

**Беркут-ММТ**  
**Модуль анализа Ethernet/Gigabit Ethernet**  
**B5-GBE**

---

Руководство по эксплуатации  
Версия 1.0.0-1, 2011

Никакая часть настоящего документа не может быть воспроизведена, передана, преобразована, помещена в информационную систему или переведена на другой язык без письменного разрешения производителя. Производитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления вносить изменения, не влияющие на работоспособность модуля В5-GBE, в аппаратную часть или программное обеспечение, а также в настоящее руководство по эксплуатации.

---

# Оглавление

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Условные обозначения и сокращения</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Общие сведения</b>                                       | <b>9</b>  |
| 2.1      | Область применения . . . . .                                | 9         |
| 2.2      | Основные возможности . . . . .                              | 9         |
| <b>3</b> | <b>Комплект поставки</b>                                    | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>Меры безопасности</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>5</b> | <b>Внешний вид модуля V5-GBE</b>                            | <b>15</b> |
| <b>6</b> | <b>Установка модуля V5-GBE в прибор</b>                     | <b>19</b> |
| <b>7</b> | <b>Графический интерфейс</b>                                | <b>21</b> |
| 7.1      | Обзор . . . . .   | 21        |
| 7.2      | Получение сводки об измерениях и настройках . . . . .       | 22        |
| 7.3      | Индикатор времени тестирования . . . . .                    | 22        |
| 7.4      | Ввод информации . . . . .                                   | 23        |
| <b>8</b> | <b>Диагностика состояния интерфейсов</b>                    | <b>25</b> |
| <b>9</b> | <b>Подключение к NUT/DUT</b>                                | <b>27</b> |
| 9.1      | Выбор схемы подключения . . . . .                           | 27        |
| 9.2      | Выбор топологии тестирования . . . . .                      | 31        |
| 9.2.1    | Топология $A \Rightarrow B$ ( $B \Rightarrow A$ ) . . . . . | 32        |
| 9.2.2    | Топология $A \Rightarrow A$ ( $B \Rightarrow B$ ) . . . . . | 33        |
| 9.3      | Настройка тестовых пакетов . . . . .                        | 34        |
| 9.3.1    | Установка IP- и MAC-адресов . . . . .                       | 35        |
| 9.3.2    | Автоматическая подстановка IP- и MAC-адресов                | 36        |

---

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 9.3.3     | Определение MAC-адреса получателя . . . . .            | 36        |
| 9.3.4     | Выбор размера кадра . . . . .                          | 37        |
| <b>10</b> | <b>RFC 2544. Быстрый старт</b>                         | <b>39</b> |
| <b>11</b> | <b>RFC 2544. Алгоритм проведения тестов</b>            | <b>41</b> |
| <b>12</b> | <b>RFC 2544. Настройка параметров тестов</b>           | <b>43</b> |
| 12.1      | Параметры теста «Пропускная способность» . . . . .     | 44        |
| 12.2      | Параметры теста «Задержка» . . . . .                   | 45        |
| 12.3      | Параметры теста «Потери кадров» . . . . .              | 47        |
| 12.4      | Параметры теста «Предельная нагрузка» . . . . .        | 48        |
| 12.5      | Дополнительные настройки . . . . .                     | 50        |
| <b>13</b> | <b>RFC 2544. Проведение анализа</b>                    | <b>53</b> |
| 13.1      | Старт тестов . . . . .                                 | 54        |
| 13.2      | Определение статуса теста . . . . .                    | 55        |
| 13.3      | Переключение график $\Rightarrow$ таблица . . . . .    | 55        |
| <b>14</b> | <b>RFC 2544. Результаты анализа</b>                    | <b>57</b> |
| 14.1      | Пропускная способность. Результаты анализа . . . . .   | 57        |
| 14.2      | Задержка распространения. Результаты анализа . . . . . | 60        |
| 14.3      | Уровень потерь кадров. Результаты анализа . . . . .    | 62        |
| 14.4      | Предельная нагрузка. Результаты анализа . . . . .      | 65        |
| <b>15</b> | <b>Организация шлейфа</b>                              | <b>67</b> |
| 15.1      | Общие сведения . . . . .                               | 68        |
| 15.2      | Включение шлейфа . . . . .                             | 69        |
| <b>16</b> | <b>Тесты TCP/IP</b>                                    | <b>71</b> |
| 16.1      | Ping . . . . .   | 72        |
| 16.2      | Traceroute . . . . .                                   | 74        |
| 16.3      | ARP . . . . .  | 76        |
| 16.4      | Arping . . . . .                                       | 78        |
| 16.5      | FTP/HTTP . . . . .                                     | 80        |
| <b>17</b> | <b>Настройки портов</b>                                | <b>83</b> |

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>A</b> | <b>RFC 2544. Описание методики</b>      | <b>85</b> |
| A.1      | Анализ пропускной способности . . . . . | 85        |
| A.2      | Анализ задержки . . . . .               | 86        |
| A.3      | Анализ уровня потерь кадров . . . . .   | 87        |
| A.4      | Анализ предельной нагрузки . . . . .    | 88        |
| <b>B</b> | <b>Структура Ethernet-кадра</b>         | <b>89</b> |
| <b>C</b> | <b>Спецификации</b>                     | <b>91</b> |
| C.1      | Интерфейсы . . . . .                    | 91        |
| C.2      | Тестирование . . . . .                  | 91        |
| C.3      | Общие характеристики . . . . .          | 92        |
| <b>D</b> | <b>Устранение неисправностей</b>        | <b>93</b> |
|          | <b>Литература</b>                       | <b>95</b> |



---

## 1. Условные обозначения и сокращения

---

В данном руководстве используются обозначения, приведенные в таблице ниже.

Таблица 1.1. Условные обозначения

| Обозначение        | Комментарий                     |
|--------------------|---------------------------------|
| <b>Примечание:</b> | Важное указание или замечание   |
| Текст              | Обозначение пункта меню прибора |

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

Таблица 1.2. Сокращения

| Сокращение            | Комментарий   |
|-----------------------|---|
| DUT                   | Device under test (Тестируемое устройство)                  |
| NUT                   | Network under test (Тестируемая сеть)                       |
| SLA                   | Service Level Agreement (Соглашение об уровне обслуживания) |
| QoS                   | Quality of Service (Качество обслуживания)                  |
| ПК                    | Персональный компьютер                                      |
| ПО                    | Программное обеспечение                                     |
| L1 (сокр. от layer 1) | Физический уровень модели OSI                               |
| L2 (сокр. от layer 2) | Канальный уровень модели OSI                                |
| L3 (сокр. от layer 3) | Сетевой уровень модели OSI                                  |
| L4 (сокр. от layer 4) | Транспортный уровень модели OSI                             |





---

## 2. Общие сведения

---

Модуль анализа Ethernet/Gigabit Ethernet B5-GBE (далее — модуль, модуль B5-GBE) совместно с прибором Беркут-ММТ предназначен для проведения анализа и диагностического тестирования сетевого оборудования по методике RFC 2544 [1], для оценки состояния кабеля, контроля связности канала. В модуле реализована функция организации шлейфа.

### 2.1 Область применения

- Паспортизация каналов и диагностика неисправностей в сетях, использующих технологию Ethernet/Gigabit Ethernet.
- Проверка соответствия качества предоставляемых услуг соглашению об уровне обслуживания SLA.

### 2.2 Основные возможности

1. Интерфейсы:
  - $2 \times 10/100/1000$  Base-T;
  - $1 \times \text{LAN } 10/100$  Base-T;
  - $1 \times \text{USB } 1.1/2.0$ .
2. Тестирование в соответствии с методикой RFC 2544:
  - пропускная способность;
  - задержка;
  - уровень потерь кадров;
  - предельная нагрузка.
3. Организация шлейфа на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях.



---

### 3. Комплект поставки

---

Таблица 3.1. Комплект поставки

| <b>Наименование</b>   | <b>Кол-во</b> |
|---|---------------|
| Модуль анализа Ethernet/Gigabit Ethernet B5-GBE   | 1             |
| Брошюра «Беркут-ММТ. Модуль анализа Ethernet/Gigabit Ethernet B5-GBE. Руководство по эксплуатации». | 1             |
| Брошюра «Беркут-ММТ. Модуль анализа Ethernet/Gigabit Ethernet B5-GBE. Паспорт»                      | 1             |
| Кабель USB  | 1             |
| Кабель Ethernet   | 1             |



---

## 4. Меры безопасности

---

- До начала работы с модулем В5-GBE следует внимательно изучить настоящее руководство по эксплуатации, назначение внешних разъёмов и составных частей модуля.
- Перед использованием необходимо выдержать модуль в нормальных условиях не менее 2-х часов.
- Условия эксплуатации должны соответствовать условиям, представленным в приложении С.3.
- При эксплуатации модуля должны выполняться общие требования правил пожарной безопасности.
- Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.
- Необходимо оберегать модуль от ударов, попадания влаги и пыли, длительного воздействия прямых солнечных лучей.



## 5. Внешний вид модуля B5-GBE

Вид передней и задней панелей модуля B5-GBE представлен на рис. 5.1 и рис. 5.2.

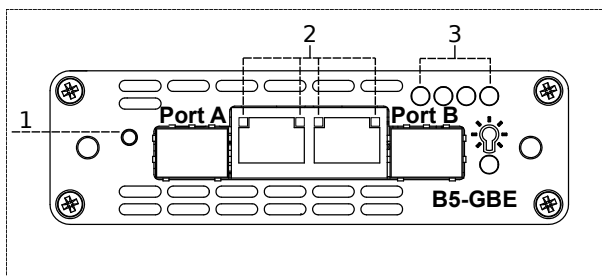


Рис. 5.1. Передняя панель модуля B5-GBE

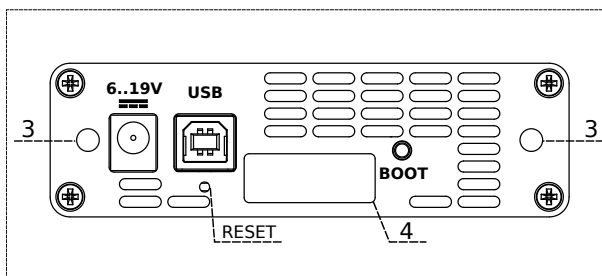



Рис. 5.2. Задняя панель модуля B5-GBE

Таблица 5.1. Описание индикаторов

| Маркировка  | Описание  |
|---|---|
|  | <p>Светодиод, отображающий подключение внешнего питания.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не горит — питание не подано или модуль неисправен (см. раздел D);</li> <li>– горит зелёным — питание подано, модуль в рабочем режиме;</li> <li>– горит красным — питание подано, модуль в нерабочем режиме (см. раздел D).</li> </ul>  |
| рис. 5.1,<br>индикаторы 2   | <p>Индикаторы отображают наличие соединения и приём/передачи пакетов для каждого порта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не горит — соединение не установлено, приём/передача пакетов не осуществляется;</li> <li>– горит зелёным — соединение установлено, выполняется приём/передача пакетов;</li> <li>– горит красным — соединения нет.</li> </ul> <p>Если установлен SFP-модуль, индикаторы не горят. В этом случае для определения состояния порта используются индикаторы, обозначенные на рис. 5.1 цифрой 3.</p> |
| рис. 5.1,<br>индикаторы 3   | <p>Индикаторы отображают наличие соединения и приема/передачи пакетов.</p>  |

Назначение разъёмов и подключаемые к ним устройства приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Описание разъёмов модуля

| Маркировка     | Назначение   | Подключаемое устройство              |
|----------------|--|--------------------------------------|
| Port A, Port B | Разъёмы RJ-45 для подключения к тестируемому устройству или сети Ethernet/Gigabit Ethernet (скорость передачи данных — 10/100/1000 Мбит/с) | Кабель Ethernet                      |
|                | Подключение SFP-модулей  | SFP-модуль с соответствующим кабелем |



Таблица 5.2. Описание разъёмов модуля: продолжение

|                       |                                    |                           |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 6..19V                | Подключение внешнего блока питания | Блок питания <sup>1</sup> |
| USB                   | Подключение к ПК по интерфейсу USB | Кабель USB <sup>2</sup>   |
| рис. 5.2,<br>разъём 4 | Подключение к анализатору          | Анализатор Беркут-ММТ     |

Цифрой 1 на рис. 5.1 обозначена кнопка, зарезервированная для дальнейшего использования.

Цифрой 3 на рис. 5.2 обозначены отверстия для закрепления модуля в приборе с помощью крепёжных винтов.

Кнопка BOOT и кнопка, обозначенная на рис. 5.2 как RESET, служат для обновления прошивки микроконтроллера модуля.

Кнопка RESET также служит для сброса модуля при подключении по USB и/или при наличии внешнего питания.

---

<sup>1</sup>В стандартную комплектацию не входит.

<sup>2</sup>В стандартную комплектацию не входит.

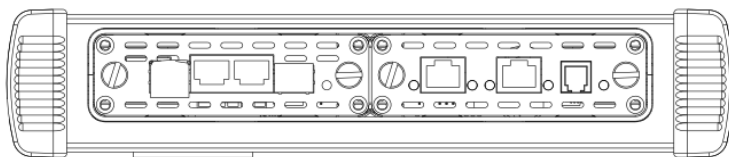


---

## 6. Установка модуля V5-GBE в прибор

---

Верхняя панель прибора Беркут-ММТ имеет два установочных места для сменных модулей.



**Рис. 6.1.** Панель сменных модулей

Для подключения сменного модуля V5-GBE к прибору необходимо вставить модуль в любое свободное установочное место и завернуть крепёжные винты. При установке этикетка модуля должна располагаться лицом к пользователю (если смотреть на переднюю панель прибора).

Модуль определяется анализатором Беркут-ММТ автоматически. После этого загружаются программы, необходимые для настройки и проведения измерений. Загружаются только те программы, которые входят в комплект поставки (в соответствии с приобретёнными опциями).

Для извлечения модуля необходимо отвернуть крепёжные винты и, потянув за них, вынуть модуль из установочного места. После извлечения модуля загруженные ранее программы станут недоступны.

**Примечание:** в момент установки или извлечения модуля V5-GBE прибор Беркут-ММТ может находиться как во включённом, так и в выключенном состоянии.



## 7. Графический интерфейс

### 7.1 Обзор

Главное меню режима измерений «GVE» содержит кнопки перехода к приложениям для проведения анализа и кнопки перехода к настройкам параметров измерений.

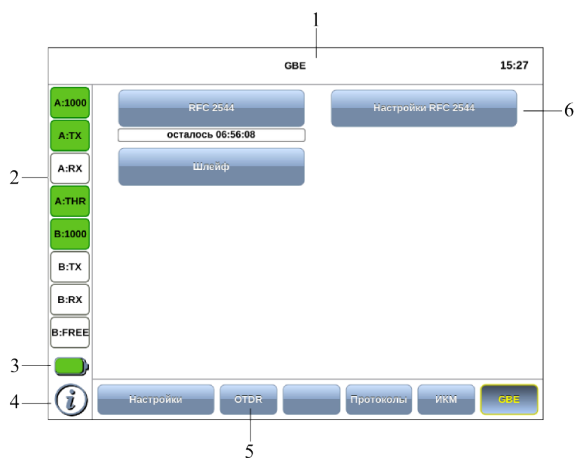




Рис. 7.1. Главное меню

|   |   |
|---|---|
| 1 | Текущий режим измерений.  |
| 2 | Панель индикаторов состояния интерфейсов (см. раздел 8).                          |
| 3 | Иконка состояния батареи <sup>1</sup> .   |
| 4 | Иконка информации об основных настройках тестов (см. раздел 7.2).                 |
| 5 | Кнопки переключения между измерительными модулями и основными режимами измерений. |
| 6 | Кнопки перехода к настройкам параметров измерений и доступным режимам измерений.  |

<sup>1</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».

## 7.2 Получение сводки об измерениях и настройках

Статусная панель отображается при нажатии на кнопку  или  <sup>2</sup> и содержит информацию о настройках основных тестов, а также о состоянии выполняющихся измерений.

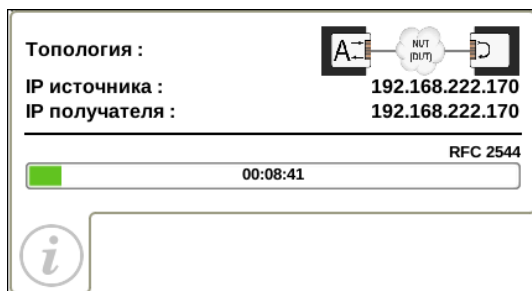
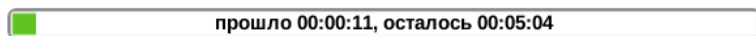


Рис. 7.2. Статусная панель

На панели отображаются индикаторы времени тестирования для всех выполняемых на данный момент измерений, а также настройки топологии и заголовка.

## 7.3 Индикатор времени тестирования

Индикатор времени тестирования отображает время, прошедшее с начала запуска теста, и время, оставшееся до окончания тестирования, в формате «чч:мм:сс».




Цвет индикатора может меняться в процессе анализа в зависимости от статуса теста (см. раздел [13.2](#)):

- зелёный: тестирование проходит успешно;
- красный: произошла ошибка.

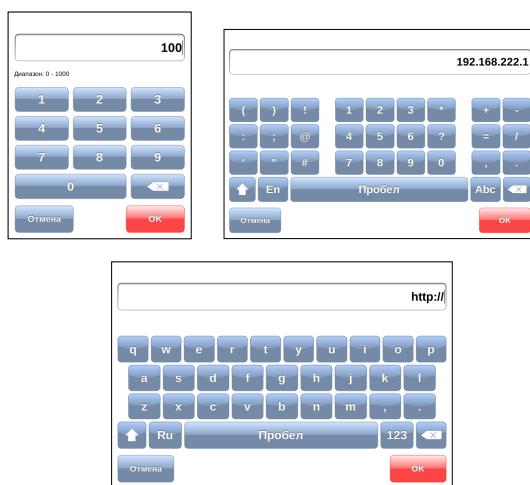
---

<sup>2</sup>Кнопка  расположена на передней панели корпуса прибора.

## 7.4 Ввод информации

При настройке некоторых параметров возникает необходимость ввода какой-либо информации (числа, строки). Для этих целей используется экранная клавиатура и клавиша .




Экранная клавиатура представляет собой вспомогательное окно, которое отображается при нажатии на поля, предназначенные для редактирования.









**Рис. 7.3.** Экранная клавиатура: ввод числовых и буквенных значений

Ввод значений осуществляется при нажатии на клавиши экранной клавиатуры.

Подтвердить введенные значения







Нажать на клавишу . Если введено неверное значение, то после нажатия на клавишу мигает строка с указанием диапазона допустимых значений для данной величины (строка расположена между полем ввода и клавиатурой). В этом случае необходимо ввести верное значение из указанного диапазона. Вместо клавиши  можно использовать клавишу  клавиатуры прибора.

|   |  |
|---|--|
| Отменить ввод информации                  | Нажать на клавишу  : окно экранной клавиатуры закрывается, введённые данные применены не будут.   |
| Стереть введённое значение                | Клавиша  стирает последний введённый символ. Если нажать и удерживать клавишу, будут удалены все введённые символы. Если символы были предварительно выделены, однократное нажатие на клавишу также обеспечит стирание всех символов. |
| Вести заглавную букву                     | Нажать на клавишу  перед тем, как нажать на букву.  |
| Показать буквы                            | Нажать на клавишу  .  |
| Показать цифры, знаки препинания, символы | Нажать на клавишу  .  |
| Переключить раскладку клавиатуры          | Нажать на клавишу  : для ввода станут доступны русские/английские буквы.  |



## 8. Диагностика состояния интерфейсов

При подключении к тестируемой сети, а также при проведении измерений диагностика состояния интерфейсов прибора осуществляется с помощью панели индикаторов (см. рис. 7.1).

| Индикатор   | Цвет    | Состояние                  | Описание  |
|---|---------|----------------------------|---|
| LINK<br><br>    | зелёный | горит постоянно            | соединение с тестируемым оборудованием установлено; на индикаторе отображается значение скорости соединения в Мбит/с (10, 100 или 1000) |
|   | красный | горит постоянно            | соединения нет; на индикаторе отображается слово LINK   |
| TX<br>   | зелёный | мигает или горит постоянно | идёт передача пакетов   |
|   | —       | не горит                   | передача пакетов не осуществляется  |
| RX<br>   | зелёный | мигает или горит постоянно | идёт приём пакетов  |
|   | —       | не горит                   | приём пакетов не осуществляется   |
| TEST<br><br> | зелёный | горит постоянно            | проводится тестирование или включен режим «Шлейф»; на индикаторе отображается аббревиатура текущего режима измерений                    |
|   | —       | не горит                   | режим «Шлейф» выключен, тестирование не проводится; на индикаторе отображается слово FREE   |

Текущий режим измерений обозначается аббревиатурой на индикаторе TEST:

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| THR (throughput) | Анализ пропускной способности. |
| LAT (latency)    | Анализ задержки.               |
| FRL (frame loss) | Анализ уровня потерь кадров.   |

---

|                        |   |
|------------------------|---|
| BTB (back-to-back)     | Анализ предельной нагрузки.               |
| LB1 (loopback layer 1) | Шлейф на физическом (первом) уровне.      |
| LB2 (loopback layer 2) | Шлейф на канальном (втором) уровне.       |
| LB3 (loopback layer 3) | Шлейф на сетевом (третьем) уровне.        |
| LB4 (loopback layer 4) | Шлейф на транспортном (четвёртом) уровне. |

---

## 9. Подключение к NUT/DUT

### 9.1 Выбор схемы подключения

Для проведения анализа следует подключить прибор к тестируемому устройству/сети в соответствии с одной из схем, приведённых ниже.

**Примечание:** при подключении к тестируемой сети диагностика состояния интерфейсов прибора осуществляется с помощью панели индикаторов (см. раздел 8).

В случае тестирования сетей, содержащих устройства, работающие на канальном уровне модели OSI<sup>1</sup>, прибор Беркут-ММТ подключают в соответствии со схемой, приведённой на рис. 9.1. В этом случае генерируемый прибором трафик должен быть перенаправлен обратно посредством организации шлейфа. При этом во входящих пакетах меняются местами MAC-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт.

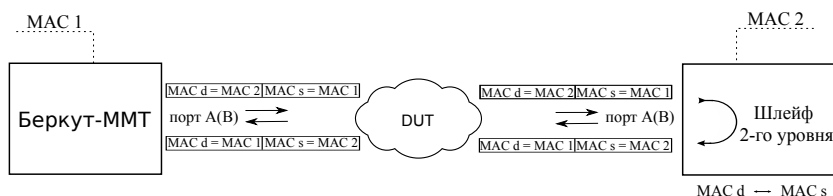


Рис. 9.1. Вариант подключения 1

В случае тестирования сетей, содержащих устройства, работающие на сетевом уровне модели OSI<sup>2</sup>, Беркут-ММТ подключают в соответствии с аналогичной схемой, приведённой на рис. 9.2. В отличие от предыдущего случая, во входящих пакетах меняются местами и MAC- и IP-адреса отправителя и получателя, и трафик возвращается на исходный порт.

<sup>1</sup>Например, сетевой коммутатор (switch).

<sup>2</sup>Например, маршрутизатор (router).

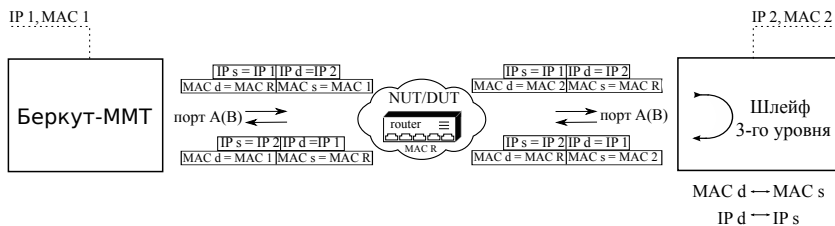


Рис. 9.2. Вариант подключения 2

В случае тестирования сетей, содержащих устройства, способные маршрутизировать IP-трафик, можно использовать два порта (рис. 9.3). В этом случае пакеты перенаправляются на другой порт прибора при помощи маршрутизатора.

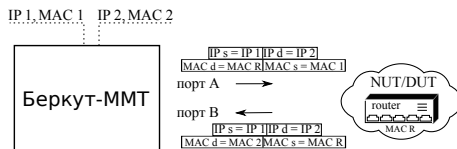


Рис. 9.3. Вариант подключения 3

Также Беркут-ММТ может быть подключён к сетевому концентратору, такое подключение показано на рис. 9.4.

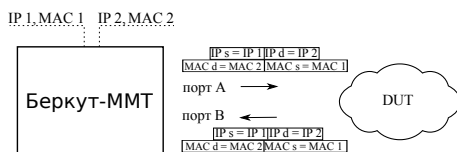


Рис. 9.4. Вариант подключения 4

На схемах подключения введены следующие обозначения:

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| MAC s | MAC-адрес отправителя    |
| MAC d | MAC-адрес получателя     |
| IP s  | IP-адрес отправителя     |
| IP d  | IP-адрес получателя      |
| MAC r | MAC-адрес маршрутизатора |

---

|        |  |
|--------|--|
| MAC 1  | MAC-адрес прибора Беркут-ММТ   |
| IP 1   | IP-адрес прибора Беркут-ММТ. На рис. 9.3 и рис. 9.4 IP 1 — IP-адрес сети, в которой находится порт А прибора.  |
| MAC 2  | MAC-адрес удалённого устройства, выполняющего функцию перенаправления трафика (шлейф)  |
| IP 2   | IP-адрес удалённого устройства, выполняющего функцию перенаправления трафика (шлейф). На рис. 9.3 и рис. 9.4 IP 2 — IP-адрес сети, в которой находится порт В прибора. |
| switch | Сетевой коммутатор   |
| router | Маршрутизатор  |

---



## 9.2 Выбор топологии тестирования

Настройка топологии для проведения тестов выполняется на вкладке «Топология» в режиме «Настройки RFC 2544».

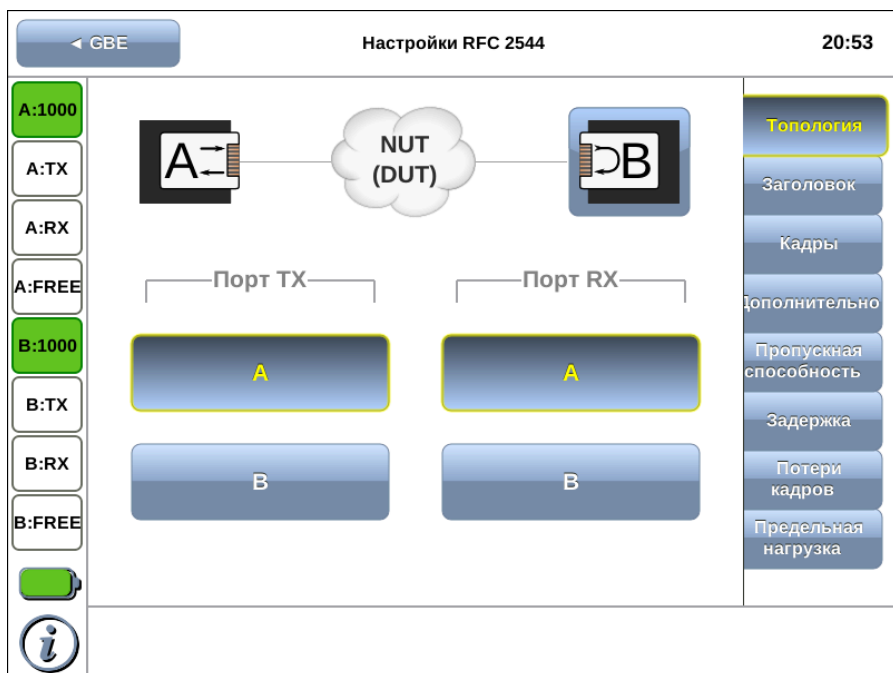
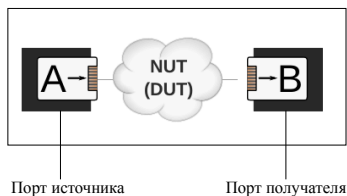


Рис. 9.5. Вкладка «Топология»

### 9.2.1 Топология $A \Rightarrow B$ ( $B \Rightarrow A$ )

В данном случае источником тестового трафика является порт А (В), а получателем — порт В (А) модуля V5-GBE.



При выборе в качестве получателя тестового трафика одного из портов модуля V5-GBE, IP- и MAC-адреса источника и получателя, заданные на вкладке «Заголовок», будут автоматически изменены на IP- и MAC-адреса порта А и В.

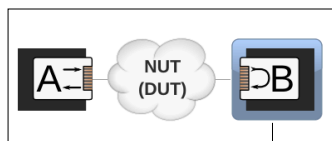
Необходимо учитывать, что если схема тестирования аналогична схеме, представленной на рис. 9.2, т.е. порты модуля находятся в разных подсетях, то необходимо перейти на вкладку «Заголовок» и вручную задать MAC-адрес получателя. В данном случае MAC-адрес получателя должен соответствовать MAC-адресу ближайшего к источнику маршрутизатора. Если MAC-адрес маршрутизатора неизвестен, следует провести ARP-запрос (см. раздел 9.3.3).



### 9.2.2 Топология $A \Rightarrow A$ ( $B \Rightarrow B$ )

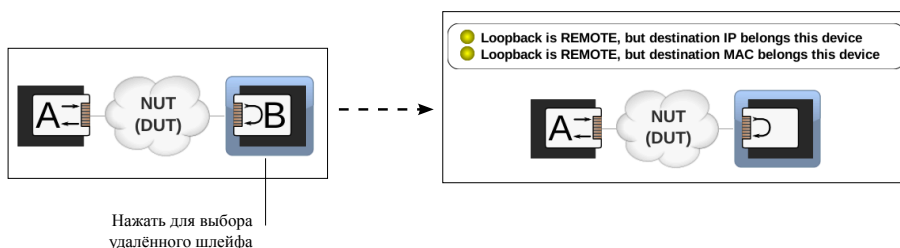
В данном случае источником и получателем тестового трафика является порт А (В) модуля В5-GBE. При этом необходимо выбрать устройство, которое будет выполнять перенаправление тестового трафика на исходный порт: это может быть как другой порт модуля, так и любое внешнее устройство, обладающее функцией организации шлейфа.

По умолчанию в качестве устройства, выполняющего перенаправление тестового трафика выбран порт А (В) модуля.



Для перенаправления тестового трафика используется порт В модуля В5-GBE

Если перенаправление тестового трафика будет выполнять внешнее устройство, следует нажать на кнопку выбора устройства. При этом на экран будет выведено сообщение о необходимости задать IP- и MAC-адрес удалённого устройства (см. раздел. 9.3).



### 9.3 Настройка тестовых пакетов

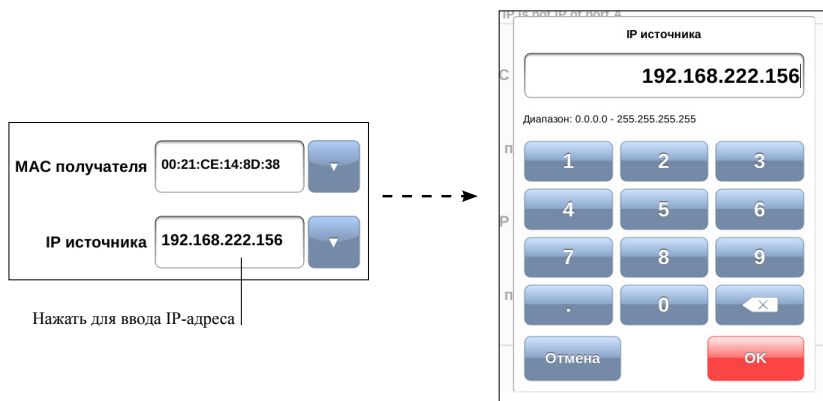
Настройка значений параметров заголовка выполняется на вкладке «Заголовок» в режиме «Настройки RFC 2544».

| ← GBE         |                       | Настройки RFC 2544 |   | 15:31                  |
|---------------|-----------------------|--------------------|---|------------------------|
| <b>A:1000</b> |                       |                    |   | Топология              |
| A:TX          | <b>MAC источника</b>  | 00:21:CE:14:8D:38  | ▼ | <b>Заголовок</b>       |
| A:RX          |                       |                    |   | Кадры                  |
| A:FREE        | <b>MAC получателя</b> | 00:21:CE:14:8D:38  | ▼ | Дополнительно          |
| <b>B:1000</b> |                       |                    |   | Пропускная способность |
| B:TX          | <b>IP источника</b>   | 192.168.222.156    | ▼ | Задержка               |
| B:RX          |                       |                    |   | Потери кадров          |
| B:FREE        | <b>IP получателя</b>  | 192.168.222.156    | ▼ | Предельная нагрузка    |
|               |                       |                    |   |                        |
|               |                       |                    |   |                        |

Рис. 9.6. Вкладка «Заголовок»

### 9.3.1 Установка IP- и MAC-адресов

Для установки IP- и MAC-адресов источника и получателя следует перейти на вкладку «Заголовок», нажать на поле ввода и ввести значение с помощью экранной клавиатуры.

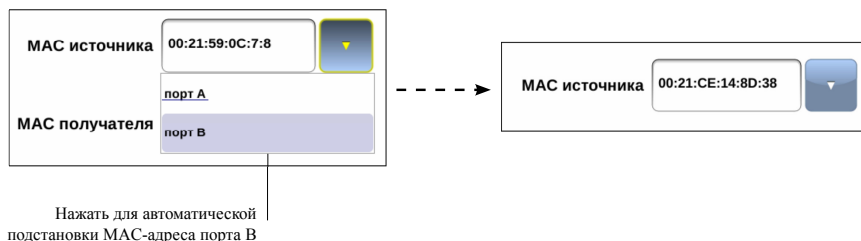


При задании MAC-адресов необходимо учитывать следующее:

- в качестве MAC-адреса источника указывается MAC-адрес интерфейса отправителя;
- если источник и получатель соединены напрямую, без промежуточных маршрутизаторов, в качестве MAC-адреса получателя указывается MAC-адрес интерфейса получателя;
- если между источником и получателем существует хотя бы один маршрутизатор, в качестве MAC-адреса получателя необходимо указать MAC-адрес ближайшего к источнику маршрутизатора.

### 9.3.2 Автоматическая подстановка IP- и MAC-адресов

Имеется возможность автоматической подстановки IP- и MAC-адресов.

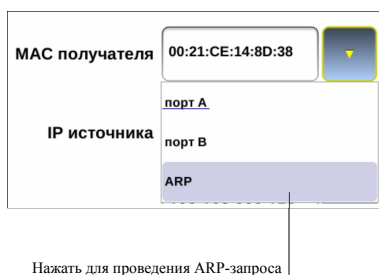


В этом случае в качестве MAC-адреса источника/получателя будет подставлен MAC-адреса выбранного порта (А или В).

Подстановка IP-адресов происходит аналогично: в качестве IP-адреса источника/получателя подставляется IP-адрес порта А (В).

### 9.3.3 Определение MAC-адреса получателя

Для определения MAC-адреса получателя по известному IP-адресу следует перейти на вкладку «Заголовок» и выполнить ARP-запрос.



В результате ARP-запроса вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен MAC-адрес, соответствующий IP-адресу получателя.

### 9.3.4 Выбор размера кадра

Выбор размера кадра для проведения тестирования выполняется на вкладке «Кадры» в режиме «Настройки RFC 2544».

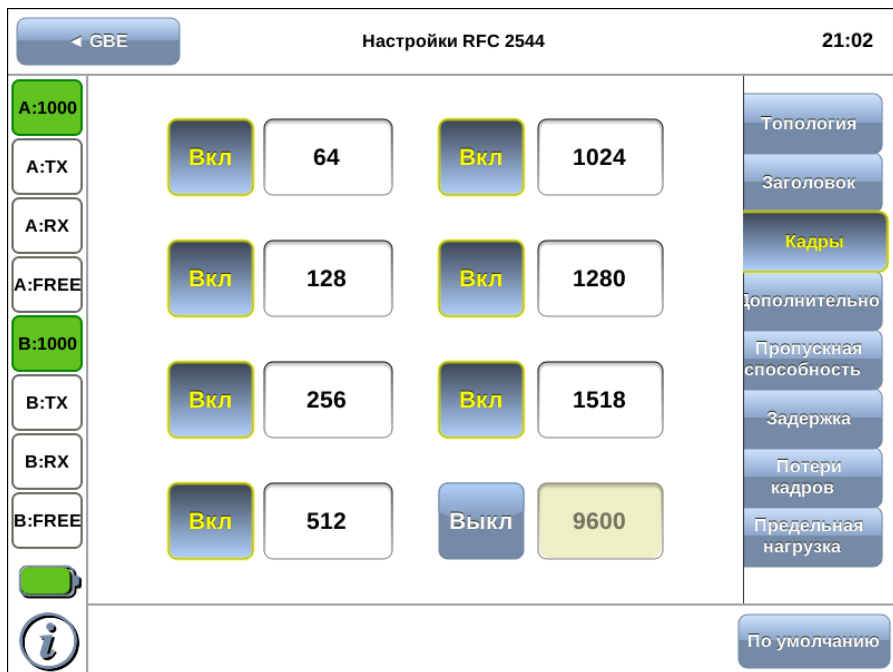
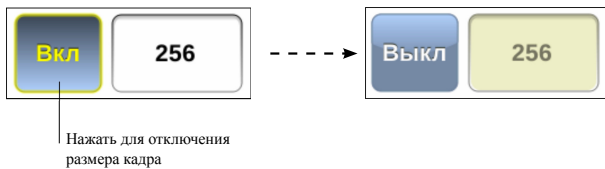


Рис. 9.7. Вкладка «Кадры»

Размеры передаваемых кадров можно задать двумя способами:

1. Выбрать стандартные размеры в соответствии с методикой RFC 2544 (клавиша По умолчанию): 64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518 байт. При этом имеется возможность дополнительно задать один кадр произвольного размера.
2. Ввести размеры кадров вручную.

Если при проведении тестирования необходимо использовать не все размеры кадров, ненужные значения можно отключить.



---

## 10. RFC 2544. Быстрый старт

---

Описанная ниже последовательность действий позволяет проверить работоспособность тестов методики RFC 2544 и получить необходимые навыки для последующего выполнения анализа реальных сетей и устройств.

1. Установить модуль V5-GBE в прибор Беркут-ММТ (см. раздел 6, стр. 19).
2. С помощью кабеля Ethernet, входящего в комплект поставки, соединить порт А и порт В модуля V5-GBE.
3. Подключить к прибору блок питания.
4. Включить прибор.
5. Перейти в режим «GBE» и убедиться, что индикатор «Link» горит зелёным (см. раздел 8).
6. Перейти в режим «Настройки RFC 2544» на вкладку «Топология» и выбрать порт Tx — А, порт Rx — В.
7. Перейти в режим измерений «RFC 2544» и нажать на кнопку «Выбор тестов». Убедиться, что для выполнения выбраны все тесты: пропускная способность, задержка, потери кадров, предельная нагрузка.
8. Нажать на кнопку «Старт».

После выполнение всех перечисленных действий начнётся процесс тестирования. Информация о результатах тестирования представлена в разделе 14.

**Примечание:** алгоритм проведения тестов в случае анализа реальных сетей и устройств описан в разделе 11.





## 11. RFC 2544. Алгоритм проведения тестов

Приведённый ниже алгоритм представляет собой последовательность действий, которые необходимо выполнить для успешного проведения любого теста по методике RFC 2544.

|     | Действие  | Справ. материалы                               |
|-----|---|--|
| 1.  | Установить модуль B5-GBE в прибор Беркут-ММТ.   | раздел 6, стр. 19                              |
| 2.  | Подключить прибор Беркут-ММТ к тестируемой сети.  | раздел 5, стр. 15<br>раздел 9.1, стр. 27       |
| 3.  | Включить прибор.  | —  |
| 4.  | В режиме «Настройки» выполнить необходимые настройки сети <sup>1</sup> , перейти в режим «GBE» и убедиться, что индикатор «Link» горит зелёным.   | раздел 8, стр. 25                              |
| 5.  | Перейти к режиму «Настройки RFC 2544» на вкладку «Топология» и выбрать топологию тестирования.  | раздел 9.2.1, стр. 32<br>раздел 9.2.2, стр. 33 |
| 6.  | Если выбрана топология, при которой следует выполнить настройку заголовка, перейти на вкладку «Заголовки» и задать MAC- и IP-адреса источника и получателя.   | раздел 9.3.1, стр. 35                          |
| 7.  | Перейти на вкладку «Кадры» и выбрать необходимые размеры кадров.  | раздел 9.3.4, стр. 37                          |
| 8.  | Перейти на вкладку проводимого теста и настроить его параметры.   | раздел 12, стр. 43                             |
| 9.  | Перейти на вкладку «Дополнительно» и выполнить настройку дополнительных параметров тестирования.  | раздел 12.5, стр. 50                           |
| 10. | Для начала тестирования следует перейти в режим измерений «RFC 2544» и нажать на кнопку «Старт». Кнопка «Выбор тестов» позволяет задать для выполнения все тесты или осуществить выборочное тестирование. По умолчанию выполняются все тесты: пропускная способность, задержка, потери кадров, предельная нагрузка. | —  |

<sup>1</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».



---

## 12. RFC 2544. Настройка параметров тестов

---

Для оптимизации скорости и повышения эффективности проведения анализа в приборе В5-GBE предусмотрена возможность изменения стандартных (определённых методикой RFC 2544) значений параметров тестов.

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

Задать значения параметров тестирования для проведения анализа можно двумя способами:

1. Выбрать стандартные настройки в соответствии с методикой RFC 2544.
2. Провести настройку вручную в соответствии с указаниями разделов [12.1](#) – [12.5](#).

## 12.1 Параметры теста «Пропускная способность»

The screenshot shows a configuration interface for RFC 2544 tests. At the top, there is a navigation bar with a back arrow and 'GBE', the title 'Настройки RFC 2544', and the time '20:43'. Below this is a vertical sidebar with buttons for 'A:1000', 'A:TX', 'A:RX', 'A:FREE', 'B:1000', 'B:TX', 'B:RX', 'B:FREE', a battery icon, and an information icon. The main area contains four settings:

- Нагрузка (L1)**: A text input field containing '100' followed by a '%' symbol and a dropdown arrow.
- Проба, с**: A text input field containing '2'.
- Разрешение, %**: A text input field containing '0.01' followed by a dropdown arrow.
- Порог, %**: A text input field containing '0'.

On the right side, there is a vertical menu with buttons for 'Топология', 'Заголовок', 'Кадры', 'Дополнительно', 'Пропускная способность' (highlighted in yellow), 'Задержка', 'Потери кадров', and 'Предельная нагрузка'.

Рис. 12.1. Вкладка «Пропускная способность»

|               |   |
|---------------|---|
| Нагрузка (L1) | Значение физической (L1) скорости в процентах, кбит/с или Мбит/с. При задании физической скорости учитывается размер Ethernet-кадра (включая CRC), преамбулы и межкадрового интервала.                        |
| Проба, с      | Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра.  |
| Разрешение, % | Разрешение, с которым будет производиться поиск пропускной способности. Наименьшее значение разрешения соответствует наибольшей точности измерения пропускной способности канала и наибольшему времени теста. |
| Порог, %      | Порог допустимых потерь. Тест считается пройденным, если количество принятых пакетов оказывается меньше количества переданных на величину допустимого порога потерь.  |

## 12.2 Параметры теста «Задержка»

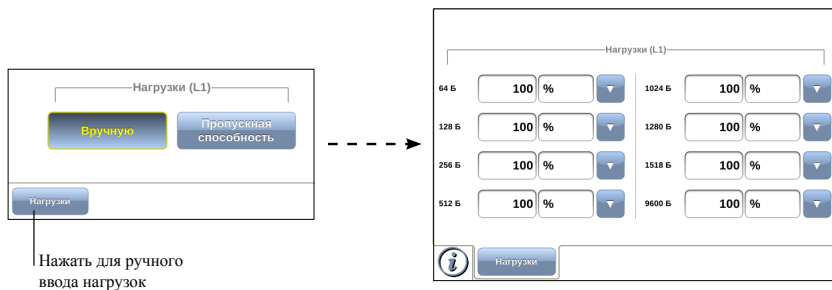


Рис. 12.2. Вкладка «Задержка»

|                 |  |
|-----------------|--|
| Количество проб | Количество повторений теста для каждого заданного размера кадра.                                       |
| Проба, с        | Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра. |

При выборе «Пропускная способность» анализ задержки будет проходить при значениях нагрузки, полученных в результате теста «Пропускная способность». В этом случае перед анализом задержки следует провести тест «Пропускная способность».

При выборе «Вручную» при проведении теста будут использованы значения, заданные пользователем.



## 12.3 Параметры теста «Потери кадров»

Рис. 12.3. Вкладка «Потери кадров»

|  |   |
|--|---|
| Количество шагов                         | Количество шагов изменения нагрузки.  |
| Проба, с                                 | Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра.  |
| Нач. нагрузка (L1)<br>Кон. нагрузка (L1) | Поля позволяют задать диапазон значений нагрузки, на которой будет проводиться анализ уровня потерь кадров. Значения физической (L1) скорости задаются в процентах, кбит/с или Мбит/с. При задании физической скорости учитывается размер Ethernet-кадра (включая CRC), преамбулы и межкадрового интервала. |

## 12.4 Параметры теста «Предельная нагрузка»

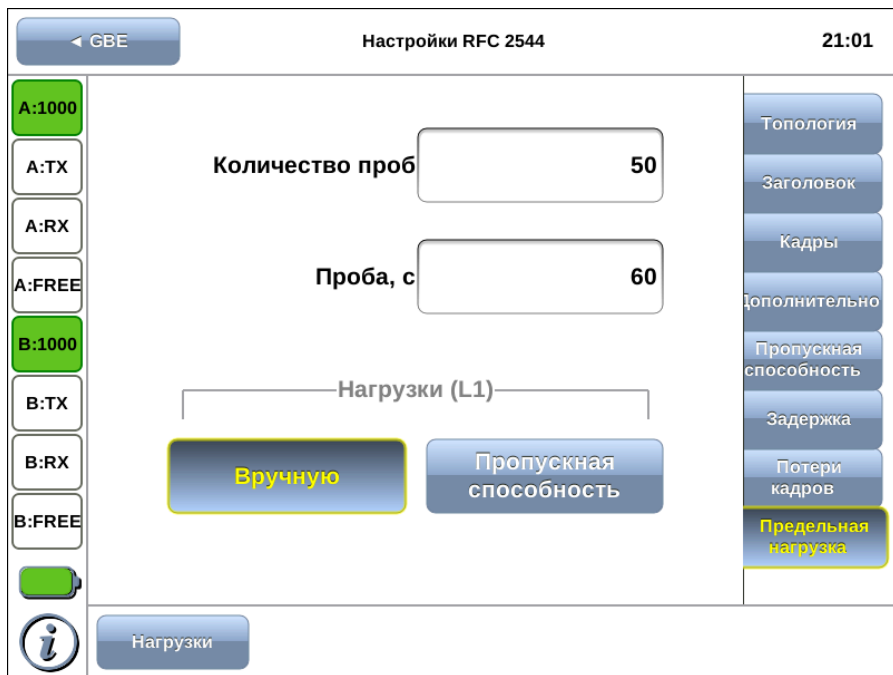


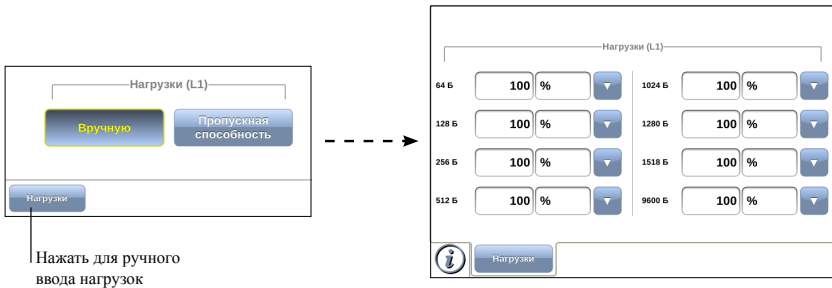
Рис. 12.4. Вкладка «Предельная нагрузка»

|                 |   |
|-----------------|---|
| Количество проб | Количество повторений теста для каждого заданного в настройках размера кадра.                                     |
| Проба, с        | Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра (2–3600 с). |

При выборе «Пропускная способность» анализ предельной нагрузки будет проходить при значениях нагрузки, полученных в результате теста «Пропускная способность». В этом случае перед анализом нагрузки следует провести тест «Пропускная способность».



При выборе «Вручную» при проведении теста будут использованы значения, заданные пользователем. Значения физической (L1) скорости задаются в процентах, кбит/с или Мбит/с. При задании физической скорости учитывается размер Ethernet-кадра (включая CRC), преамбулы и межкадрового интервала.



## 12.5 Дополнительные настройки

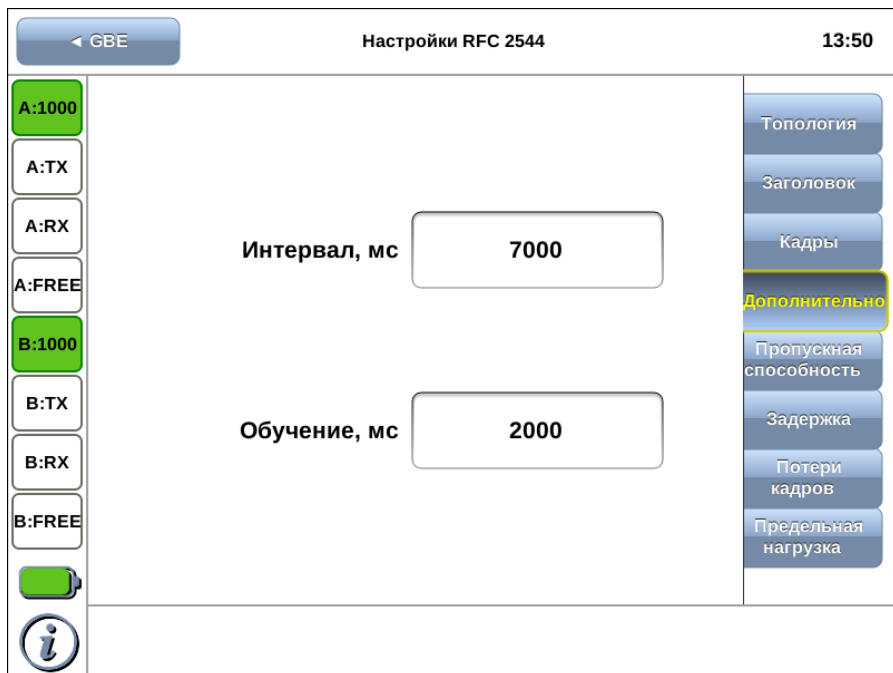


Рис. 12.5. Вкладка «Дополнительно»

|              |   |
|--------------|---|
| Интервал, мс | Время между окончанием одной пробы и отправкой обучающего кадра.            |
| Обучение, мс | Время, через которое начнётся тестирование после отправки обучающего кадра. |

**Примечание:** обучающий кадр — кадр, заголовок которого содержит одинаковые MAC-адреса отправителя и получателя. Когда коммутатор получает такой кадр, он отфильтровывает его, т.к. выходной интерфейс совпадает со входным. При этом коммутатор считывает MAC-адрес отправителя и запоминает интерфейс, с которого он был получен.

Согласно методике RFC 2544, значение интервала составляет 7000 мс (2000 мс отводится на получение остаточных кадров,

5000 мс — на рестабиллизацию тестируемого устройства), а значение обучения — 2000 мс.

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



## 13. RFC 2544. Проведение анализа

После выполнения всех настроек в соответствии с алгоритмом, приведённым в разделе 11, следует перейти в режим измерений «RFC 2544». По умолчанию будут проведены все тесты методики RFC 2544: пропускная способность, задержка, потери кадров, предельная нагрузка. Для выборочного тестирования следует нажать на кнопку «Выбор тестов» и снять выделение с тестов, которые выполнять не нужно.

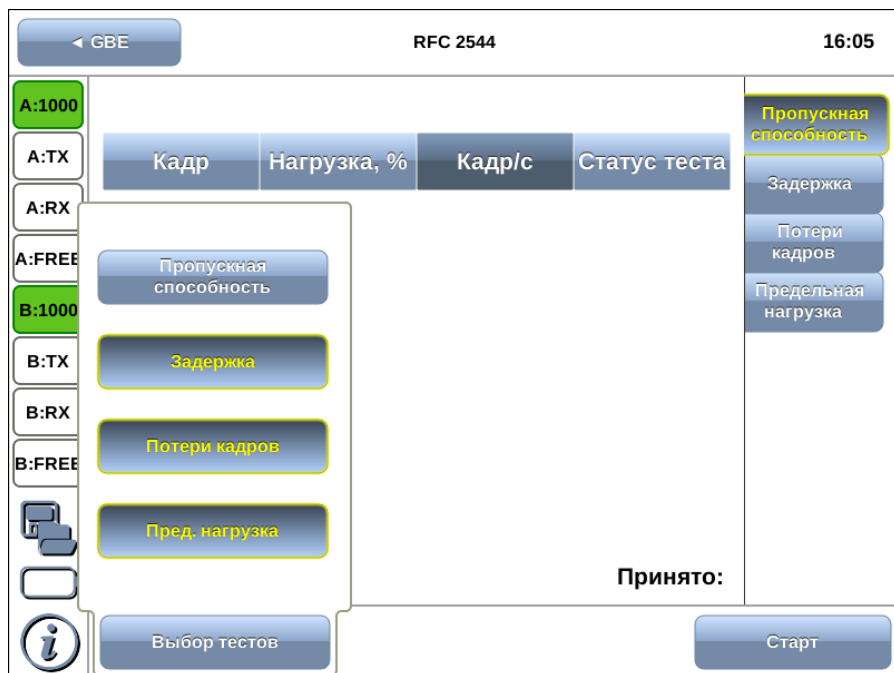
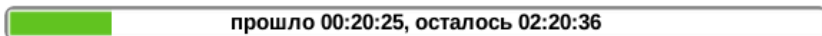


Рис. 13.1. Режим измерений «RFC 2544»: выбор тестов

### 13.1 Старт тестов

Тестирование начинается после нажатия на кнопку «Старт». При этом в верхней части экрана появляется индикатор времени тестирования, который отображает время, прошедшее с начала запуска теста, и время, оставшееся до окончания тестирования, в формате «чч:мм:сс» (см. раздел 7.3).



Диагностика состояния интерфейсов прибора осуществляется с помощью панели индикаторов (раздел 8).

Около названия теста, выполняемого в данный момент, отображается красный мигающий кружок.

The screenshot shows the RFC 2544 test interface. At the top, it displays 'RFC 2544' and the time '22:29'. A progress bar at the top indicates 'прошло 00:00:56, осталось 01:29:30'. Below this is a table with columns: 'Кадр' (Frame), 'Нагрузка, %' (Load, %), 'Кадр/с' (Frame/s), and 'Статус теста' (Test Status). The table shows results for various test configurations (A:1000, A:TX, A:RX, A:THR, B:1000, B:TX, B:RX, B:LB4). The status for A:THR is 'Идёт' (Running), while others are 'Готово' (Ready). On the right side, there are buttons for 'Пропускная способность' (Throughput), 'Задержка' (Delay), 'Потери кадров' (Frame Loss), and 'Предельная нагрузка' (Maximum Load). At the bottom, it shows 'Передано: 582.080 МБ' (Transmitted: 582.080 MB) and 'Принято: 579.990 МБ' (Received: 579.990 MB). There are also buttons for 'Выбор тестов' (Select Tests) and 'Стоп' (Stop).

| Кадр | Нагрузка, % | Кадр/с  | Статус теста |
|------|-------------|---------|--------------|
| 64   | 100         | 1488095 | Готово       |
| 128  | 100         | 844594  | Готово       |
| 256  | 100         | 452898  | Идёт         |
| 512  |             |         |              |
| 1024 |             |         |              |
| 1280 |             |         |              |
| 1518 |             |         |              |

Рис. 13.2. Выполняется тест «Пропускная способность»

Информация о количестве переданных и принятых байтов отображается в нижней части экрана.

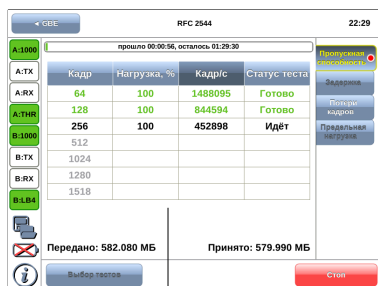
## 13.2 Определение статуса теста

Состояние всех тестов, кроме теста потери кадров, выводится в колонке Статус теста. Состояние теста потери кадров определяется пользователем самостоятельно, т.к. не может быть интерпретировано однозначно.

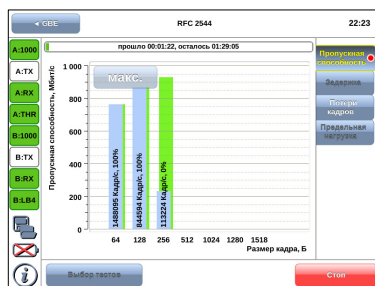
|         |  |
|---------|--|
| Готово  | Для текущего размера кадра выполнение теста завершено.   |
| Идёт    | Для текущего размера кадра выполняется процесс тестирования.   |
| Ошибка  | В результате потери соединения или осуществления некорректных настроек выполнение теста окончилось неудачно. |
| Отменён | В процессе тестирования была нажата кнопка «Стоп».   |

## 13.3 Переключение график ⇒ таблица

Результаты тестирования отображаются в табличной и графической форме. Переключение между формами отображения осуществляется с помощью нажатия на область экрана, содержащую таблицу или график.



Нажать для перехода к графической форме







## 14. RFC 2544. Результаты анализа

### 14.1 Пропускная способность. Результаты анализа

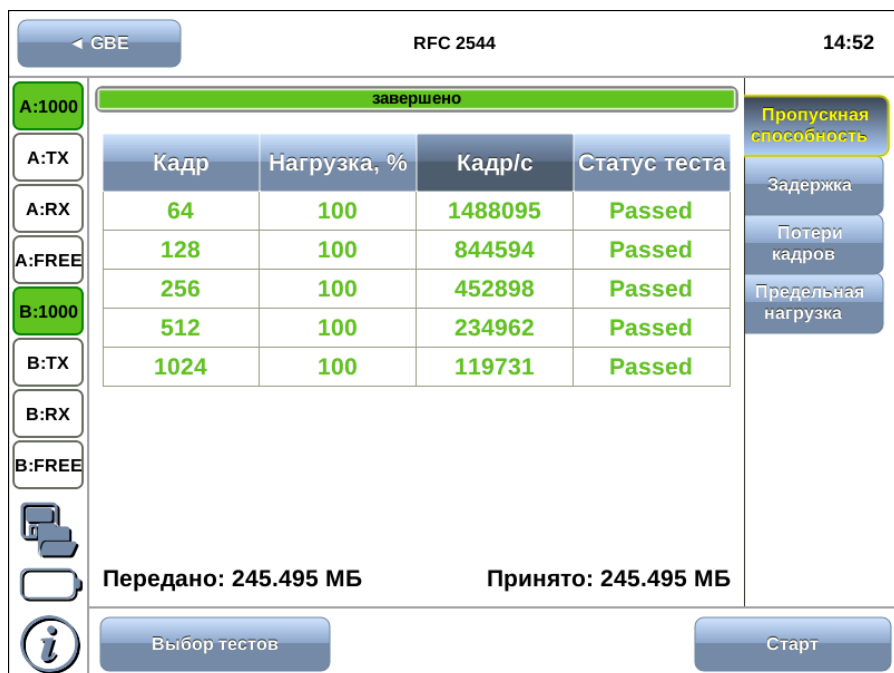


Рис. 14.1. Результаты теста: таблица

|             |  |
|-------------|--|
| Кадр        | Заданный в режиме «Настройки RFC 2544» размер кадра (в байтах).    |
| Нагрузка, % | Заданное в режиме «Настройки RFC 2544» значение нагрузки L1 (в %). |

---

|        |   |
|--------|---|
| Кадр/с | <p>Полученное в результате анализа значение пропускной способности. При нажатии на кнопку Кадр/с происходит выбор единиц измерения — Мбит/с L2, Мбит/с L3, Мбит/с L4 или кадр/с.</p> <p>Выбор единиц измерения служит для пересчёта полезной составляющей нагрузки в соответствии с определённым уровнем:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– канальный уровень (Мбит/с L2): учитывается только размер Ethernet-кадра (включая CRC);</li><li>– сетевой уровень (Мбит/с L3): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet-заголовка, VLAN- и MPLS-меток;</li><li>– транспортный уровень (Мбит/с L4): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet- и IP-заголовка, VLAN- и MPLS-меток.</li></ul> |
|--------|---|

---

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| Статус теста | См. раздел <a href="#">13.2</a> . |
|--------------|-----------------------------------|

---

Для перехода к графическому представлению результатов тестирования необходимо нажать на область таблицы.

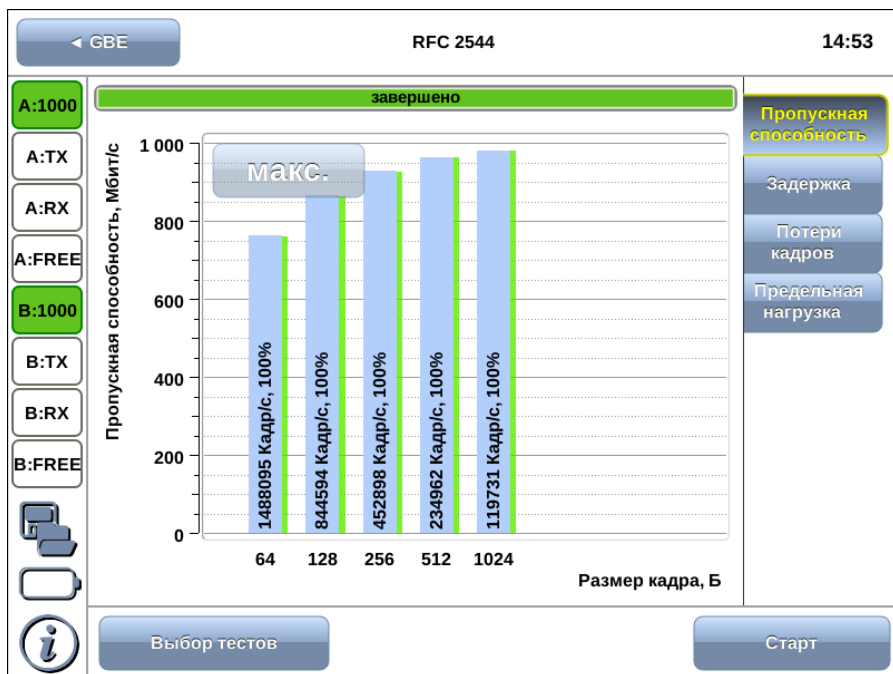


Рис. 14.2. Результаты теста: график

При нажатии на кнопки **макс.** и **авто** происходит переключение между двумя вариантами графического представления результатов тестирования:

|       |  |
|-------|--|
| авто  | Максимальное значение по оси Y соответствует максимальной скорости соединения. Пустые столбцы отображают максимальное теоретическое значение пропускной способности. |
| макс. | Максимальное значение по оси Y соответствует максимальному измеренному значению пропускной способности.  |

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

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

## 14.2 Задержка распространения. Результаты анализа

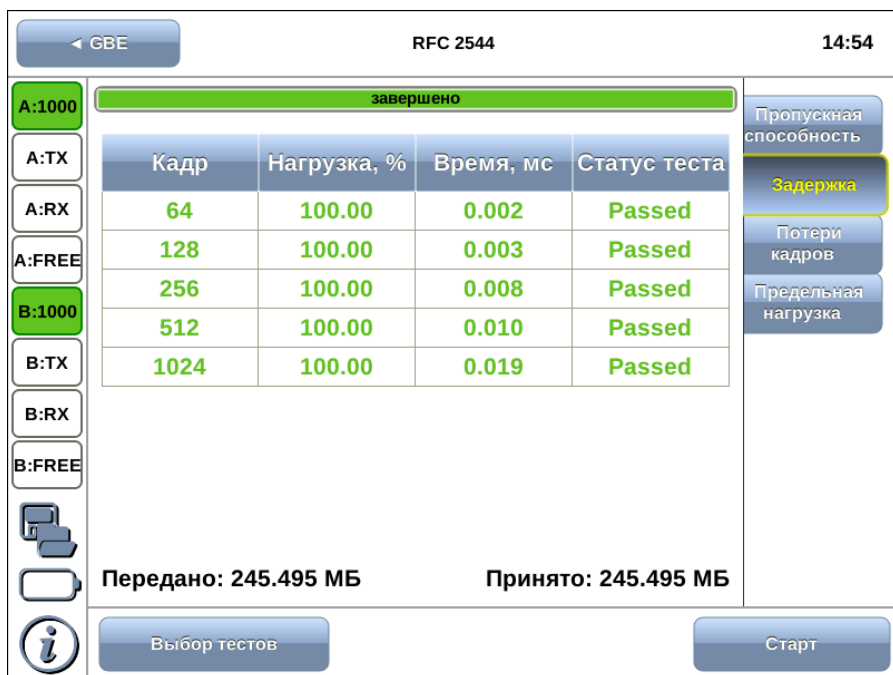


Рис. 14.3. Результаты теста: таблица

|              |   |
|--------------|---|
| Кадр         | Заданный в режиме «Настройки RFC 2544» размер кадра (в байтах).   |
| Нагрузка, %  | Значение пропускной способности, заданное пользователем в режиме «Настройки RFC 2544» или полученное в результате теста «Пропускная способность». |
| Время, мс    | Полученное в результате анализа значение задержки.  |
| Статус теста | См. раздел 13.2.  |

Для перехода к графическому представлению результатов тестирования необходимо нажать на область таблицы.

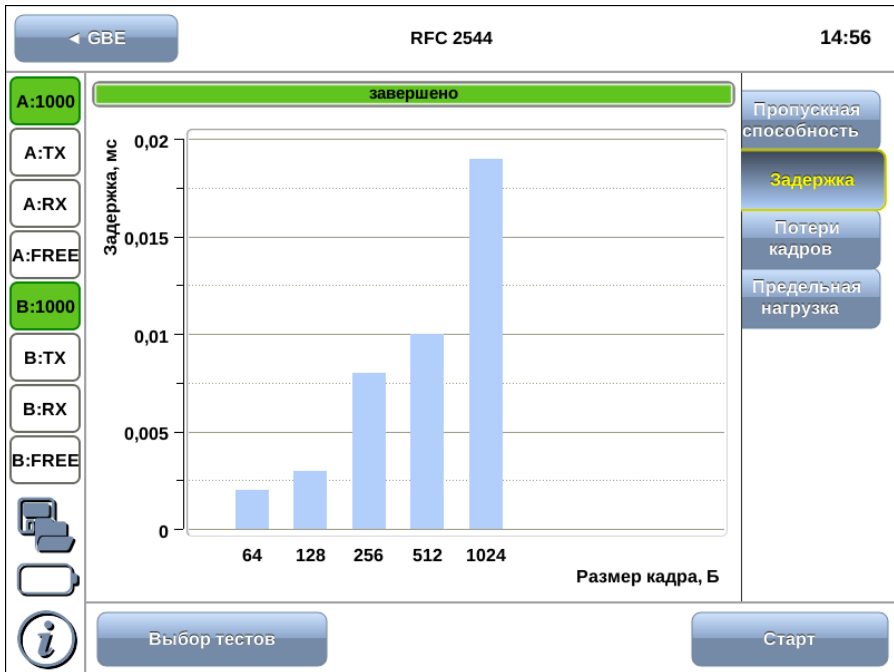


Рис. 14.4. Результаты теста: график

На диаграмме для каждого размера кадра отображается столбец, высота которого соответствует измеренному значению задержки.

## 14.3 Уровень потерь кадров. Результаты анализа



Рис. 14.5. Результаты теста: таблица

|             |  |
|-------------|--|
| Кадр        | Заданный в режиме «Настройки RFC 2544» размер кадра (в байтах).                        |
| Нагрузка, % | Значение пропускной способности, заданное пользователем в режиме «Настройки RFC 2544». |

---

|           |  |
|-----------|--|
| Потери, % | <p>Полученное в результате анализа значение уровня потерь. При нажатии на кнопку Потери, % происходит выбор единиц измерения — Мбит/с L2, Мбит/с L3, Мбит/с L4 или кадр/с. Выбор единиц измерения служит для пересчёта полезной составляющей нагрузки в соответствии с определённым уровнем:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– канальный уровень (Мбит/с L2): учитывается только размер Ethernet-кадра (включая CRC);</li><li>– сетевой уровень (Мбит/с L3): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet-заголовка, VLAN- и MPLS-меток;</li><li>– транспортный уровень (Мбит/с L4): учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet- и IP-заголовка, VLAN- и MPLS-меток.</li></ul> |
|-----------|--|

---

Для перехода к графическому представлению результатов тестирования необходимо нажать на область таблицы.

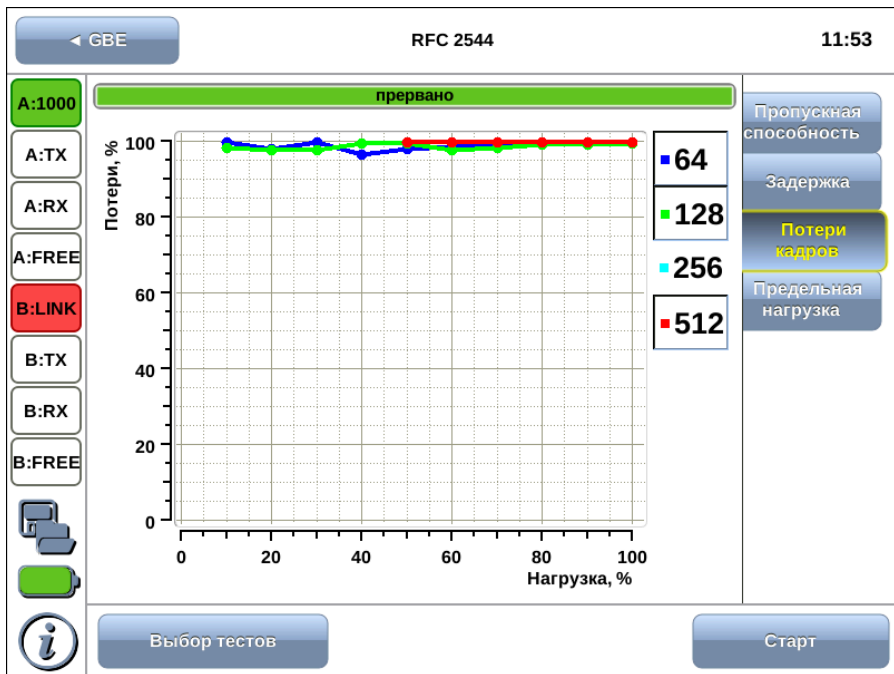


Рис. 14.6. Результаты теста: график

На графике показана зависимость уровня потерь кадров от нагрузки. По умолчанию на экран выведены кривые для всех заданных в настройках размеров кадра. С помощью нажатия на элементы легенды, расположенной справа от графика, можно скрыть или отобразить кривые, соответствующие установленным размерам кадров.



## 14.4 Предельная нагрузка. Результаты анализа

← GBE RFC 2544 15:00

**A:1000** завершено

| Кадр | Нагрузка, % | Время, с | Статус теста |
|------|-------------|----------|--------------|
| 64   | 100.000     | 2.00     | Passed       |
| 128  | 100.000     | 2.00     | Passed       |
| 256  | 100.000     | 2.00     | Passed       |
| 512  | 100.000     | 2.00     | Passed       |
| 1024 | 100.000     | 2.00     | Passed       |

Пропускная способность  
Задержка  
Потери кадров  
**Предельная нагрузка**

Передано: 245.495 МБ Принято: 245.495 МБ

Выбор тестов Старт

Рис. 14.7. Результаты теста: таблица

|              |   |
|--------------|---|
| Кадр         | Заданный в режиме «Настройки RFC 2544» размер кадра (в байтах).   |
| Нагрузка, %  | Значение пропускной способности, заданное пользователем в режиме «Настройки RFC 2544» или полученное в результате теста «Пропускная способность».   |
| Время, с     | Время, в течение которого устройство справляется с заданной нагрузкой. Если время, в течение которого тестируемое устройство выдерживает заданную нагрузку, определить не удалось, в столбце Статус теста выводится «Ошибка», а в столбце «Время, с» — прочерки.<br>При нажатии на кнопку Время, с отображается столбец Количество, в котором представлено количество кадров, переданных за время тестирования. |
| Статус теста | См. раздел 13.2.  |

Для перехода к графическому представлению результатов тестирования необходимо нажать на область таблицы.

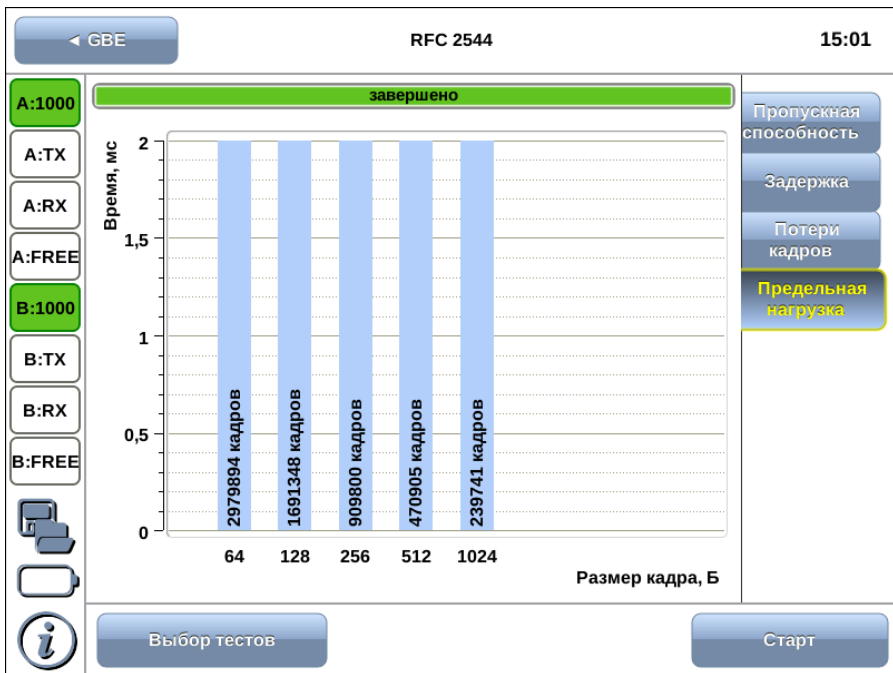


Рис. 14.8. Результаты теста: график

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

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

## 15. Организация шлейфа

Для тестирования сетей по методике RFC 2544, измерения BER и решения других задач используется режим измерений «Шлейф», который позволяет перенаправлять обратно приходящий на прибор трафик на четырёх уровнях модели OSI.

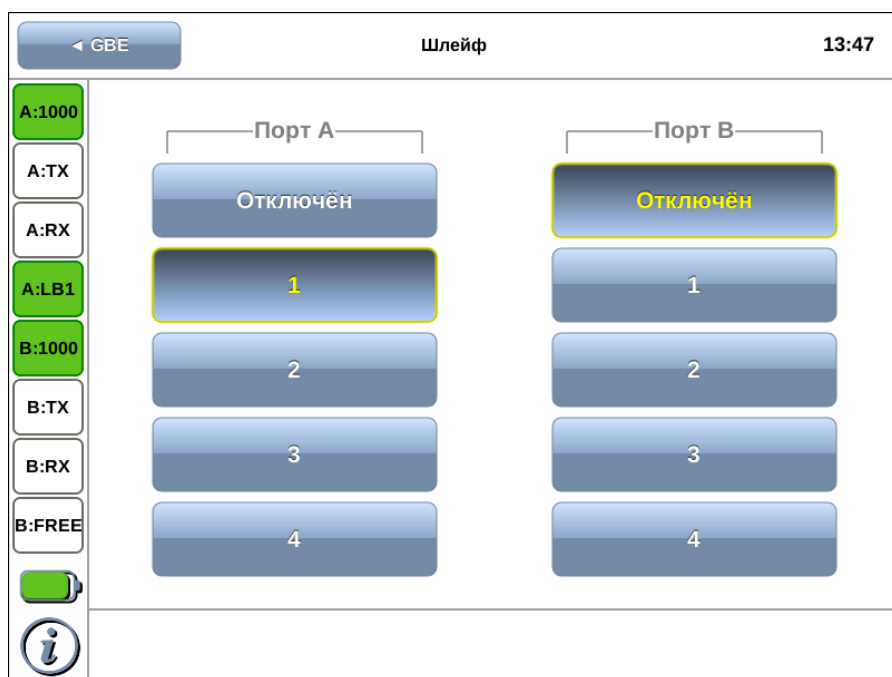


Рис. 15.1. Режим измерений «Шлейф»

## 15.1 Общие сведения

На **физическом уровне (LB1)** весь входящий трафик перенаправляется обратно без изменений.

На **канальном уровне (LB2)** все входящие кадры перенаправляются обратно, при этом могут меняться местами MAC-адреса отправителя и получателя.

На **сетевом уровне (LB3)** все входящие пакеты перенаправляются обратно, при этом меняются местами MAC- и IP-адреса отправителя и получателя.

На **транспортном уровне (LB4)** входящий трафик перенаправляется обратно, при этом, помимо перестановки MAC-адресов и IP-адресов, меняются местами номера TCP/UDP портов отправителя и получателя.

**Примечание:** для шлейфа канального, сетевого и транспортного уровней повреждённые пакеты не перенаправляются.

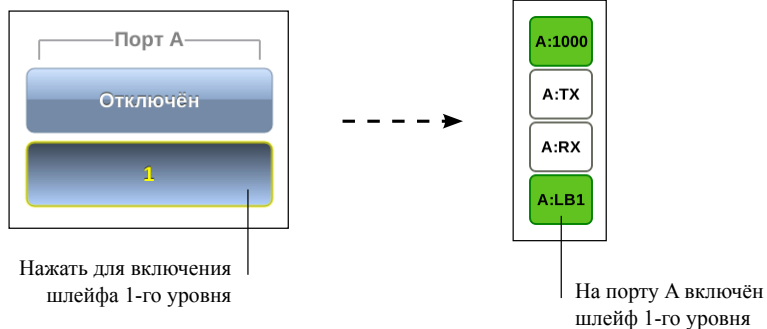
**Примечание:** для шлейфа канального, сетевого и транспортного уровней пакеты с одинаковыми MAC Dst и MAC Src, а так же блоки данных протокола OAM (OAMPDU) и ARP-запросы, содержащиеся во входящем трафике, не перенаправляются.

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

**Примечание:** при организации шлейфа на физическом уровне ведётся статистика по принимаемому трафику; для шлейфа канального, сетевого и транспортного уровня ведётся статистика по принимаемому и передаваемому трафику.

## 15.2 Включение шлейфа

Для включения шлейфа на порту А (В) следует перейти в режим измерений «Шлейф» и нажать на кнопку с цифрой, соответствующей нужному значению уровня шлейфа.





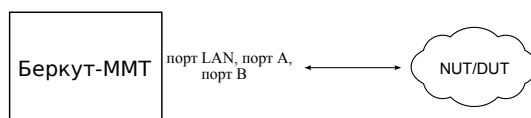
---

## 16. Тесты TCP/IP

---

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

Для подключения прибора Беркут-ММТ к тестируемой сети могут использоваться в любой комбинации порты А и В модуля В5-GBE, порт LAN прибора, а также любой из этих портов самостоятельно.




**Рис. 16.1.** Варианты подключения

**Примечание:** инструменты Ping, Traceroute, Arp, Arping и FTP/HTTP в базовую конфигурацию не входят; доступны при дополнительном заказе опции.

## 16.1 Ping

Режим измерений «Ping» позволяет определить доступность сетевых устройств, а также оценить время отклика (время между отправкой запроса и получением ответа).

Для проведения тестирования следует выполнить действия, перечисленные ниже.

|    | Действие  | Справ. материалы    |
|----|---|---------------------|
| 1. | Подключить прибор к тестируемой сети.   | рис. 16.1, стр. 71  |
| 2. | Убедиться, что выполнена конфигурация сетевого интерфейса <sup>1</sup> .  | —                   |
| 3. | В режиме «Сетевые утилиты» перейти в режим измерений «IP утилиты» на вкладку «Ping».  | рис. 16.2, стр. 73  |
| 4. | В поле Host/IP ввести IP-адрес или доменное имя узла сети, достижимость которого необходимо проверить.  | раздел 7.4, стр. 23 |
| 5. | Нажать на кнопку «Интерфейс» для выбора интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование.   | рис. 16.2, стр. 73  |
| 6. | В поле Число запросов ввести количество отправляемых пакетов. Если нажать на кнопку  («бесконечно»), пакеты будут отправляться до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Стоп». | рис. 16.2, стр. 73  |
| 7. | Нажать на кнопку «Старт».   | рис. 16.2, стр. 73  |

В результате выполнения перечисленных действий на экран будут выведены строки, содержащие следующую информацию (слева направо):

- размер ICMP-пакета;
- IP-адрес узла сети, ответившего на эхо-запрос;
- порядковый номер пакета;
- TTL (время жизни пакета);
- время отклика.

По результатам тестирования формируется статистический отчёт, в котором отображается информация о количестве переданных,

<sup>1</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».



принятых, потерянных пакетов, а также о минимальном, среднем и максимальном времени отклика.

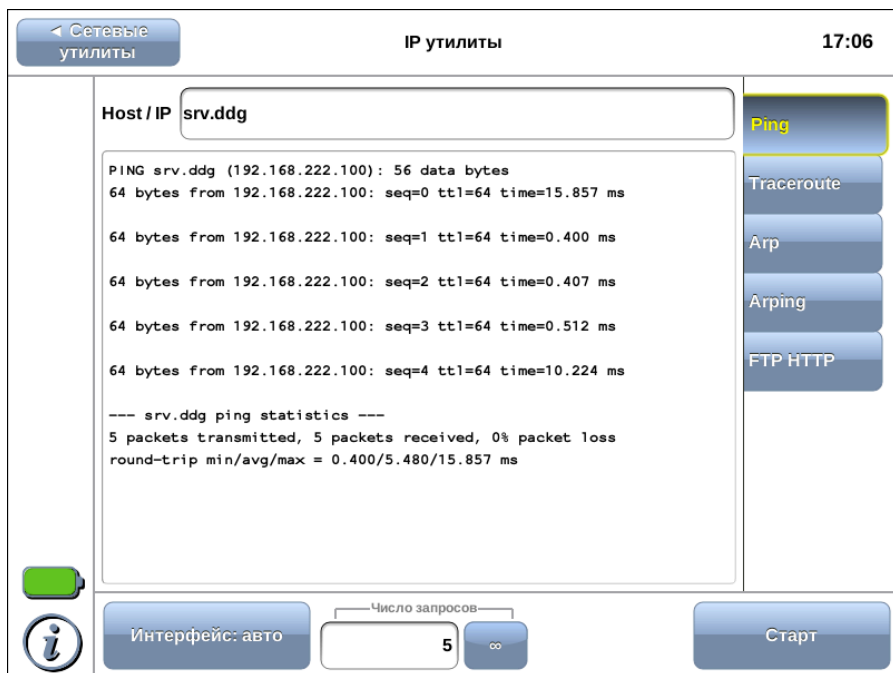


Рис. 16.2. Ping: пример результатов тестирования

среднее

|                |   |
|----------------|---|
| Host/IP        | Поле для ввода IP-адреса или доменного имени узла сети.         |
| Интерфейс      | Выбор интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование. |
| Число запросов | Поле для ввода количества отправляемых пакетов.                 |
| Старт          | Запуск теста.   |

## 16.2 Traceroute

Режим измерений «Traceroute» используется для определения маршрутов следования данных и позволяет диагностировать доступность промежуточных сетевых устройств.

В процессе тестирования указанному узлу сети отправляется последовательность кадров, при этом отображаются сведения о всех промежуточных маршрутизаторах, через которые прошли данные на пути к конечному узлу.

Для проведения тестирования следует выполнить действия, перечисленные ниже.

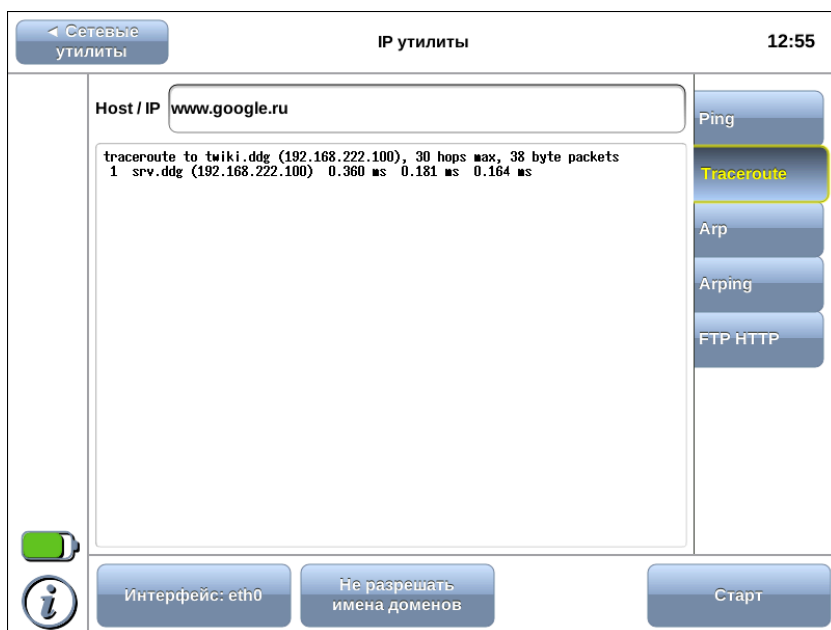
|    | Действие  | Справ. материалы    |
|----|---|---------------------|
| 1. | Подключить прибор к тестируемой сети.   | рис. 16.1, стр. 71  |
| 2. | Убедиться, что выполнена конфигурация сетевого интерфейса <sup>2</sup> .  | —                   |
| 3. | В режиме «Сетевые утилиты» перейти в режим измерений «IP утилиты» на вкладку «Traceroute».  | рис. 16.3, стр. 75  |
| 4. | В поле Host/IP ввести IP-адрес или доменное имя узла сети, достижимость которого необходимо проверить.  | раздел 7.4, стр. 23 |
| 5. | Нажать на кнопку «Интерфейс» для выбора интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование.   | рис. 16.3, стр. 75  |
| 6. | Для запрета вывода доменных имён нажать на кнопку «Не разрешать доменные имена». В этом случае при выводе результатов тестирования будут отображены только IP-адреса сетевых устройств. | рис. 16.3, стр. 75  |
| 7. | Нажать на кнопку «Старт».   | рис. 16.3, стр. 75  |

<sup>2</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».

В результате выполнения перечисленных действий на экран будут выведены строки, содержащие следующую информацию (слева направо):

- номер узла сети;
- доменное имя (IP-адрес) узла сети;
- максимальное, среднее и минимальное время отклика.

Если время ожидания ответа от промежуточного узла превысило таймаут (5 с), в строке результатов будет выведен значок «\*».



**Рис. 16.3.** Traceroute: пример результатов тестирования

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Host/IP                    | Поле для ввода IP-адреса или доменного имени узла сети.  |
| Интерфейс                  | Выбор интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование.  |
| Не разрешать имена доменов | Запрет вывода доменных имён: результаты тестирования будут содержать только IP-адреса сетевых устройств. |
| Старт                      | Запуск теста.  |

### 16.3 ARP

Режим измерений «ARP»<sup>3</sup> предназначен для определения MAC-адреса по известному IP-адресу или доменному имени узла.

MAC-адрес определяется по ARP-таблице, хранящейся в памяти прибора.

Для проведения тестирования следует выполнить действия, перечисленные ниже.

|    | Действие  | Справ. материалы    |
|----|---|---------------------|
| 1. | Подключить прибор к тестируемой сети.   | рис. 16.1, стр. 71  |
| 2. | Убедиться, что выполнена конфигурация сетевого интерфейса <sup>4</sup> .  | —                   |
| 3. | В режиме «Сетевые утилиты» перейти в режим измерений «IP утилиты» на вкладку «ARP».   | рис. 16.4, стр. 77  |
| 4. | В поле Host/IP ввести IP-адрес или доменное имя узла сети, достижимость которого необходимо проверить.<br>Кнопка <b>Вся таблица</b> служит для отображения ARP-таблицы, хранящейся в памяти прибора. При этом поле Host/IP становится неактивным и его значение не учитывается. | раздел 7.4, стр. 23 |
| 5. | Нажать на кнопку «Интерфейс» для выбора интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование.   | рис. 16.4, стр. 77  |
| 6. | Нажать на кнопку «Старт».   | рис. 16.4, стр. 77  |

<sup>3</sup>Address Resolution Protocol — сетевой протокол, описанный в RFC 826 [3]

<sup>4</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».

В результате выполнения перечисленных действий на экран будет выведена следующая информация:

- доменное имя узла сети;
- тип сетевой технологии;
- MAC-адрес узла сети;
- метка записи в ARP-таблице;
- имя интерфейса, с которого был отправлен запрос.

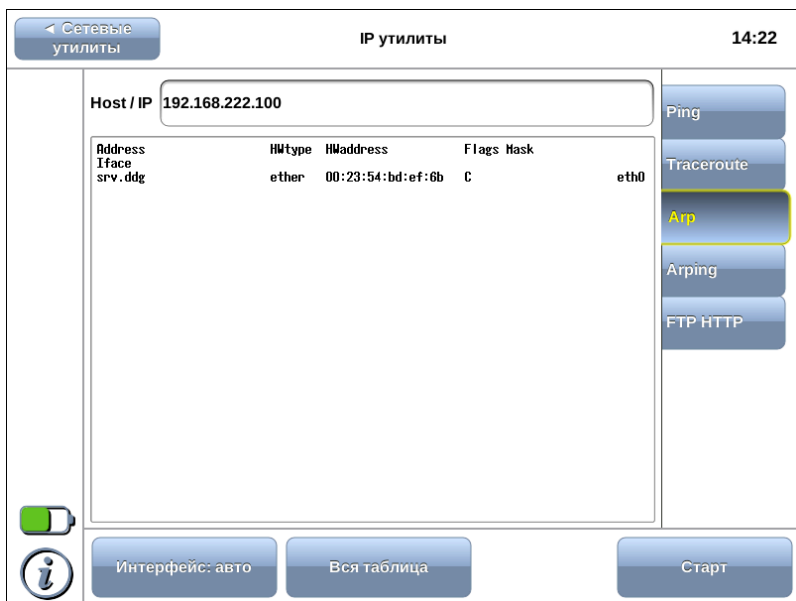


Рис. 16.4. Arp: пример результатов тестирования


|             |  |
|-------------|--|
| Host/IP     | Поле для ввода IP-адреса или доменного имени узла сети.  |
| Интерфейс   | Выбор интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование.  |
| Вся таблица | Кнопка служит для отображения ARP-таблицы, хранящейся в памяти прибора. При этом поле Host/IP становится неактивным и его значение не учитывается. |
| Старт       | Запуск теста.  |

## 16.4 Arping

Режим измерений «Arping» позволяет выполнить широковещательный ARP-запрос для получения MAC-адреса сетевого устройства, указав его IP-адрес или доменное имя, определить доступность и время отклика сетевых устройств.

Режим измерений «Arping» также используется, когда в ARP-таблице прибора нет нужного MAC-адреса.

Для проведения тестирования следует выполнить действия, перечисленные ниже.

|    | Действие  | Справ. материалы    |
|----|---|---------------------|
| 1. | Подключить прибор к тестируемой сети.   | рис. 16.1, стр. 71  |
| 2. | Убедиться, что выполнена конфигурация сетевого интерфейса <sup>5</sup> .  | —                   |
| 3. | В режиме «Сетевые утилиты» перейти в режим измерений «IP утилиты» на вкладку «Arping».  | рис. 16.5, стр. 79  |
| 4. | В поле Host/IP с помощью экранной клавиатуры ввести IP-адрес или доменное имя узла сети, доступность которого необходимо проверить.   | раздел 7.4, стр. 23 |
| 5. | Нажать на кнопку «Интерфейс» для выбора интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование.   | рис. 16.5, стр. 79  |
| 6. | В поле Кол-во запросов ввести количество отправляемых пакетов. Если нажать на кнопку  («бесконечно»), пакеты будут отправляться до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Стоп». | рис. 16.5, стр. 79  |
| 7. | Нажать на кнопку «Старт».   | рис. 16.5, стр. 79  |

<sup>5</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».

В результате выполнения перечисленных действий на экран будут выведены строки, содержащие следующую информацию (слева направо):

- IP-адрес узла сети;
- MAC-адрес узла сети;
- время отклика.

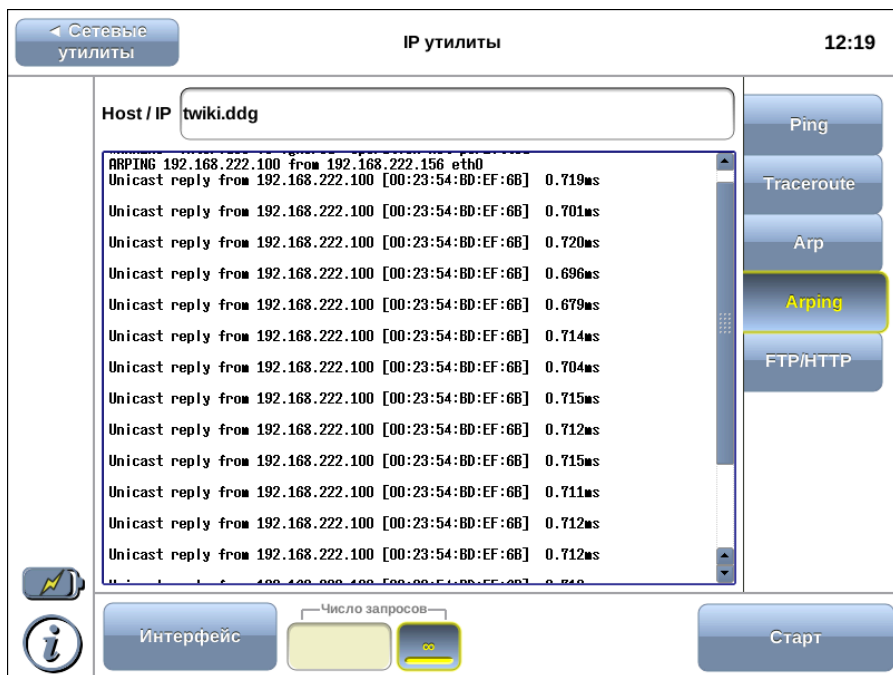


Рис. 16.5. Arping: пример результатов тестирования

|                 |   |
|-----------------|---|
| Host/IP         | Поле для ввода IP-адреса или доменного имени узла сети.         |
| Интерфейс       | Выбор интерфейса, с которого будет осуществляться тестирование. |
| Кол-во запросов | Поле для ввода количества отправляемых пакетов.                 |
| Старт           | Запуск теста.   |

## 16.5 FTP/НТТР

В режиме измерений «FTP/НТТР», реализованном на основе программы Nmap, можно выполнить сканирование сетевых устройств для определения состояния портов и поддерживаемых типов сервиса. В ходе тестирования сканируются порты с номерами 80 (НТТР) и 21 (FTP) протокола ТСП.

Для проведения тестирования следует выполнить действия, перечисленные ниже.

|    | Действие   | Справ. материалы    |
|----|--|---------------------|
| 1. | Подключить прибор к тестируемой сети.  | рис. 16.1, стр. 71  |
| 2. | Убедиться, что выполнена конфигурация сетевого интерфейса <sup>6</sup> .   | —                   |
| 3. | В режиме «Сетевые утилиты» перейти в режим измерений «IP утилиты» на вкладку «FTP/НТТР».   | рис. 16.6, стр. 81  |
| 4. | В поле Host/IP с помощью экранной клавиатуры ввести IP-адрес или доменное имя узла сети, для которого необходимо выполнить сканирование портов | раздел 7.4, стр. 23 |
| 5. | Нажать на кнопку «НТТР» или «FTP» для выбора протокола.  | рис. 16.6, стр. 81  |
| 6. | Нажать на кнопку «Старт».  | рис. 16.6, стр. 81  |

В результате выполнения перечисленных действий на экран будет выведена следующая информация:

- номер порта;
- состояние порта;
- имя сервиса.

<sup>6</sup>Подробное описание представлено в брошюре «Беркут-ММТ. Универсальный анализатор телекоммуникационных сетей. Руководство по эксплуатации».



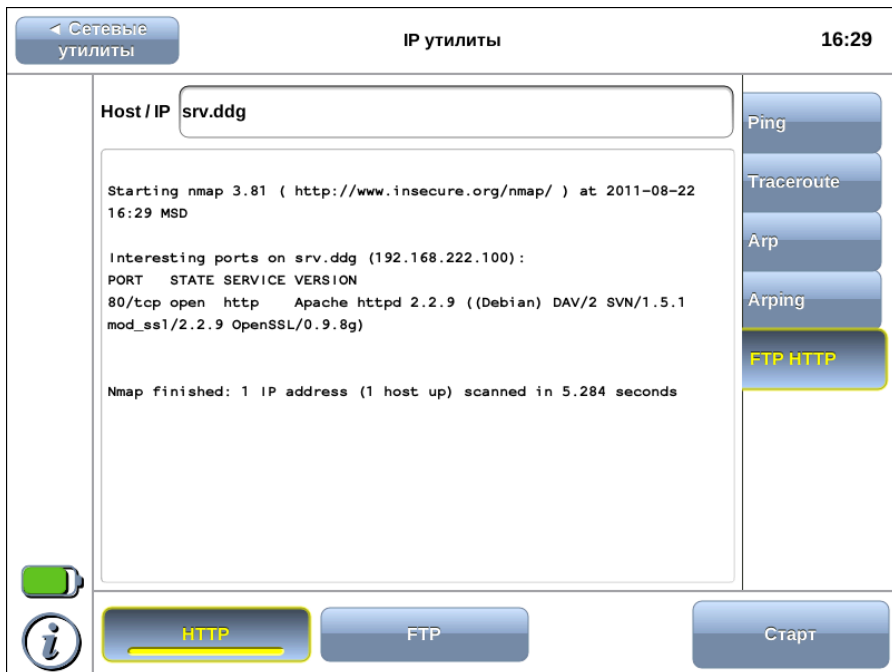


Рис. 16.6. HTTP: пример результатов тестирования

|         |   |
|---------|---|
| Host/IP | Поле для ввода IP-адреса или доменного имени узла сети.   |
| HTTP    | Сканирование устройств для определения возможности функционирования 80 порта, выделенного для приложенный протокола HTTP. |
| FTP     | Сканирование устройств для определения возможности функционирования 21 порта, выделенного для приложенный протокола FTP.  |
| Старт   | Запуск теста.   |



## 17. Настройки портов

Режим «Порты Ethernet» служит для изменения MAC-адреса порта А/В, а также для задания скорости соединения с тестируемым оборудованием.

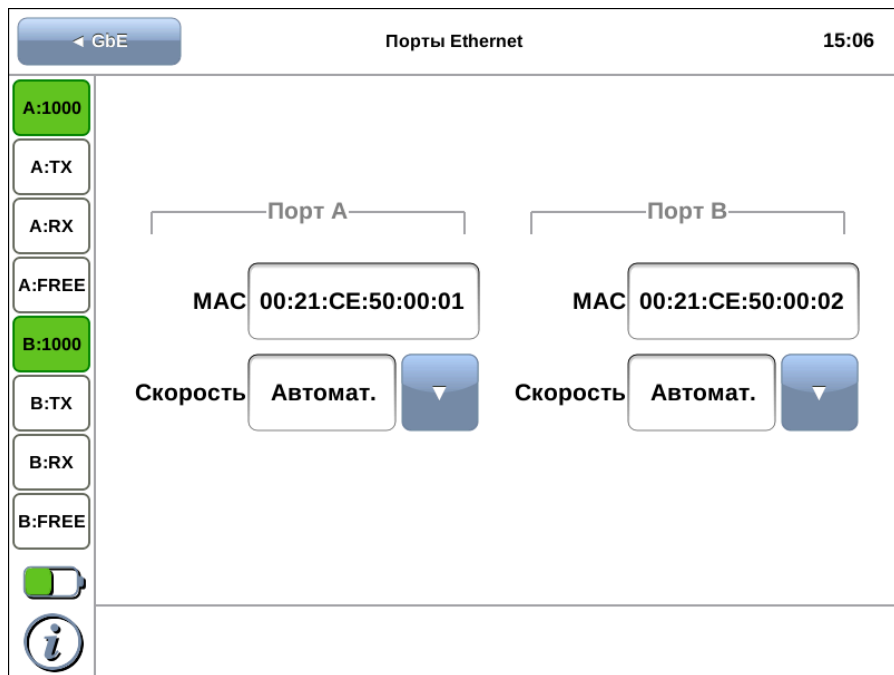


Рис. 17.1. Режим «Порты Ethernet»

|          |  |
|----------|--|
| MAC      | MAC-адрес порта А/В.   |
| Скорость | Выбор скорости передачи данных: Авто, 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, 1000 Мбит/с.<br>Если выбрано Авто, скорость передачи будет определена автоматически. Значение скорости отобразится на индикаторе Link (см. раздел 8). |



## A. RFC 2544. Описание методики

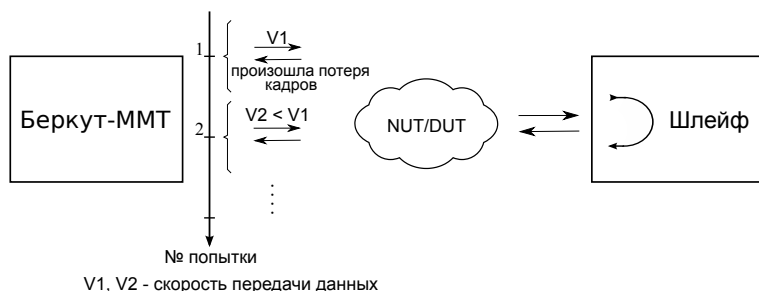
Методика RFC 2544 определяет набор тестов, которые используются при оценке важнейших характеристик сетевых устройств и проверке соответствия предоставляемых услуг характеристикам, которые оговариваются в SLA между операторами связи и клиентами.

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

Для оптимизации скорости и повышения эффективности проведения анализа в приборе В5-GBE предусмотрена возможность изменения стандартных (определённых методикой RFC 2544) значений параметров тестов.

Ниже представлено описание этих тестов согласно рекомендациям RFC 2544.

### A.1 Анализ пропускной способности



**Рис. А.1.** Анализ пропускной способности

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

Пропускная способность — максимальная скорость передачи данных, на которой количество кадров<sup>1</sup>, прошедших через DUT, равно количеству кадров, отправленных ему с тестирующего оборудования.

При анализе пропускной способности некоторое количество пакетов с максимальной нагрузкой передаётся на вход DUT<sup>2</sup> (рис. А.1).

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

При определении пропускной способности используется метод бинарного поиска.

## А.2 Анализ задержки

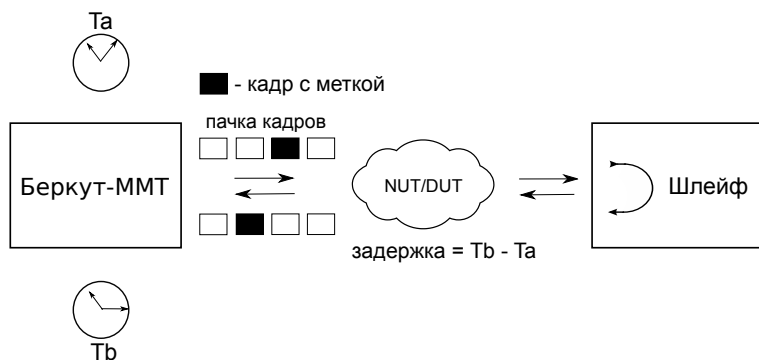


Рис. А.2. Анализ задержки

Анализ задержки (*Latency*) применяется для оценки времени, которое необходимо кадру для прохождения от источника к получателю и возврата к исходному элементу. Если величина задержки изменяется или становится больше допустимой, это может привести к проблемам в работе сервисов реального времени.

<sup>1</sup>Термины *кадр* и *пакет* в описаниях тестов являются синонимами.

<sup>2</sup>В этом и последующих описаниях тестов все рассмотренные действия выполняются тестером автоматически.

При анализе задержки сначала определяется пропускная способность DUT. Затем для каждого, определённого методикой RFC 2544, размера пакета на соответствующей ему максимальной нагрузке посылается поток кадров, адресованных получателю. Через некоторое время в один пакет вставляется метка определённого формата. На передающей стороне записывается значение  $T_a$  (время, к которому пакет с меткой был полностью передан). На приёмной стороне определяется метка и записывается значение  $T_b$  (время приёма пакета с меткой).

Задержка (Latency) — это разница ( $T_b - T_a$ ). По результатам анализа вычисляется средняя задержка.

### А.3 Анализ уровня потерь кадров

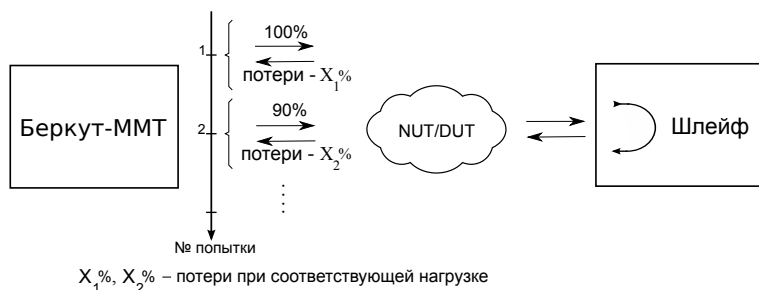


Рис. А.3. Анализ уровня потерь кадров

*Анализ уровня потерь кадров (Frame Loss Rate) необходим для проверки способности сети поддерживать приложения, которые работают в реальном времени (без возможности повторной передачи), так как большой процент потерь кадров приведёт к ухудшению качества сервиса.*

Анализ уровня потерь позволяет рассчитать процент кадров, которые не были переданы сетевым элементом при постоянной нагрузке из-за недостатка аппаратных ресурсов.

При анализе уровня потерь кадров на вход DUT на определённой скорости посылается некоторое количество кадров (input count)

и подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT (output count).

Уровень потерь кадров рассчитывается по формуле:

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

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

#### А.4 Анализ предельной нагрузки

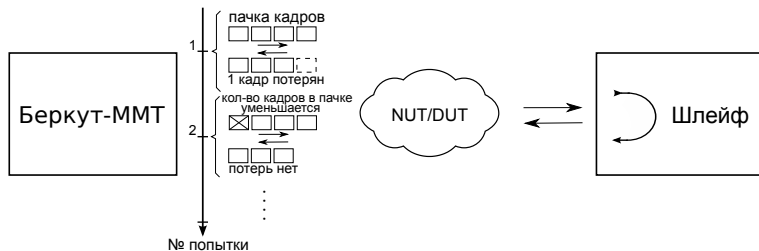


Рис. А.4. Анализ предельной нагрузки

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

При анализе неравномерности передачи данных на вход DUT в течение заданного времени отсылаются кадры с максимальной нагрузкой и подсчитывается количество пакетов с выхода DUT. Если оно оказывается равным количеству отправленных кадров, то тест заканчивается. Если же количество пакетов на выходе DUT меньше числа отправленных, то время уменьшается и тест повторяется.



---

## В. Структура Ethernet-кадра

---

|                         |
|-------------------------|
| Destination MAC Address |
| Source MAC Address      |
| Length/Type             |
| DATA                    |
| -----                   |
| Pad                     |
| Frame Check Sequence    |

**Рис. В.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.

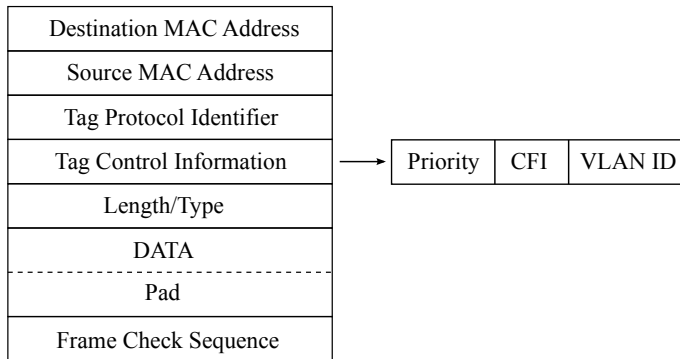
**Length/Type** — Длина/Тип. Поле содержит 16-битовое целое число и принимает одно из двух значений:

- 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 42/38/34 (в случае, когда кадр содержит 1/2/3 VLAN-метки) 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. В.2.** Структура Ethernet-кадра, содержащего VLAN-метку

**Tag Protocol Identifier** — метка «Идентификатор протокола». 16 бит, которые определяют принадлежность кадра к стандарту 802.1Q [4].

**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([4])).
- **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 [4]. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр.

## С. Спецификации

### С.1 Интерфейсы

Таблица С.1. Интерфейсы

|                                    |                            |
|------------------------------------|----------------------------|
| <b>Интерфейсы Gigabit Ethernet</b> | 2×10/100/1000 Base-T и SFP |
| <b>Интерфейсы управления</b>       | USB тип В                  |

### С.2 Тестирование

Таблица С.2. Тестирование

|  |  |
|--|--|
| <b>Скорость передачи</b>                     | 10/100/1000 Мбит/с   |
| <b>Поддерживаемые форматы кадров</b>         | Ethernet II, IPv4, UDP, TCP  |
| <b>Настройка параметров тестовых пакетов</b> | MAC-адрес источника/получателя, VLAN ID, приоритет VLAN, IP-адрес источника/получателя, поле ToS, поле Precedence, поле DSCP, UDP порт отправителя/получателя, размеры кадров 64 – 64000 байт                      |
| <b>RFC 2544</b>                              | Пропускная способность, задержка, потери кадров, предельная нагрузка   |
| <b>Маршрут</b>                               | Определение маршрутов следования данных в сетях на основе TCP/IP   |
| <b>Эхо-запрос</b>                            | Минимальное, среднее, максимальное время между отправкой запроса и получением ответа. Количество переданных, принятых, потерянных и повторных пакетов. Количество пакетов, для которых время ответа было превышено |
| <b>ARP</b>                                   | Определения MAC-адреса по известному IP-адресу или доменному имени узла  |
| <b>Arping</b>                                | Выполнение широковещательного ARP-запроса для получения MAC-адреса сетевого устройства по его IP-адресу или доменному имени  |
| <b>Шлейф (Loopback)</b>                      | Уровни: физический, канальный с поддержкой VLAN, сетевой, транспортный   |



### С.3 Общие характеристики

Таблица С.3. Общие характеристики

| <b>Физические параметры</b>                    |                         |
|--|-------------------------|
| Габаритные размеры модуля (В×Ш×Г)              | 30,5×103×150,5 мм       |
| Масса модуля                                   | 0,38 кг                 |
| <b>Условия эксплуатации</b>                    |                         |
| Диапазон рабочих температур                    | 15–25 °С                |
| Диапазон температур транспортировки и хранения | 5–40 °С                 |
| Относительная влажность воздуха                | 40–90 %, без конденсата |

## D. Устранение неисправностей

Таблица D.1. Возможные неисправности

| Характерные признаки неисправности   | Возможная причина   | Метод устранения   |
|--|---|--|
| Светодиодный индикатор  горит красным             | Модуль находится в нерабочем режиме вследствие установки некорректного ПО | Обновить версию прошивки микроконтроллера ещё раз, используя корректную версию |
| Светодиодный индикатор  не горит (питание подано) | Модуль находится в нерабочем режиме вследствие установки некорректного ПО | Обновить версию прошивки микроконтроллера ещё раз, используя корректную версию |
|  | Модуль неисправен   | Осуществить ремонт модуля в сервисном центре                                   |

В случае, если не удаётся самостоятельно устранить обнаруженную неисправность модуля, следует обратиться в службу технической поддержки по адресу:

ООО «НТЦ-Метротек»

127322, Москва,

ул. Яблочкова, д. 21, корп. 3

Тел.: (495) 961-0071, (812) 340-0118, (812) 340-0119

[www.metrotek.ru](http://www.metrotek.ru)

[www.metrotek.spb.ru](http://www.metrotek.spb.ru)

При обращении необходимо указать следующую информацию: наименование модуля, заводской номер и описание проблемы.



---

## Литература

---

- [1] RFC 2544, «Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices», S. Bradner and J. McQuaid, March 1999.
- [2] RFC 2819, «Remote Network Monitoring Management Information Base», S. Waldbusser, May 2000.
- [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] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Networks.
- [5] RFC 3168, «The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP», K. Ramakrishnan, S. Floyd, D. Black, September 2001.