые задачи

Основной задачей при тестировании Ethernet-сетей является определение соответствия предоставляемых услуг 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 следующими параметрами: пропускная способность, уровень потерь кадров, задержка и предельная нагрузка. Эти параметры и подвергаются тестированию в соответствии с методикой RFC 2544. Для проверки достижимости определённого адреса внутри или за пределами сети и маршрутов следования данных используются инструменты Ping (Эхо-тест) и Traceroute (Маршрут). Режим Loopback (Шлейф) позволяет осуществить перенаправление трафика на физическом, канальном и сетевом уровнях.

7.2 Методика RFC 2544

Методика RFC 2544 определяет набор тестов, которые используются при анализе и оценке важнейших характеристик сетевых устройств. Согласно этой методике, при тестировании Ethernet-сетей рекомендуется проводить анализ, используя следующие основные размеры кадра: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 и 1518 байт. Благодаря предусмотренным возможностям анализа пропускной способности, предельной нагрузки, уровня потерь кадров и задержки, эта методика в настоящее время является стандартом «де-факто» для оценки производительности Ethernet-сетей.

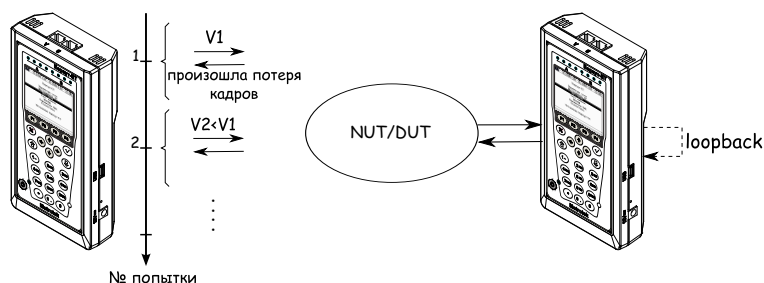
В приборе **Беркут-ЕТ** возможно проведение четырёх стандартных тестов в соответствии с методикой RFC 2544.

1. *Анализ пропускной способности (Throughput). Этот тест 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 тестирующих кадров¹, прошедших через DUT, равно количеству кадров, отправленных ему с тестирующего оборудования.

При анализе пропускной способности некоторое количество пакетов с минимальным межкадровым интервалом передаётся на вход DUT² (рис. 7.1³). Затем подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT. Если оно оказывается меньше количества переданных пакетов, то межкадровый интервал увеличивается и тест выполняется снова.

Примечание: зависимость между межкадровым интервалом и нагрузкой является обратной, поэтому большим значениям межкадрового интервала соответствуют меньшие значения нагрузки.



V_1, V_2 – скорость передачи данных

Рис. 7.1. Анализ пропускной способности

2. *Анализ задержки (Latency). Этот тест применяется для анализа времени, которое необходимо кадру для прохождения от источника к получателю и обратно, к исходному элементу. Если время задержки изменяется, это может привести к проблемам в работе сервисов реального времени.*

При анализе задержки сначала определяется пропускная способность DUT для вышеперечисленных размеров кадра. Для каждого размера пакета на соответствующей ему максимальной скорости по-

¹Термины *кадр*, *дейтаграмма* и *пакет* в описаниях тестов являются синонимами.

²В этом и последующих описаниях тестов все рассмотренные действия выполняются тестером автоматически.

³На рисунках представлен один из способов подключения прибора к тестируемому устройству/сети. Другие варианты подключения — см. раздел 7.3.

сылается поток кадров по определённому адресу. Минимальная длительность тестового потока — 120 с (пользователь может задавать другое значение в пределах от 1 до 2886 с). Через некоторое время в один пакет вставляется метка определённого формата. На передающей стороне записывается значение T_a — времени, к которому пакет с меткой был полностью передан. На приёмной стороне определяется метка и записывается значение T_b — времени приёма пакета с меткой.

Задержка (Latency) — это разница ($T_b - T_a$). Этот тест повторяется не менее 20 раз (пользователь может задавать другое значение в пределах от 1 до 30). По результатам анализа вычисляется средняя задержка.

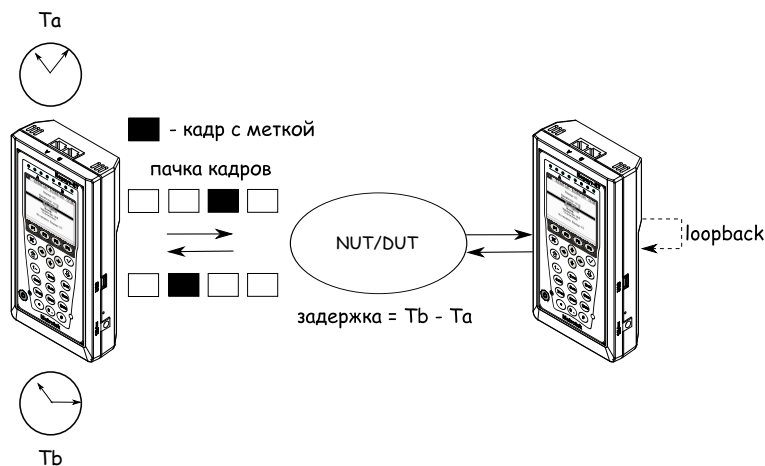


Рис. 7.2. Анализ задержки

3. *Анализ уровня потерь кадров (Frame Loss Rate). Этот тест 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 кадров 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:

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

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 меньший шаг), до тех пор, пока в двух попытках подряд не будет потеряно ни одного кадра.

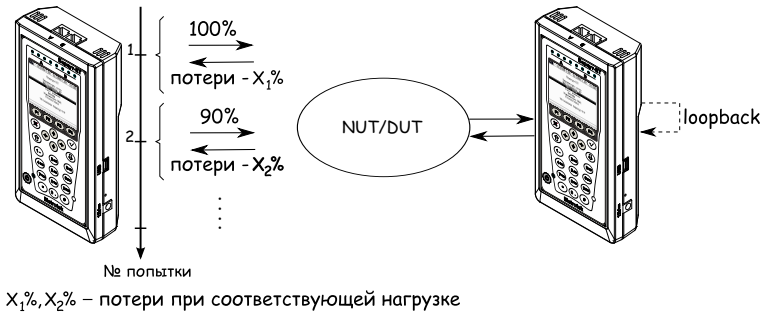


Рис. 7.3. Анализ уровня потерь кадров

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

При анализе неравномерности передачи данных на вход DUT отсылаются кадры с минимальной межкадровой задержкой и подсчитывается количество пакетов с выхода DUT. Если количество отправленных кадров равно количеству кадров на выходе DUT, то время, в течение которого отправляются кадры, увеличивается и тест повторяется (пока в двух попытках подряд не будет потеряно ни одного кадра). Если же количество пакетов на выходе DUT меньше числа отправленных, то время уменьшается и тест повторяется.

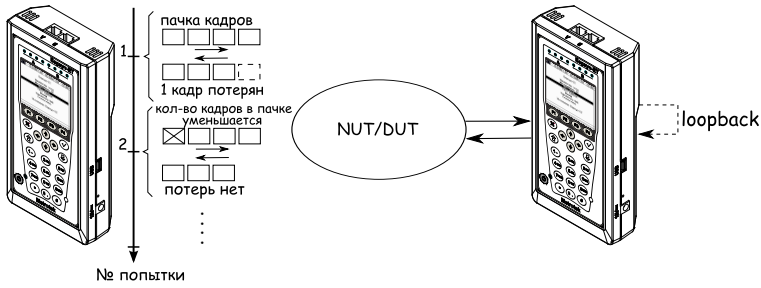


Рис. 7.4. Анализ предельной нагрузки

7.3 Подключение прибора и начало работы

7.3.1 Схемы подключения прибора

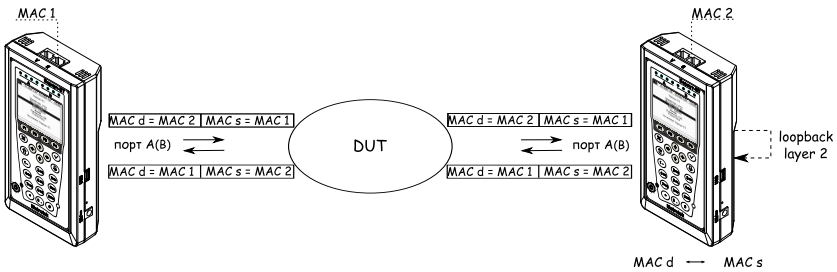


Рис. 7.5. Вариант подключения 1

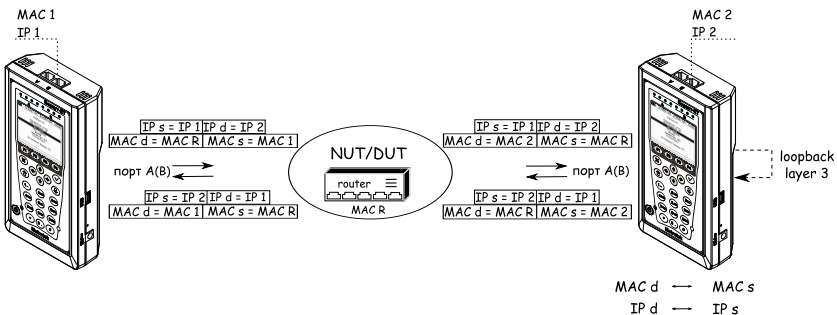


Рис. 7.6. Вариант подключения 2

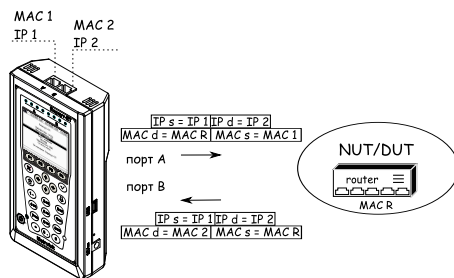


Рис. 7.7. Вариант подключения 3

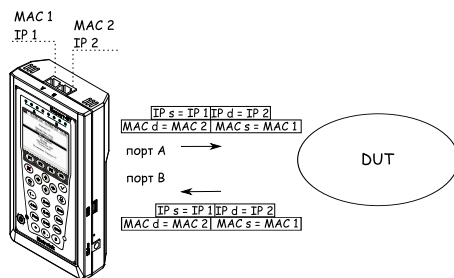


Рис. 7.8. Вариант подключения 4

На рис. 7.5 показано схематическое подключение прибора (с использованием одного порта) к сети, содержащей устройства, работающие на канальном уровне, такие, как, например, сетевой коммутатор (switch). В этом случае генерируемый прибором трафик должен быть перенаправлен обратно посредством организации внешней «петли» (loopback). При этом во входящих пакетах меняются местами MAC-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт.

На схемах подключения введены следующие обозначения:

- MAC s — MAC-адрес отправителя;
- MAC d — MAC-адрес получателя;
- MAC R — MAC-адрес шлюза;
- IP s — IP-адрес отправителя;
- IP d — IP-адрес получателя.

На рис. 7.6 показано подключение прибора к сети, содержащей устройства, работающие на канальном и сетевом уровнях, такие, как, например, сетевой коммутатор (switch), маршрутизатор (router). В отличие от

предыдущего случая, во входящих пакетах меняются местами и MAC- и IP-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт.

В случае тестирования устройств/сетей с возможностью маршрутизации IP-трафика используются два порта (рис. 7.7). В этом случае пакеты перенаправляются на другой порт прибора при помощи маршрутизатора. Также **Беркут-ЕТ** может быть подключён к сетевому коммутатору, такое подключение показано на рис. 7.8.

7.4 RFC 2544. Общие настройки

7.4.1 Настройка заголовка

A:1000 - B:1000 - 01:53	
Заголовок	
MAC Отпр.	00:21:CE:08:00:11
MAC Получ.	00:21:CE:08:00:12
IP Отпр.	192.168.1.1
IP Получ.	192.168.2.2
Дополнительно	
VLAN:	выкл.
IP:	ToS 0000, precedence 0
UDP:	60000/50000

Рис. 7.9. Меню «Заголовок»

- **MAC Отпр.** — MAC-адрес отправителя. В качестве MAC-адреса отправителя указывается MAC-адрес интерфейса источника.
- **MAC Получ.** — MAC-адрес получателя. В качестве MAC-адреса получателя в простейшем случае (если источник и получатель соединены напрямую, без промежуточных роутеров) указывается MAC-адрес интерфейса получателя; в более сложном случае, когда между источником и получателем существует хотя бы один роутер, необходимо указать MAC-адрес ближайшего к источнику роутера.
- **IP Отпр.** — IP-адрес отправителя.
- **IP Получ.** — IP-адрес получателя.

Существует возможность автоматической подстановки MAC- и IP-адресов:

- при нажатии на клавишу **F1** (**F2**) вместо текущего MAC-адреса будет подставлен MAC-адрес порта А (В), указанный в меню «Информация»;

- при нажатии на клавишу **F1** (**F2**) вместо текущего IP-адреса будет подставлен IP-адрес порта А (В), заданный в меню «Параметры сети»;
- при нажатии на клавишу **F3** (при выборе «MAC Получ.») будет проведён ARP-запрос, в результате которого вместо текущего IP-адреса получателя будет подставлен IP-адрес, соответствующий MAC-адресу получателя.

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

7.4.2 Настройка заголовка (дополнительно)

A:1000 - B:1000 - 21 44	
Заголовок (доп.)	
VLAN	Выкл
ID	4095
Приоритет	0
Precedence	0
ToS	0000
UDP src	60000
UDP dst	50000
Выкл	Вкл

Рис. 7.10. Меню «Заголовок (доп.)»

- **ID** — 12-битный идентификатор VLAN, представляет собой число от 0 до 4095. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр. Нулевое значение VLAN ID показывает, что данный кадр не несёт информации о VLAN, а содержит информацию только о приоритете. Если значение VLAN ID установлено равным 1, то при проходе через порт сетевого коммутатора значение VLAN ID для этого кадра будет установлено равным VLAN ID порта.
- **Приоритет** — поле, которое определяет приоритет трафика. Существует 8 значений приоритета ([1]), соответствие между приоритетом и типом трафика представлено в таблице 7.1.

Таблица 7.1. Приоритеты и типы трафика

Значение	Описание
1	Background
0 (Default)	Best Effort
2	Excellent Effort

Таблица 7.1. Приоритеты и типы трафика (*продолжение*)

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.

- **Precedence** — поле, которое указывает приоритет кадра. Возможно восемь значений приоритета кадра в соответствии с RFC 791 [2]. Отправитель может установить в этом поле любое значение из таблицы 7.2.

Таблица 7.2. Значения поля Precedence

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

- **ToS (Type of Service)** — поле, которое определяет тип обслуживания IP-пакета. Отправитель может установить в этом поле любое значение из таблицы 7.3, руководствуясь методикой RFC 1349 [4].

Таблица 7.3. 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.

- **UDP src** — поле позволяет ввести номер UDP-порта отправителя.
- **UDP dst** — поле позволяет ввести номер UDP-порта получателя.

7.4.3 Топология тестов



Рис. 7.11. Меню «Топология тестов»

С помощью этого меню задаётся порт приёма и порт передачи данных. Один и тот же порт может служить и для передачи и для приёма данных (например, при использовании функции Loopback).

7.4.4 Выбор размера кадра

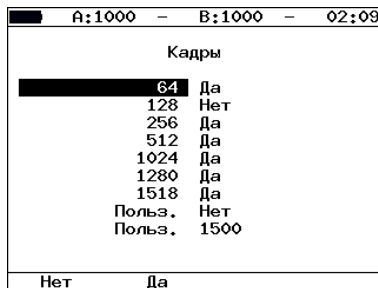


Рис. 7.12. Меню «Кадры»

Пользователь может выбрать для проведения тестов стандартные размеры передаваемых кадров: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518 байт, а также дополнительно задать любой размер кадра в пределах от 64 до 1518 байт.

7.5 RFC 2544. Настройка параметров тестов

7.5.1 Параметры теста «Пропускная способность»

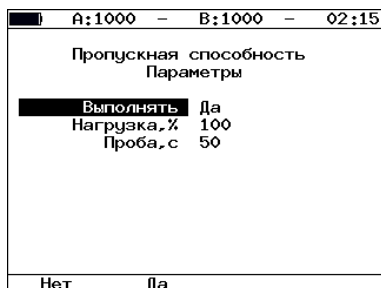


Рис. 7.13. Настройка параметров теста

- **Выполнять** — включение/отключение анализа пропускной способности.
- **Нагрузка** — величина нагрузки задаётся в процентах от скорости тестового потока.
- **Проба** — период времени, в течение которого выполняется тест для каждого заданного в настройках размера кадра.

7.5.2 Параметры теста «Задержка»



Рис. 7.14. Настройка параметров теста

- **Выполнять** — включение/отключение анализа задержки передачи данных.
- **Количество проб** — количество повторений теста для каждого заданного размера кадра.

- **Проба** — период времени, в течение которого выполняется тест для каждого заданного в настройках размера кадра.

Внимание! При выборе этого теста необходимо выбрать тест «Пропускная способность» (в этом случае значения для теста «Задержка» будут вычисляться на полученной пропускной способности).

7.5.3 Параметры теста «Потери кадров»



Рис. 7.15. Настройка параметров теста

- **Выполнять** — включение/отключение анализа уровня потерь передачи.
- **Проба** — период времени, в течение которого выполняется тест для каждого заданного в настройках размера кадра.

7.5.4 Параметры теста «Предельная нагрузка»



Рис. 7.16. Настройка параметров теста

- **Выполнять** — включение/отключение анализа предельной нагрузки.
- **Кол-во проб** — количество повторений теста для каждого заданного в настройках размера кадра.
- **Проба** — период времени, в течение которого выполняется тест для каждого заданного в настройках размера кадра.

7.6 RFC 2544. Проведение анализа

7.6.1 Пропускная способность. Результаты анализа

- Таблица.

■ A:1000 THR B:1000 THR 19:28			
Кадр	Пропускная способность		Тест
	%	МБ/с	
64	100.00	761.905	Готово
128	100.00	864.865	Готово
256	100.00	927.536	Готово
512	-----	-----	Выполняю
1024	-----	-----	Жду
1280	-----	-----	Жду
1518	-----	-----	Жду
T: 240.758 R: 240.761 MB			
Стоп	График	Кадр/с	

Рис. 7.17. Результаты теста: таблица

Результаты теста отображаются в табличном виде: размер кадра (в байтах), значение пропускной способности (в %), полученное в результате анализа значение пропускной способности (при нажатии на клавишу **F3** происходит выбор единиц измерения — Мбит/с или кадр/с).

- График.

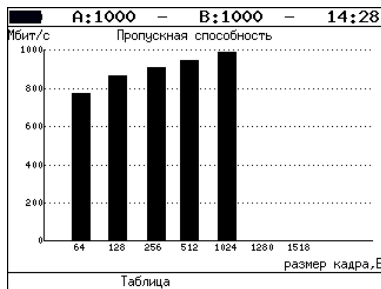


Рис. 7.18. Результаты теста: график

Диаграмма показывает значения пропускной способности (в Мбит/с) для каждого заданного в настройках размера пакета данных.

7.6.2 Задержка распространения. Результаты анализа

- Таблица.

A:1000 LAT B:1000 LAT 00:03			
Задержка			
Кадр	Нагр. %	Время, мс	Тест
64	100.00	0.001	Готово
128	100.00	0.001	Готово
256	0.84	0.001	Готово
1024	100.00	0.001	Выполняя
1518	---	---	Жду
1500	---	---	Жду
T: 253.096		R: 253.096 MB	
Стоп		График	

Рис. 7.19. 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».

- График.

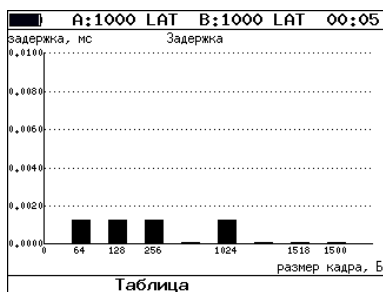


Рис. 7.20. Результаты теста: график

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

7.6.3 Уровень потерь кадров. Результаты анализа

- Таблица.

Потери кадров		
Кадр	Нагр. %	Потери. %
64	100	18.5830
64	90	7.0022
64	80	10.4815

Старт График Данные

Рис. 7.21. Результаты теста: таблица

В таблице для каждого размера пакета (в байтах) и соответствующей загрузки канала (в %) отображается значение уровня потерь (в %).

- График.

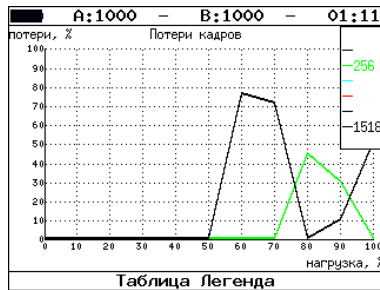


Рис. 7.22. Результаты теста: график

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

7.6.4 Предельная нагрузка. Результаты анализа

- Таблица.

A:1000 - B:1000 - 14:00		
Предельная нагрузка		
Кадр	Время, с	
64	9,00	Готово
256	10,00	Готово
1024	10,00	Готово
1518	10,00	Готово
T: 1276,638 R: 1276,638 MB		
Старт	График	Данные

Рис. 7.23. Результаты теста: таблица

В таблице для каждого размера пакета отображается время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.

- График.

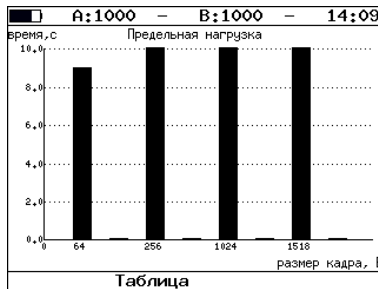





Рис. 7.24. Результаты теста: график

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

7.6.5 Сохранение результатов измерений

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

Для сохранения данных:

- выберите номер, под которым хотите сохранить измерения;
- нажмите ;
- введите имя записи;
- нажмите ;
- нажмите  («Сохранить»).

Для загрузки сохранённых результатов измерений и параметров тестов:

- выберите номер записи;
- нажмите  («Загрузка»).

7.7 Шлейф (Loopback)

Для тестирования сетей по методике RFC 2544, а также для решения ряда других задач необходима функция организации шлейфов — Loopback. Функция Loopback позволяет выполнять тестирование сети без изменения её настроек. Тестирование может быть реализовано на разных 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; существует возможность подстановки других (заданных пользователем) MAC-адресов. Ведётся статистика по принимаемому и передаваемому трафику.
- На **сетевом уровне (L3)** все входящие пакеты перенаправляются обратно, при этом меняются местами IP-адреса отправителя и получателя; существует возможность подстановки других (заданных пользователем) IP-адресов. Ведётся статистика по принимаемому и передаваемому трафику.



Рис. 7.25. Меню «Шлейф»

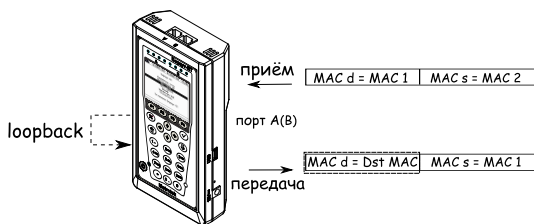
- **Порт** — выбор порта (A или B), на котором будет организована функция Loopback.
- **Тип** — выбор уровня, на котором будет происходить перенаправление тестового трафика:
 - 1 — физический;
 - 2 — канальный (MAC);
 - 3 — сетевой (IP).
- **ОАМ** — переход к меню «ОАМ».

7.7.1 Настройка шлейфа второго уровня



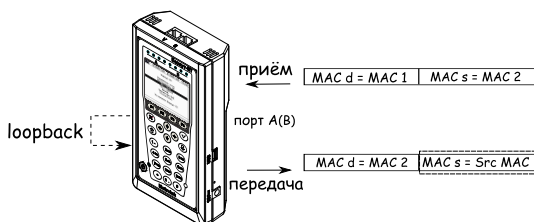
Рис. 7.26. Меню «Параметры уровня 2»

- **Обмен MAC** — включение/выключение режима, при котором MAC-адреса отправителя и получателя в проходящих пакетах меняются местами.
- **Замена MAC** — выбор режима замены MAC-адресов:
 - **Выкл** — замена MAC-адресов выключена;
 - **Отправитель** — замена поля «Source MAC Address» («MAC-адрес отправителя»), см. рис. 7.28;
 - **Получатель** — замена поля «Destination MAC Address» («MAC-адрес получателя»), см. рис. 7.27;
 - **Оба** — замена полей «Source MAC Address» и «Destination MAC Address», см. рис. 7.29.
- **Отправитель** — позволяет задать MAC-адрес, который будет подставлен в поле «Source MAC Address» Ethernet-пакета.
- **Получатель** — позволяет задать MAC-адрес, который будет подставлен в поле «Destination MAC Address» Ethernet-пакета.
- **Замена VLAN** — выбор режима замены VLAN-меток:
 - **Выкл** — замена VLAN-меток выключена;
 - **ID** — замена поля «VLAN ID» («Идентификатор VLAN»);
 - **Приоритет** — замена поля «VLAN priority» («Приоритет трафика»);
 - **ID+Приоритет** — замена полей «VLAN ID» и «VLAN priority».
- **ID** — позволяет задать значение, которое будет подставлено в поле «VLAN ID» Ethernet-пакета.
- **Приоритет** — позволяет задать значение, которое будет подставлено в поле «VLAN priority» Ethernet-пакета.



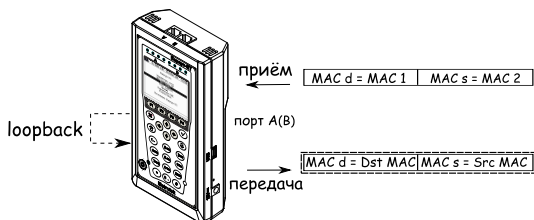
Dst MAC – MAC-адрес получателя, заданный пользователем.

Рис. 7.27. Режим замены «Получ.»



Src MAC – MAC-адрес отправителя, заданный пользователем.

Рис. 7.28. Режим замены «Отпр.»



Dst MAC – MAC-адрес получателя, заданный пользователем.

Src MAC – MAC-адрес отправителя, заданный пользователем.

Рис. 7.29. Режим замены «Оба»

7.7.2 Настройка шлейфа третьего уровня

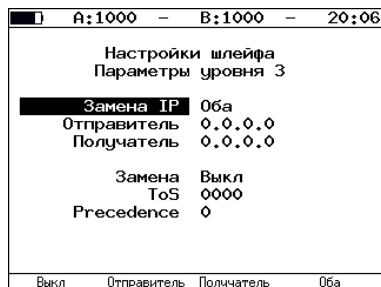


Рис. 7.30. Меню «Параметры уровня 3»

- **Замена IP** — выбор режима замены IP-адресов:
 - **Выкл** — замена IP-адресов выключена;
 - **Отправитель** — замена поля «Source IP address» («IP-адрес отправителя»), см. рис. 7.31;
 - **Получатель** — замена поля «Destination IP address» («IP-адрес получателя»), см. рис. 7.32;
 - **Оба** — замена полей «Source IP address» и «Destination IP address», см. рис. 7.33.
- **Отправитель** — позволяет задать IP-адрес, который будет подставлен в поле «Source IP address» Ethernet-пакета.
- **Получатель** — позволяет задать IP-адрес, который будет подставлен в поле «Destination IP address» Ethernet-пакета.
- **Замена** — выбор режима замены полей ToS:
 - **Выкл** — замена полей «Type of Service» («Тип обслуживания») и «Precedence» («Приоритет») выключена;
 - **ToS** — замена поля «Type of Service»;
 - **Prec** — замена поля «Precedence»;
 - **ToS+Prec** — замена полей «Type of Service» и «Precedence».
- **ToS** — позволяет задать значение, которое будет подставлено в поле «Type of Service» Ethernet-пакета.
- **Precedence** — позволяет задать значение, которое будет подставлено в поле «Precedence» Ethernet-пакета.



Рис. 7.31. Режим замены «Отпр.»



Рис. 7.32. Режим замены «Получ.»



Рис. 7.33. Режим замены «Оба»

7.8 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[8] (известный также как «Ethernet in the First Mile (EFM) OAM» — «Ethernet OAM на «первой миле»).

ОАМ (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. Оба устройства должны поддерживать стандарт IEEE 802.3ah и быть непосредственно соединены.

Важной функцией протокола ОАМ является возможность запуска режима «Шлейф» на удалённом устройстве.

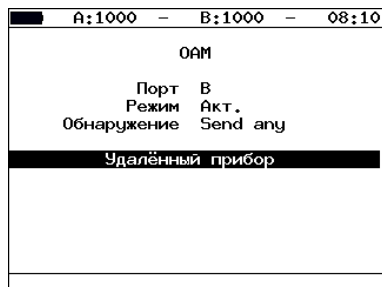


Рис. 7.34. Меню «ОАМ»

- **Порт** — выбор порта для настройки ОАМ.
- **Режим** — возможные состояния ОАМ:
 - **Акт.** — 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 ОАМ от удалённого устройства;
 - **Пасс.** — пассивный режим; в пассивном режиме порт не может инициировать включение функции «Шлейф», а может только реагировать на команды Ethernet ОАМ от удалённого устройства;
 - **Выкл** — ОАМ отключён.
- **Обнаружение** — состояние обнаружения удалённого сетевого устройства.
- **Удалённый прибор** — переход к экрану «Удалённый прибор».

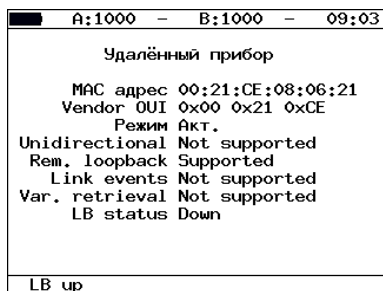


Рис. 7.35. Экран «Удалённый прибор»

- **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 шлейфа⁴.
- **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.

При нажатии на клавишу **F1** происходит включение/выключение режима «Шлейф» на удалённом приборе.

7.9 Тесты TCP/IP

Тесты, описанные в данном разделе, необходимы при проведении тестирования через маршрутизируемые сети. С их помощью можно обнаружить проблемы, связанные с конфигурацией сети, убедиться в достижимости узла сети, определить маршруты следования данных, проверить работоспособность и оценить загруженность каналов передачи данных.

7.9.1 Эхо-запрос (Ping)

Инструмент Ping (эхо-тестирование)⁵ используется для проверки достижимости определённого адреса внутри или за пределами подсети. Программа посылает запросы заданному узлу сети и фиксирует поступающие

⁴Успешное соединение с удалённым прибором возможно только в том случае, если прибор поддерживает данную функцию.

⁵В базовую конфигурацию не входит. Доступен при дополнительном заказе опции.

ответы. Эта процедура основывается на IP- и ICMP-протоколах пересылки дейтаграмм, позволяет проверить работоспособность и определить загруженность каналов передачи данных и промежуточных устройств.

A:1000 - B:1000 - 20 14	
Настройки эхо-запроса	
Порт	A
IP адрес	192.168.2.2
Размер пакета	56
Количество	20
Время ожидания	1000
Пауза	1000
A	B Автоматически

Рис. 7.36. Настройки теста Ping

- **Порт** — выбор порта, с которого будет осуществляться передача данных. Если установлено значение «Автоматически», выбор порта производится автоматически.
- **IP адрес** — IP-адрес узла, достижимость которого необходимо проверить.
- **Размер кадра** — размер отправляемого кадра в байтах.
- **Количество** — количество отправляемых пакетов (от 0 до 9999). Если выбрано нулевое значение, пакеты будут отправляться до тех пор, пока не будет нажата клавиша **F1** («Стоп»).
- **Время ожидания** — время ожидания ответа на эхо-запрос (в мс).
- **Пауза** — время между отправкой двух последовательных запросов (в мс).

A:1000 - B:1000 - 20 18		
Эхо-запрос (192.168.2.2)		
Адрес	№ зап.	Время, мс
192.168.2.2	0	19
192.168.2.2	1	11
192.168.2.2	2	11
192.168.2.2	3	11
192.168.2.2	4	12
192.168.2.2	5	12
192.168.2.2	6	11
192.168.2.2	7	11
192.168.2.2	8	11
192.168.2.2	9	11
Старт	Статистика	Настройки

Рис. 7.37. Результаты теста Ping

- **Адрес**— IP-адрес, с которого пришёл ответ на эхо-запрос.

- № запроса — порядковый номер пакета.
- Время — время между отправкой запроса и получением ответа.

A:1000 - B:1000 - 20 43	
Статистика эхо-запросов	
Время ответа	
минимум	10 мс
максимум	19 мс
среднее	10 мс
отправлено	13
получено	13
потеряно	0 (0%)
повторные	0
Старт	Запрос
Настройки	

Рис. 7.38. Статистика теста Ping

В статистике отображается информация о минимальном, среднем, максимальном времени между отправкой запроса и получением ответа, а также о количестве переданных, принятых, потерянных и повторных (с одинаковым порядковым номером) пакетов.

7.9.2 Маршрут (Traceroute)

Инструмент Traceroute (трассировка маршрута в сети)⁶ используется для определения маршрутов следования данных в сетях на основе TCP/IP. Программа отправляет указанному узлу сети последовательность дейтаграмм, при этом отображая сведения о всех промежуточных маршрутизаторах, через которые прошли данные на пути к конечному узлу. Таким образом, инструмент Traceroute позволяет диагностировать все промежуточные пункты на пути передачи потока данных в сети.

A:1000 - B:1000 - 20:46	
Настройки маршрута	
Порт	Автоматически
IP адрес	192.168.2.2
Макс. число уз	30
Размер пакета	40
Время ожидания	1000
A	B Автоматически

Рис. 7.39. Настройки теста Traceroute

⁶В базовую конфигурацию не входит. Доступен при дополнительном заказе опции.

- **Порт** — выбор порта, с которого будет осуществляться передача данных. Если установлено значение «Автоматически», выбор порта производится автоматически.
- **IP адрес** — IP-адрес узла.
- **Макс. число уз** — максимальное количество маршрутизаторов, которое может быть пройдено пакетами.
- **Размер кадра** — размер кадра в байтах.
- **Время ожидания** — время, по истечении которого будет отправлен следующий запрос (в случае, если не пришёл ответ на предыдущий).

Маршрут (72.14.207.99)		
Узел	IP адрес	время,мс
1	192.168.222.100	7
2	195.131.127.1	7
3	10.45.72.1	23
4	195.131.241.4	20
5	195.131.252.4	24
6	193.232.246.232	32
7	216.239.43.242	52
8	209.85.254.153	73

Рис. 7.40. Результаты теста Traceroute

- **Узел** — номер промежуточного узла.
- **IP адрес** — IP-адрес промежуточного узла.
- **время** — время ожидания ответа.

7.9.3 DNS (DNS lookup)

DNS (Domain Name System — система доменных имён) — распределённая база данных, способная по запросу, содержащему доменное имя узла, сообщить его IP-адрес. Функция DNS lookup (поиск на сервере имён)⁷ помогает обнаружить ошибки в работе NS-серверов.

DNS lookup выполняется для указанного имени узла. Если IP-адрес определить не удалось, все биты IP-адреса будут равны нулю.

⁷В базовую конфигурацию не входит. Доступна при дополнительном заказе опции.

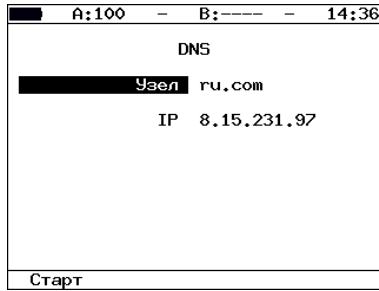


Рис. 7.41. Настройки теста DNS lookup

- **Узел** — имя узла, IP-адрес которого необходимо определить.
- **IP** — полученный в результате проведения теста IP-адрес узла, имя которого задано выше.

7.9.4 TCP-клиент

Функция «TCP-клиент»⁸ позволяет проверить, отвечает ли сервер на HTTP-запросы. С помощью метода HTTPGET возможно получение содержимого указанного ресурса.

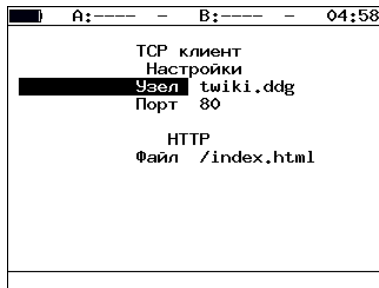


Рис. 7.42. Настройки теста «TCP-клиент»

- **Узел** — доменное имя или IP-адрес узла;
- **Порт** — номер порта назначения;
- **Файл** — имя файла, содержимое которого будет показано в окне результатов в случае успешного запроса.

⁸В базовую конфигурацию не входит. Доступна при дополнительном заказе опции.

■	A:-----	B:-----	04:47
TCP клиент			
Server: Apache/2.0.55 (Debian) DAV/2 SVN/1.4.0 PHP/4.4.4-1 mod_ssl/2.0.55 OpenSSL/0.9.8c			
Content-Length: 208			
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1			
<!DOCTYPE PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 2.0//EN">			
<html><head>			
<title>404 Not Found</title>			
</head><body>			
<h1>Not Found</h1>			
<p>The requested URL /index.html was not found on this server.</p>			
</body></html>			
Socket is not connected			
Открыть		Настройки	

Рис. 7.43. Пример выполнения теста «TCP-клиент»

7.10 Транзит

В режиме «Транзит» прибор включается в разрыв соединения между двумя сетевыми устройствами. Трафик, приходящий на порт А(В) отправляется на порт В(А), пример подключения показан на рис. 7.44.

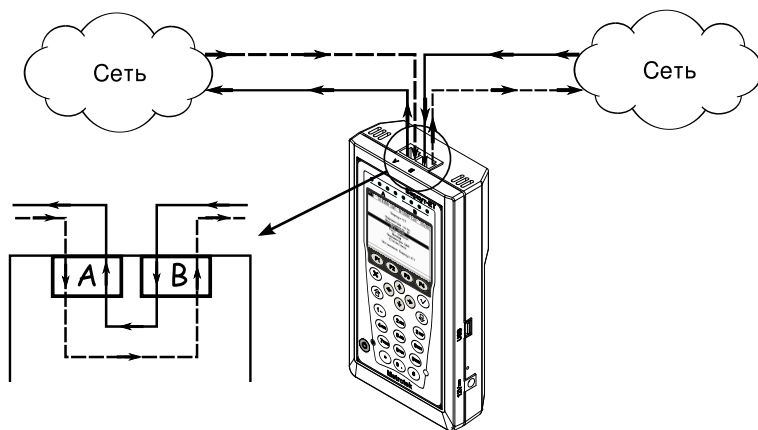


Рис. 7.44. Пример подключения в режиме «Транзит»

При передаче данных с порта на порт осуществляется сбор статистических данных о проходящем трафике. Результаты доступны в меню «Статистика».



Рис. 7.45. Меню «Транзит»

При нажатии на клавишу **F3** (Статистика) осуществляется переход к меню просмотра статистических данных о проходящем трафике.

При подсчёте статистики по уровням повреждённые пакеты не учитываются.

7.11 Диагностика медного кабеля

Функциональные клавиши

F1 (Старт) — запуск теста.

При нажатии на клавиши **F3** (А) и **F4** (В) производится выбор порта, к которому подключён тестируемый кабель.

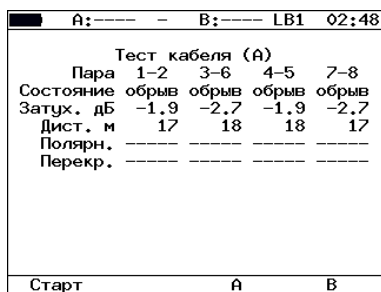


Рис. 7.46. Экран «Тест кабеля»

Данный тест позволяет определить состояние и параметры кабеля.

- **Состояние** — состояние порта (подключён/короткое замыкание/обрыв).
- **Затух.** — численное значение затухания сигнала.
- **Дист.** — расстояние до дефекта.
- **Полярн.** — полярность витых пар.

- **Перекр.** — перекрёстное включение витых пар (MDI/MDI-X).

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

7.12 BERT

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

Тестирование может быть реализовано на четырёх уровнях модели OSI.

- На **физическом уровне** данные отправляются частями с определённым межкадровым интервалом (IFG — Interframe Gap). В этом случае тестирование проводится с порта А (В) на порт В (А) (см. рис. 7.53) или используется функция «Шлейф» (см. рис. 7.54).

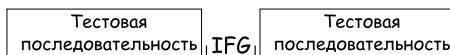


Рис. 7.47. Кадр физического уровня

- На **канальном уровне** данные инкапсулируются в Ethernet-кадр, 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. 7.55, 7.56, 7.57.

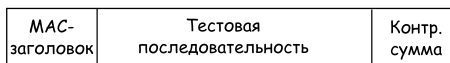


Рис. 7.48. Кадр канального уровня

- 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. 7.55, 7.56, 7.57.

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

Рис. 7.49. Кадр сетевого уровня

- На **транспортном уровне** данные инкапсулируются в UDP-заголовок, а затем в IP-заголовок и в Ethernet-кадр, что позволяет передать тестовую последовательность с использованием транспортных протоколов. Способы подключения прибора к тестируемой сети показаны на рис. 7.55, 7.56, 7.57.

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

Рис. 7.50. Кадр транспортного уровня

A:1000 BER				B:1000 BER				21:01			
BERT											
ET		00:01:40		RT		00:58:20					
BITS		6.468e+06		EBITS		0.000e+00		BER		0.000e+00	
LSS		0		%LSS		0.000					
LOS		0		%LOS		0.000					
Настройки											
Стоп											

Рис. 7.51. 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;
- **LSS** — время, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности;

- **%LSS** — отношение времени, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности, к времени, прошедшему с начала теста (в процентах);
- **LOS** — время, в течение которого сигнал отсутствовал;
- **%LOS** — отношение времени, в течение которого сигнал отсутствовал, ко времени, прошедшему с начала теста (в процентах);
- **Настройки** — переход к меню «Настройки BERT».



Рис. 7.52. Меню «Настройки BERT»

- **Уровень** — выбор уровня модели OSI, на котором будет проводиться тест:
 - 1 — физический уровень;
 - 2 — канальный уровень;
 - 3 — сетевой уровень;
 - 4 — транспортный уровень.
- **Тип посл.** — выбор стандартной или задаваемой пользователем тестовой последовательности.
- **Польз.** — ввод пользовательской последовательности.
- **Кадр** — ввод размера кадра данных.
- **Нагрузка (Кб/с)** — ввод требуемой нагрузки.
- **Время изм.** — задание времени измерения.
- **Топология тестов** — переход к меню «Топология тестов».
- **Заголовок** — переход к меню «Заголовок».

Последовательности, используемые для тестирования, соответствуют рекомендации ITU-T O.150 [7].

Таблица 7.4. 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 $64 \times N$ кбит/с, где N — целое число).
2e15-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 1544, 2048, 6312, 8448, 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	Для определения ошибок (при передаче данных на высоких скоростях (более 139 264 кбит/с)).
2e31-1	

7.12.1 Варианты подключения

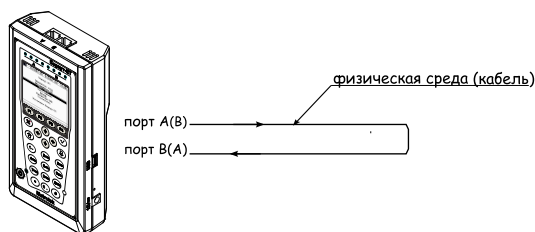


Рис. 7.53. Тестирование на физическом уровне (вариант 1)

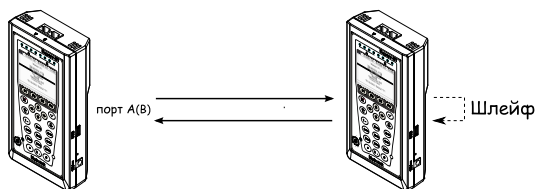


Рис. 7.54. Тестирование на физическом уровне (вариант 2)

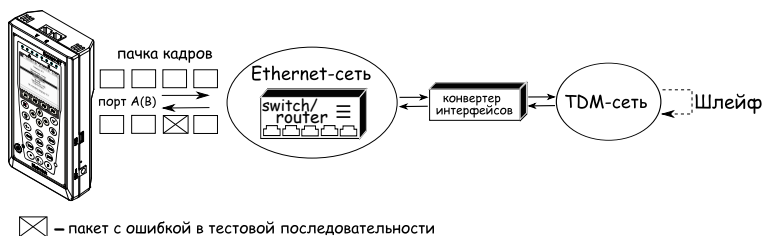


Рис. 7.55. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 1)



Рис. 7.56. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 2)

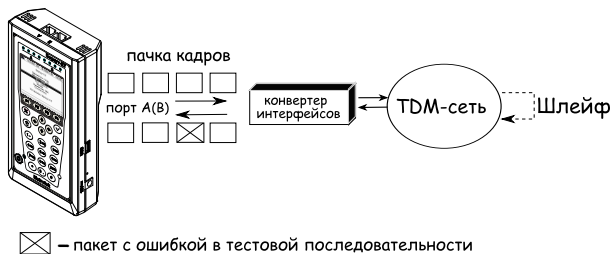


Рис. 7.57. Тестирование на канальном/сетевом уровне (вариант 3)

7.13 Пакетный джиттер

Важной задачей при тестировании Ethernet-сетей является определение пакетного джиттера. В соответствии с методикой RFC 4689 [6], 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. Функция анализа пакетного джиттера является опцией⁹.

A:1000 - B:1000 - 21:10			
Пакетный джиттер			
Отчёт			
ET	00:00:19	RT	00:00:41
PKTs	2.984e+07		
OOOPs	2.000e+00	%OOOPs	0.000
INOPs	2.984e+07	%INOPs	100.000
	< 100 ms	%PKTs	100.000
	>= 100 ms	%PKTs	0.000
Настройки			
Старт		Распределение	

Рис. 7.58. Экран «Пакетный джиттер. Отчёт»

- **ET** — время, прошедшее с начала теста;
- **RT** — время, оставшееся до окончания теста;
- **PKTs** — общее количество принятых пакетов;
- **OOOPs** — количество пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были отправлены;
- **%OOOPs** — процент от общего количества принятых пакетов;
- **INOPs** — количество пакетов, принятых в том же порядке, в котором они были отправлены;
- **%INOPs** — процент от общего количества принятых пакетов;
- **< ms % PKTs** — количество пакетов (процент от общего числа принятых пакетов), джиттер которых был меньше заданного порога;
- **>= ms % PKTs** — количество пакетов (процент от общего числа принятых пакетов), джиттер которых был больше или равен заданному порогу;
- **Настройки** — переход к меню «Пакетный джиттер. Настройки».

При нажатии на клавишу **F1** («Старт») начинается определение джиттера пакетов, поступающих на порт, выбранный в меню «Пакетный

⁹В базовую конфигурацию не входит. Доступна при дополнительном заказе опции.

джиттер. Настройки». При нажатии на клавишу **F2** («Распред.») осуществляется переход к экрану, содержащему информацию о распределении джиттера.

Пакетный джиттер Распределение		
Джиттер, мс		Пакеты, %
(0,000, 1,250)		100,000
(1,250, 2,500)		0,000
(2,500, 3,750)		0,000
(3,750, 5,000)		0,000
(5,000, 6,250)		0,000
(6,250, 7,500)		0,000
(7,500, 8,750)		0,000
(8,750, 10,000)		0,000
(10,000, ...)		0,000
Старт	Отчёт	

Рис. 7.59. Экран «Пакетный джиттер. Распределение»

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

Пакетный джиттер Настройки	
Порт	A
Порог, мс	100
Длительность	00:01:00
Тестовый поток	
A	B

Рис. 7.60. Меню «Пакетный джиттер. Настройки»

- **Порт** — выбор порта, на котором будет происходить измерение джиттера;
- **Порог, мс** — пороговое значение джиттера;
- **Длительность** — время измерения джиттера;
- **Тестовый поток** — переход к меню «Тестовый поток».

7.14 Тестовый поток

Функция генерации тестового потока применяется при измерении джиттера. Схемы подключения прибора в этом случае аналогичны схеме, показанной на рис. 7.61.

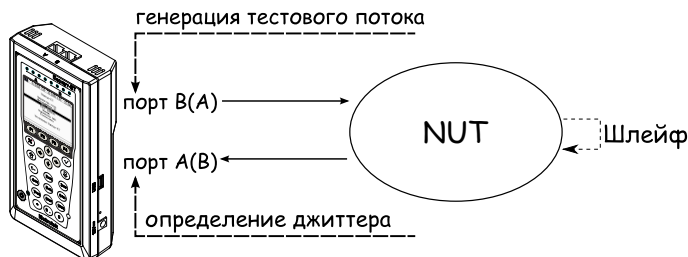


Рис. 7.61. Измерение джиттера

A:1000 GEN B:1000 - 21 30			
Тестовый поток			
Отправка	Вкл		
Порт	А		
Кадр	64		
Длительность	00:01:00		
Нагрузка	100 %		
Заголовок			
ET	00:00:42	RT	00:00:18
Выкл	Вкл		

Рис. 7.62. Меню «Тестовый поток»

- **Отправка** — включение/выключение генерации тестового потока;
- **Порт** — выбор порта, с которого будет происходить генерация трафика;
- **Кадр** — размер кадра (любое значение в пределах от 64 до 1518 байт);
- **Длительность** — время, в течение которого будет происходить генерация трафика;
- **Нагрузка** — величина нагрузки задаётся в процентах от скорости тестового потока (**F1**) или в кбит/с (**F2**);
- **Заголовок** — переход к меню «Заголовок»;
- **ET** — время, прошедшее с начала генерации трафика;
- **RT** — время, оставшееся до завершения генерации трафика.

7.15 Статистика

Для переключения между экранами используйте клавиши  и .

Функциональные клавиши

F1 (Сброс) — сброс статистики.

Во всех экранах, кроме экрана «Статистика», при нажатии на клавиши

F3 (A) и **F4** (B) производится выбор порта.

7.15.1 Сводная статистика по двум портам

A:1000 LAT B:1000 LAT 00:10			
Статистика			
	Порт A	Порт B	
Rx кадры	157	132904591	
Tx кадры	136079961	159	
Rx байты	10048	1450938158	
Tx байты	2579635870	10168	
Сброс			

Рис. 7.63. Экран «Статистика»

- **Rx кадры** — количество принятых кадров.
- **Tx кадры** — количество переданных кадров.
- **Rx байты** — число принятых байтов.
- **Tx байты** — число переданных байтов.

7.15.2 Статистика по типам кадров

A:1000 FRL B:1000 FRL 00:12			
Статистика по типам кадров (A)			
тип	Rx	Tx	
Broadcast	0	0	
Multicast	0	0	
Unicast	166	221732329	
Pause	0	0	
Сброс A B			

Рис. 7.64. Экран «Статистика по типам кадров»

- **Broadcast** — кадры с широковещательной адресацией.
- **Multicast** — кадры с групповой адресацией.
- **Unicast** — кадры с единичной адресацией.
- **Pause** — кадры паузы.
- **Rx** — число принятых кадров.
- **Tx** — число переданных кадров.

7.15.3 Статистика по размерам кадров

A:100 - B:---- - 14:37		
Стат. по размерам кадров (A)		
размер	Rx	Tx
< 64	0	0
64	69	109296457
65..127	53	67
128..255	13	0
256..511	0	23407389
512..1023	0	0
1024..1518	0	10389988
> 1518	0	0
Сброс	A	B

Рис. 7.65. Экран «Статистика по размерам кадров»

- **размер** — размер кадра (в байтах).
- **Rx** — число принятых кадров.
- **Tx** — число переданных кадров.

7.15.4 Статистика по уровням

A:1000 FRL B:1000 FRL 00:16		
Статистика по уровням (A)		
уров.	Rx	Tx
2	169	412713553
3	0	412748362
Сброс	A	B

Рис. 7.66. Экран «Статистика по уровням»

- **уров. 2** — количество принятых (Rx) и переданных (Tx) кадров на канальном уровне.

- **уров. 3** — количество принятых (Rx) и переданных (Tx) кадров на сетевом уровне.

7.15.5 Статистика: ошибки кадров

A:1000 FRL		B:1000 FRL		00:17	
Статистика: ошибки кадров (A)					
				Rx	
CRC				0	
Runt				0	
Jabber				0	
Сброс		A	B		

Рис. 7.67. Экран «Статистика: ошибки кадров»

- **CRC** — количество принятых кадров, имеющих ошибочную контрольную сумму.
- **Runt** — количество принятых пакетов данных длиной менее 64 байт с правильной контрольной последовательностью.
- **Jabber** — количество принятых пакетов данных размером более 1518 байт, имеющих неправильную контрольную сумму.

7.16 Параметры сети

A:100		B:----		14:38	
Параметры сети					
Порт A					
				Выкл	
				ДНСР	
IP адрес				192.168.222.189	
Маска подсети				255.255.255.0	
Порт B					
				Выкл	
				ДНСР	
IP адрес				192.168.2.2	
Маска подсети				255.255.255.0	
				Шлюз	192.168.222.100
				DNS	192.168.222.100
Выкл		Вкл			

Рис. 7.68. Меню «Параметры сети»

- **Порт А:**

- **DHCP** — при включении этой функции IP-адрес порта А, маска подсети, IP-адрес шлюза и IP-адрес узла, который содержит базу DNS, будут предоставлены тестеру сервером DHCP автоматически;
- **IP-адрес** — IP-адрес порта А;
- **Маска подсети** — определяет, какая часть IP-адреса, указанного в предыдущем пункте, относится к адресу сети, а какая — к адресу узла в сети.

- **Порт В:**

- **DHCP** — при включении этой функции IP-адрес порта В, маска подсети, IP-адрес шлюза и IP-адрес узла, который содержит базу DNS, будут предоставлены тестеру сервером DHCP автоматически;
- **IP-адрес** — IP-адрес порта В;
- **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.

7.17 Параметры интерфейсов



Рис. 7.69. Меню «Параметры интерфейсов»

- **Порт** — выбор порта для настройки;
- **Скорость** — выбор скорости передачи данных ¹⁰;

¹⁰Если выбрано значение «Автоматически», то происходит автоматическое определение скорости передачи.

- **MAC адрес** — MAC-адрес порта, параметры которого настраиваются¹¹;
- **VLAN** — включение/выключение настройки параметров VLAN;
- **ID** — 12-битный идентификатор VLAN, представляет собой число от 0 до 4095;
- **Приоритет** — поле, которое определяет приоритет трафика (см. табл. 7.1).

Примечание: в случае использования SFP-модулей скорость передачи данных всегда устанавливается равной 1 Гб/с.

7.18 Настройки прибора

7.18.1 Настройка дисплея



Рис. 7.70. Меню «Дисплей и пр.»

- **Яркость индик.** — изменение яркости светодиодов.
- **Яркость** — изменение яркости подсветки экрана.
- **Цветность** — изменение цветности изображения.
- **Контрастность** — изменение контрастности изображения.
- **Звук клавиш** — включение/выключение звука нажатия клавиш.
- **LCD автовыкл.** — в поле можно задавать следующие значения автоматического выключения подсветки: Выкл, 20 с, 40 с, 60 с; для увеличения времени автономной работы выберите минимальное значение.
- **Автовыключение** — в поле можно задавать следующие значения автоматического выключения прибора: Выкл, 1, 5, 10 минут.

¹¹При нажатии на клавишу **F1** (Заводской) в качестве MAC-адреса подставляется заводской MAC-адрес прибора, указанный в меню «Информация».

7.18.2 Основные настройки

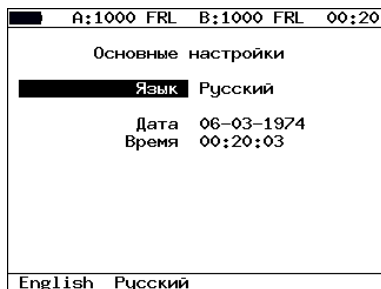


Рис. 7.71. Меню «Основные настройки»

- **Язык** — смена языка интерфейса.
- **Дата** — ввод или выбор текущей даты.
- **Время** — ввод или выбор текущего времени.

7.18.3 Информация

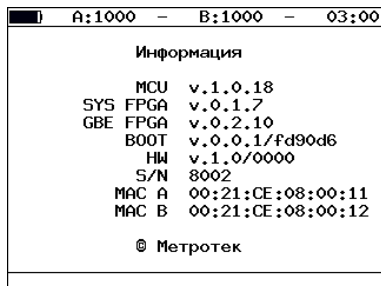


Рис. 7.72. Экран «Информация»

На экране отображаются номера версий программного обеспечения, серийный номер, MAC-адреса портов прибора.

7.18.4 Информация о SFP



Рис. 7.73. Экран «Информация о SFP-модуле»

На экране отображается информация о производителе, модели и поддерживаемом режиме передачи данных SFP-модуля. Выбор порта производится при нажатии на клавиши **F1** (порт A) и **F2** (порт B).

7.18.5 Аккумулятор

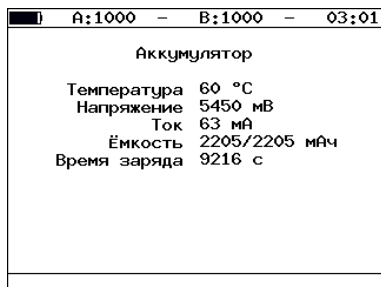


Рис. 7.74. Экран «Аккумулятор»

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).

7.18.6 Порт LAN

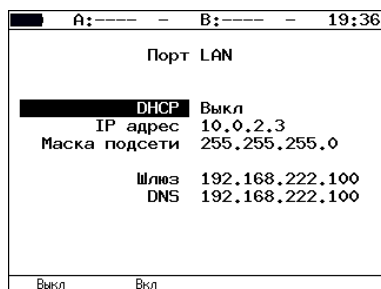


Рис. 7.75. Меню «Порт LAN»

- **DHCP** — при включении этой функции IP-адрес порта и маска подсети будут предоставлены тестеру сервером DHCP автоматически.
- **IP адрес** — IP-адрес порта LAN.
- **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, указанный в меню «Параметры сети».
- **DNS** — IP-адрес узла сети, который содержит базу DNS, указанный в меню «Параметры сети».

7.18.7 Управление опциями

Опциями являются функции прибора **Беркут-ЕТ**, 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. приложение В).

Таблица 7.5. Опции

Опция	Описание
ETIP	Диагностика сетей TCP/IP (маршрутизация, доступность узлов, DNS).
ETWEB	Тестирование HTTP-соединений (требует опции ETIP).
ETJT	Измерение пакетного джиттера.
ETRC	Удалённое управление прибором по протоколу TELNET и через WWW-интерфейс.

8. УДАЛЁННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Прибор **Беркут-ЕТ** предоставляет возможность связи с персональным компьютером (ПК) через интерфейс USB 1.1/2.0 или порт LAN.

Для подключения прибора к ПК через USB-интерфейс необходимо предварительно установить драйвер Virtual COM Port.

Внимание! Установка драйвера необходима для корректной инициализации прибора в Вашей системе.

Загрузите последнюю версию VCP драйвера с сайта компании «FTDI Chip» <http://www.ftdichip.com> и извлеките файлы из архива в любой удобный каталог.

Ссылка на файлы инсталляции необходимого драйвера для различных операционных систем: <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

8.1 Управление в режиме терминала

Взаимодействие с прибором может обеспечиваться как стандартными средствами ОС Windows 95/98/XP/2000/2003 — программой **HyperTerminal**, так и терминальными программами сторонних производителей.

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

8.1.1 Настройка параметров подключения

1. Убедитесь, что питание прибора включено.
2. Подключите анализатор **Беркут-ЕТ** к USB-порту компьютера с помощью кабеля, входящего в комплект поставки.
3. В случае использования программы **HyperTerminal**, входящей в стандартную поставку ОС Windows, выполните следующее.
 - Создайте новое подключение (меню «Файл» ⇒ «Новое подключение»).
 - Задайте имя подключения.

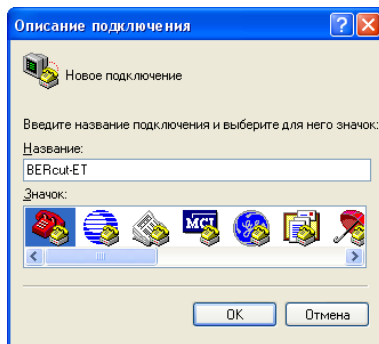


Рис. 8.1. Выбор имени соединения

- Определите, каким СОМ-портом в системе является подключенный **Беркут-ЕТ**, обратившись к стандартному приложению «Диспетчер устройств» («Мой компьютер» ⇒ «Свойства» ⇒ «Оборудование» ⇒ «Диспетчер устройств»).

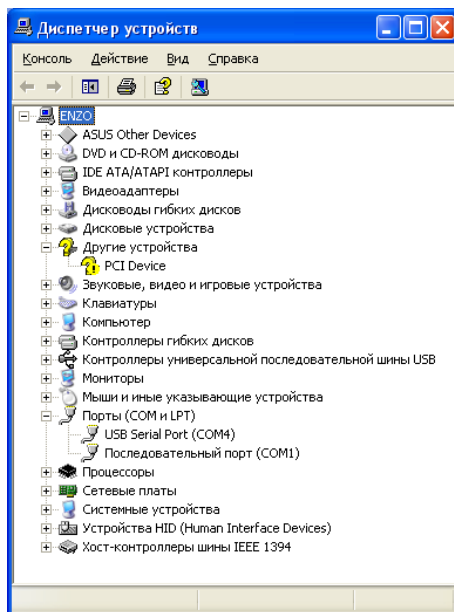


Рис. 8.2. Окно «Диспетчер устройств»

- Выберите последовательный порт, к которому подключен прибор.

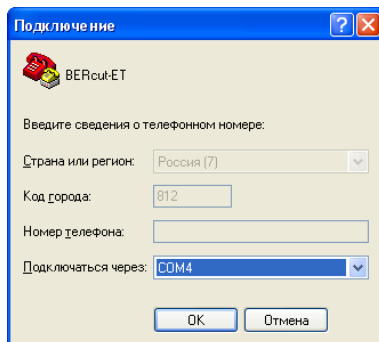


Рис. 8.3. Выбор номера COM-порта

- Установите следующие параметры последовательного порта.

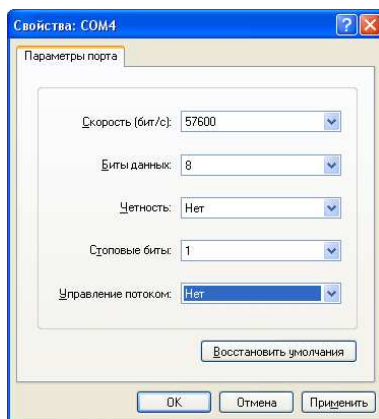


Рис. 8.4. Параметры порта

- После нажатия кнопки «ОК» **HyperTerminal** попытается установить соединение с прибором **Беркут-ЕТ**. Для проверки соединения введите команду «AT», прибор должен ответить «OK».

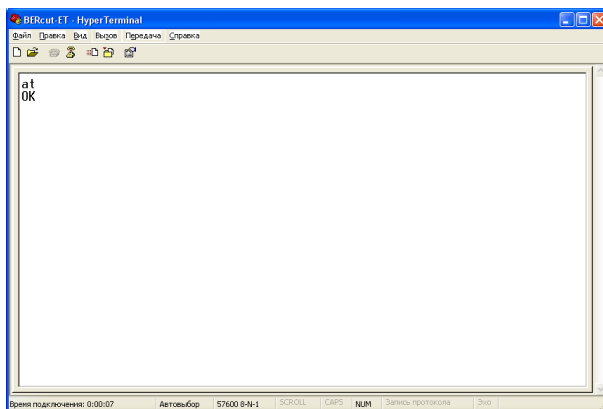


Рис. 8.5. Соединение установлено

После успешного установления соединения с тестером пользователь может управлять прибором, используя команды, описанные в приложении В.

8.1.2 Обновление версий ПО прибора

Внимание! Некорректные действия во время операций по обновлению программного обеспечения могут привести прибор к состоянию частичной неработоспособности, восстановление можно будет произвести только в сервисном центре.

Последние версии ПО для прибора **Беркут-ЕТ** доступны в сети Интернет (<http://www.metrotek.spb.ru>). Номера текущих версий программного обеспечения представлены в меню «Информация» («Установки Беркут-ЕТ» ⇒ «Информация»). Обновлять микрокоды FPGA и программу MCU можно в любой последовательности или выполнять только одну из этих операций, если обновление другой части не требуется.

8.1.2.1 Обновление микрокодов FPGA

1. Установить соединение с компьютером по USB (см. раздел 8.1.1). Проверить соединение командой AT.
2. Ввести команду ATR.
Выбрать «system FPGA» или «expansion FPGA».
В меню программы **HyperTerminal** «Transfer» ⇒ «Send File» в окне «Filename» указать путь к файлу микрокода FPGA (расширение .rpd) и в окне «Protocol» выбрать «Xmodem». Нажать кнопку «Send».

Время перезаписи — 1 минута для «system FPGA» или 4 минуты для «expansion FPGA». Если изображение на экране восстановилось — процесс перезаписи прошёл успешно.

8.1.2.2 Обновление программы MCU

1. Установить соединение с компьютером по USB (см. раздел 8.1.1). Проверить соединение командой AT.
2. Ввести команду ATR.
Выбрать «MCU».

В меню программы **HyperTerminal** «Transfer» ⇒ «Send File» в окне «Filename» указать путь к файлу программы MCU (расширение .bin) и в окне «Protocol» выбрать «Xmodem». Время перезаписи — 1 минута. Если изображение на экране восстановилось — процесс перезаписи прошёл успешно.

***Примечание:** если версия программы MCU несовместима с версиями микрокодов system FPGA и expansion FPGA, после завершения обновления прибор выдаст предупреждение и ожидаемую версию программного обеспечения. В этом случае следует изменить текущую версию программы на ожидаемую.*

8.2 Удалённое управление через TELNET

TELNET (Telecommunication Network) — протокол для доступа к удалённому сетевому устройству. Этот протокол позволяет пользователю ПК взаимодействовать с прибором, находящимся на другом конце соединения. С помощью команд, представленных в приложении В, возможно осуществлять настройку тестов, просматривать существующие настройки и выполнять тестирование.

Удалённое управление через TELNET является опцией¹. Для управления **Беркут-ЕТ** по протоколу TELNET необходимо подключиться к прибору через порт A(B) или порт LAN, в консольном терминале ввести команду «telnet IP-адрес порта».

Имя пользователя и пароль (по умолчанию) — admin.

¹В базовую конфигурацию не входит. Доступно при дополнительном заказе опции.

8.3 Удалённое управление через WWW-интерфейс

Удалённое управление² позволяет просматривать и сохранять на ПК результаты и настройки основных тестов. Для просмотра результатов необходимо подключиться к прибору через порт A(B) или LAN порт и в адресную строку веб-браузера ввести IP-адрес соответствующего порта.

Metrotek

BERcut-ET
Gigabit Ethernet Analyzer

[RFC2544](#) [BERT](#) [Jitter](#)

RFC2544 test report ([download](#))

Started : 01-01-1970 00:02:27
Stoped : 23-10-2071 14:41:04

Configuration

MAC : 00:21:CE:08:00:01 -> 00:21:CE:08:00:02
IP address : 192.168.222.199 -> 192.168.222.164
VLAN : -
IP : ToS 0000; precedence 0
UDP : 60000/50000
Frames : 1024
Throughput : 25s; rate 100%
Latency : disabled
Frame Loss : disabled
Back-to-back : disabled

Results

Throughput	Frame	%	Mb/s	Frm/s	Status
1024	----	----	----	----	Pending

Latency	Frame	Rate,%	Time,ms	Status
1024	-----	-----	-----	Pending

Frame loss	Frame	Rate,%	Loss,%
1024	-----	-----	-----

Back-to-back	Frame	Time,s	Status
1024	----	-----	Pending

© 2008 [STC Metrotek](#), [Metrotek](#)

Рис. 8.6. Результаты тестов по методике RFC 2544

²В базовую конфигурацию не входит. Доступно при дополнительном заказе опции.

А. СТРУКТУРА ETHERNET-КАДРА

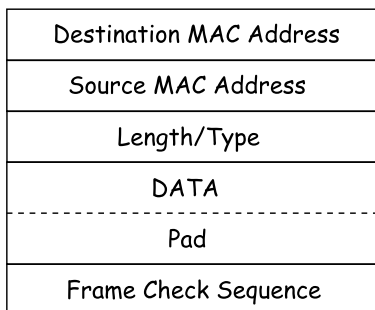


Рис. А.1. Структура Ethernet-кадра

- **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.

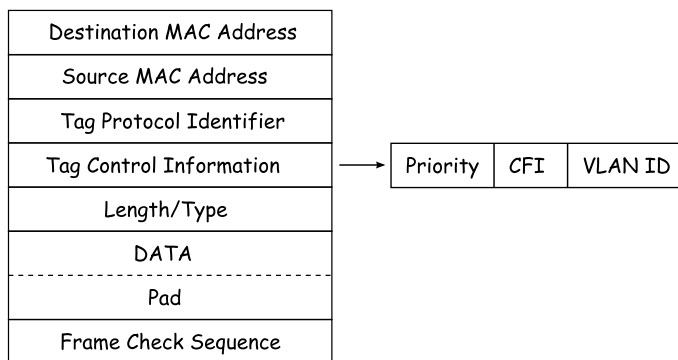


Рис. А.2. Структура Ethernet-кадра, содержащего VLAN-метку

- **Tag Protocol Identifier** — метка «Идентификатор протокола». 16 бит, которые определяют принадлежность кадра к стандарту 802.1Q [1].
- **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([1])).
 - **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 определён в стандарте 802.1Q [1]. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр.

В. КОМАНДЫ УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Таблица В.1. Команды удалённого управления (консольный терминал)

Команда	Описание
AT	пустая команда, используется для проверки соединения
ATR	перезагрузка прибора
ATM1	вывод результатов и настроек тестов по методике RFC 2544
ATM2	вывод результатов и настроек теста BERT
ATM3	вывод результатов и настроек измерения пакетного джиттера
ATI	вывод информации о приборе
ATH	вывод справки по командам
ATS	ввод ключа (число в десятичном виде) для активации опций, ключ вводится сразу после «ats» (без пробела)
ATC	переход в режим, в котором возможна настройка и запуск тестов (опционально)

Таблица В.2. Команды удалённого управления (TELNET)

Команда	Информация, выводимая в консоль
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 enabled	значение параметра VLAN (Вкл/Выкл)
show rfc2544 header vlan id	значение идентификатора VLAN
show rfc2544 header vlan prior	значение приоритета трафика
show rfc2544 header precedence	значение приоритета кадра
show rfc2544 header tos	тип обслуживания пакета
show rfc2544 topology port tx	порт передачи данных
show rfc2544 topology port rx	порт приёма данных
show rfc2544 frames user enabled	задан или не задан пользовательский размер кадра
show rfc2544 frames user val	размер кадра, заданный пользователем
show rfc2544 frames 64	выбран ли кадр размером 64 байта

Таблица В.2. Команды удалённого управления (TELNET) *продолжение*

show rfc2544 frames 128	выбран ли кадр размером 128 байт
show rfc2544 frames 256	выбран ли кадр размером 256 байт
show rfc2544 frames 512	выбран ли кадр размером 512 байт
show rfc2544 frames 1024	выбран ли кадр размером 1024 байт
show rfc2544 frames 1280	выбран ли кадр размером 1280 байт
show rfc2544 frames 1518	выбран ли кадр размером 1518 байт
show rfc2544 throughput duration	длительность пробы для анализа пропускной способности
show rfc2544 throughput enabled	будет ли выполняться тест определения пропускной способности
show rfc2544 throughput maxrate	величина нагрузки для анализа пропускной способности
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
show rfc2544 frameloss enabled	будет ли выполняться анализ уровня потерь кадров
show rfc2544 frameloss duration	длительность пробы для анализа уровня потерь кадров
show rfc2544 backtoback enabled	будет ли выполняться анализ предельной нагрузки
show rfc2544 backtoback count	количество проб для анализа предельной нагрузки
show rfc2544 backtoback duration	длительность пробы для анализа предельной нагрузки
show network a dhcp	включена ли функция DHCP для порта А
show network a ip	IP-адрес порта А
show network a subnetmask	маска подсети для порта А
show network b dhcp	включена ли функция DHCP для порта В
show network b ip	IP-адрес порта В
show network b subnetmask	маска подсети для порта В
show network gateway	IP-адрес шлюза
show network dns	IP-адрес узла сети, который содержит базу данных DNS
show gbe a speed	скорость передачи данных для порта А
show gbe b speed	скорость передачи данных для порта В
configure	переход в режим конфигурации
rfc2544 start	запуск тестов по методике RFC 2544
rfc2544 stop	останов всех тестов по методике RFC 2544
rfc2544 show	результаты тестов по методике RFC 2544
ping	запуск теста «эхо-запрос»
exit	выход из командного режима
reboot	перезагрузка прибора
help	список доступных команд

Таблица В.3. Команды удалённого управления (TELNET). Режим конфигурации

Команда	Действие
rfc2544 header src udp <int>	установка номера UDP-порта отправителя
rfc2544 header src mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса отправителя
rfc2544 header src ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса отправителя
rfc2544 header dst udp <int>	установка номера UDP-порта получателя
rfc2544 header dst mac <XX:XX:XX:XX:XX:XX>	установка MAC-адреса получателя
rfc2544 header dst ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса получателя
rfc2544 header vlan enabled < off on >	включение/выключение параметра VLAN
rfc2544 header vlan id <int>	установка значения идентификатора VLAN
rfc2544 header vlan prior <int>	установка значения приоритета трафика
rfc2544 header precedence <int>	установка значения приоритета кадра
rfc2544 header tos < 0000 1000 0100 0010 0001 >	установка типа обслуживания пакета
rfc2544 topology port tx < a b >	установка порта передачи данных
rfc2544 topology port rx < a b >	установка порта приёма данных
rfc2544 frames user enabled < no yes >	запрет/разрешение пользовательского размера кадра данных
rfc2544 frames user val <int>	установка произвольного размера кадра
rfc2544 frames 64 < no yes >	выбор кадра размером 64 байта
rfc2544 frames 128 < no yes >	выбор кадра размером 128 байт
rfc2544 frames 256 < no yes >	выбор кадра размером 256 байт
rfc2544 frames 512 < no yes >	выбор кадра размером 512 байт
rfc2544 frames 1024 < no yes >	выбор кадра размером 1024 байта
rfc2544 frames 1280 < no yes >	выбор кадра размером 1280 байт
rfc2544 frames 1518 < no yes >	выбор кадра размером 1518 байт
rfc2544 throughput duration <int>	установка длительности пробы для анализа пропускной способности
rfc2544 throughput enabled < no yes >	запрет/разрешение выполнения анализа пропускной способности
rfc2544 throughput maxrate <int>	установка величины нагрузки для анализа пропускной способности
rfc2544 latency enabled < no yes >	запрет/разрешение выполнения анализа задержки распространения
rfc2544 latency count <int>	установка количества проб для анализа задержки распространения
rfc2544 latency duration <int>	установка длительности пробы для анализа задержки распространения
rfc2544 frameloss enabled < no yes >	запрет/разрешение выполнения анализа уровня потерь кадров
rfc2544 frameloss duration <int>	установка длительности пробы для анализа уровня потерь кадров
rfc2544 backtoback enabled < no yes >	запрет/разрешение выполнения анализа предельной нагрузки

Таблица В.3. Команды удалённого управления (TELNET) *продолжение*

rfe2544 backtoback count <int>	установка количества проб для анализа предельной нагрузки
rfe2544 backtoback duration <int>	установка длительности пробы для анализа предельной нагрузки
network a dhcp < off on >	включение/выключение функции DHCP для порта А
network a ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса порта А
network a subnetmask <i.i.i.i>	установка маски подсети для порта А
network b dhcp < off on >	включение/выключение функции DHCP для порта В
network b ip <i.i.i.i>	установка IP-адреса порта В
network b subnetmask <i.i.i.i>	установка маски подсети для порта В
network gateway <i.i.i.i>	установка IP-адреса шлюза
network dns <i.i.i.i>	установка IP-адреса сети, который содержит базу DNS
gbe a speed < automatic 10 100 1000 >	выбор скорости передачи данных для порта А
gbe b speed < automatic 10 100 1000 >	выбор скорости передачи данных для порта В
exit	выход из режима конфигурации
help	вывод списка доступных команд

С. СПЕЦИФИКАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИБОРА

Таблица С.1. Спецификации **Беркут-ЕТ**

Дисплей	Цветной графический дисплей, 320×240 точек
Клавиатура	Плёночная (25 клавиш)
Интерфейс для подключения к компьютеру	USB-клиент
Напряжение внешнего источника питания	12 В
Потребляемый ток	Не более 1,5 А
Аккумуляторные элементы	NiMH с номинальным напряжением 4,8 В и ёмкостью 4300 мАч
Элементы защиты по электропитанию	Защита от перенапряжений
	Внутренний предохранитель 5 А
Интерфейсы Gigabit Ethernet	2×10/100/1000Base-T и SFP
Интерфейсы управления	USB, LAN 10/100 Ethernet

Таблица С.2. Технические возможности **Беркут-ЕТ**

Тестирование в соответствии с методикой RFC 2544	Доступные тесты: Throughput (пропускная способность), Frame Loss (уровень потерь кадров), Back-to-Back (предельная нагрузка), Latency (задержка).
	Размеры кадров: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 и 1518 байт, задаваемый пользователем.
IP-тесты	Ping (Эхо-тест), Traceroute (Маршрут), DNS lookup (поиск на сервере имён), TCP-клиент.
Организация шлейфа (loopback)	Шлейф на физическом (PHY), канальном (MAC) и сетевом (IP) уровнях с поддержкой VLAN с возможностью замены полей.
Тест кабеля	Тест медного кабеля на обрыв, короткое замыкание, определение расстояния до точки обрыва.
BERT	Тест позволяет определить основной битовый показатель качества канала — «bit error rate» (коэффициент битовых ошибок).

Таблица С.2. Технические возможности **Беркут-ЕТ**: продолжение

Пакетный джиттер	Измерение пакетного джиттера, отображение результатов в виде таблиц. Используется для оценки возможности сети передавать чувствительный к задержкам трафик.
Удалённое управление	Управление прибором в режиме терминала, по протоколу TELNET, через WWW-интерфейс. Выполнение тестов, настройка параметров, получение результатов измерений.

D. УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Таблица D.1. Возможные неисправности

Характерные признаки неисправности	Возможная причина	Метод устранения
Некорректное системное время	Была нажата кнопка аппаратного сброса	Установить системное время через меню «Прибор» ⇒ «Базовые настройки»
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 прибора рядом с разъёмом питания 12 В
Не происходит заряд батареи от внешнего блока питания	Неисправен блок питания, обрыв в штекере, повреждена батарея	Проверить и при необходимости заменить блок питания, батарею

Е. ГЛОССАРИЙ

10Base-T

Стандарт передачи данных со скоростью 10 Мбит/с по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».

100Base-T (100Base-TX)

Стандарт передачи данных со скоростью 100 Мбит/с по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».

1000Base-T

Стандарт передачи данных со скоростью 1000 Мбит/с (1 Гбит/с) по сети Ethernet с использованием кабеля типа «витая пара».

Back-to-back

Предельная нагрузка. Тест, определяющий время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.

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. Он определен в RFC 826 [3].

Auto-negotiation

Автосогласование. Процедура, обеспечивающая автоматическое определение скорости и режима соединения.

CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий). Технология множественного доступа к общей передающей среде в локальной сети с контролем коллизий, используется в сетях Ethernet.

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.

DUT

Device Under Test. Тестируемое устройство.

EIR

Excess Information Rate. Форсированная скорость передачи данных.

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.

Full-duplex

Дуплексный режим. Режим, при котором передача данных может производиться одновременно с приёмом.

Gateway

Шлюз. Сетевое устройство, позволяющее соединить между собой две или более разнотипные сетевые системы и преобразующее информационные потоки, передающиеся между ними.

Half-duplex

Полудуплексный режим. Режим, при котором передача ведётся в обоих направлениях, но с разделением по времени, то есть в каждый момент времени передача ведётся только в одном направлении.

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.

Jumbo-фрейм

Пакет данных размером более 1518 байт. Формат такого кадра аналогичен формату стандартного кадра, но содержит более длинное поле данных, что обеспечивает лучшее соотношение между числом служебных байтов и числом байтов данных и, соответственно, более эффективную передачу информации.

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.

LD

Latency Deviation. Девиация задержки.

LoT

Latency over Time. Распределение задержки во времени.

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.

MDI

Medium Dependent Interface (интерфейс, зависящий от передающей

среды). Порт Ethernet-устройства, дающий возможность сетевым концентраторам и коммутаторам подключаться к другим концентраторам без использования кроссоверного кабеля.

MDI-X

Medium Dependent Interface with Crossover (интерфейс, зависящий от передающей среды с перекрёстным соединением). Ethernet-интерфейс RJ-45, используемый в сетевых коммутаторах и концентраторах.

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.

SFP

Small Form-factor Pluggable. Компактный приёмопередатчик, применяемый для передачи данных в телекоммуникациях. Используется для

присоединения платы сетевого устройства к оптоволокну или неэкранированной витой паре, выступающих в роли сетевого кабеля.

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.

TDM

Time Division Multiplexing (мультиплексирование с разделением по времени). Технология передачи данных, использующая временное уплотнение каналов; предусматривает передачу каждого потока данных по каналу связи в течение фиксированного промежутка времени.

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 [1]. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр.

VLAN Priority

Три бита, которые содержат информацию о приоритете кадра. Возможно восемь значений приоритета ([1]).

Групповая адресация

В режиме групповой адресации пакеты передаются определённой группе получателей.

Единичная адресация

Такая адресация означает, что данные передаются единственному адресату, адрес которого явно указывается.

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.

Сетевой коммутатор

Устройство, используемое для соединения нескольких узлов компьютерной сети. Передаёт данные непосредственно получателю.

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 опера-

ции 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.

Широковещательная адресация

Форма передачи данных, при которой пакеты данных передаются всем станциям, которые находятся в локальной сети.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Networks.
- [2] RFC 791, Postel, J., «Internet Protocol», DARPA, September 1981.
- [3] RFC 826, Plummer, D., «Ethernet Address Resolution Protocol or converting network protocol addresses to 48.bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware», November 1982.
- [4] RFC 1349, Almquist, P., «Type of Service in the Internet Protocol Suite», July 1992.
- [5] RFC 2544, «Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices», S. Bradner and J. McQuaid, March 1999.
- [6] RFC 4689, «Terminology for Benchmarking Network-layer Traffic Control Mechanisms», S. Poretsky, October 2006.
- [7] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment».
- [8] IEEE 802.3ah, «Ethernet in the First Mile Task Force».

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- BERT, 52
- DNS lookup, 48
- Loopback, 39
- Ping, 45
- Traceroute, 47
- Джиттер, 57
- Задержка, 22
- Меры безопасности, 11
- Методика RFC 2544, 21
- Настройки прибора, 64
- Параметры
 - back-to-back, 33
 - latency, 32
 - throughput, 32
 - потери кадров, 33
- Предельная нагрузка, 24
- Пропускная способность, 21
- Результаты анализа
 - задержка распространения, 35
 - предельная нагрузка, 37
 - пропускная способность, 34
 - уровень потерь кадров, 36
- Статистика
 - по двум портам, 60
 - по ошибочным кадрам, 62
 - по размерам кадров, 61
 - по типам кадров, 60
 - по уровням, 61
- Структура Ethernet-кадра, 75
- Схемы подключения, 25
- Уровень потерь кадров, 23
- Условия эксплуатации
 - допустимые условия, 14
 - нормальные условия, 14
- Шлейф, 39
 - второго уровня, 40
 - третьего уровня, 42

ПАСПОРТ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Тестер-анализатор Ethernet/Gigabit Ethernet **Беркут-ЕТ** соответствует требованиям нормативного документа «РД 45.176-2001 Аппаратура связи, реализующая функции коммутации кадров в локальной сети на уровне звена данных. Технические требования».

1.2. Предприятие-изготовитель:

ООО «НТЦ-Метротек»
105023, Москва,
Электrozаводская ул., 52
Тел.: (495) 961-0071, (812) 560-2919
www.metrotek.ru
www.metrotek.spb.ru

2. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ

2.1. Тестер-анализатор Ethernet/Gigabit Ethernet **Беркут-ЕТ**, серийный номер _____, изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией и признан годным для эксплуатации.

Начальник ОТК

М. П.

личная подпись

Фрост М.А.

расшифровка подписи

число, месяц, год

3. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

3.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества тестера требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий и правил транспортирования, хранения и эксплуатации, указанных эксплуатационной документацией.

3.2. Гарантийный срок эксплуатации — 12 месяцев с момента ввода тестера в эксплуатацию, но не более 18 месяцев с момента отгрузки потребителю.

Гарантийный срок хранения — 6 месяцев со дня изготовления тестера.

3.3. Предприятие-изготовитель обязано в течение срока гарантии производить безвозмездно замену или ремонт тестера, в том числе если в течение этого срока потребителем будет обнаружено несоответствие требованиям технических условий.

Внимание! Без предъявления паспорта претензии к качеству работы тестера не принимаются и гарантийный ремонт не производится.

Дата реализации тестера _____

М. П.

Поставщик _____
подпись

4. СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

4.1. В случае отказа тестера в работе или неисправности его в период гарантийных обязательств, а также обнаружения некомплектности при первичной приёмке тестера потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта и отправки изделия изготовителю.

В акте должны быть указаны следующие данные:

- обозначение тестера, заводской номер, дата выпуска и дата ввода в эксплуатацию;
- наличие заводских пломб;
- характер дефекта (или некомплектности).

Акт высылается по адресу, указанному в пункте 1.2 Паспорта.

4.2. Рекламацию на тестер не предъявляют:

- по истечении гарантийного срока;
- при нарушении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения, предусмотренных руководством по эксплуатации.