

# Анализатор Gigabit Ethernet Metrotek ETN-S

---

Руководство по эксплуатации  
МТРГ.468166.003 РЭ2  
Версия 2.0.0, 2016

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

# Оглавление

<b>1. Введение</b>	<b>7</b>
1.1. Общие сведения	7
1.2. Основные возможности	7
1.3. Комплект поставки	7
<b>2. Меры безопасности</b>	<b>8</b>
<b>3. Внешний вид</b>	<b>9</b>
3.1. Тестовые порты	9
3.2. Индикаторы состояния портов	9
3.3. Светодиодные индикаторы лицевой панели	10
3.4. Разъёмы боковой панели	11
<b>4. Начало работы</b>	<b>12</b>
4.1. Подготовка к работе	12
4.2. Включение и выключение	12
4.3. Батареи	12
4.4. Строка состояния	13
4.5. Системные программы	14
<b>5. Подключение к прибору</b>	<b>15</b>
5.1. Параметры подключения	15
5.2. Подключение по интерфейсу USB	16
5.2.1. ОС Linux	16
5.2.2. ОС Windows	16
5.3. Подключение по интерфейсу Ethernet	17
5.3.1. ОС Linux	17
5.3.2. ОС Windows	17
<b>6. Конфигурация прибора</b>	<b>18</b>
6.1. Изменение пароля	18
6.2. Добавление пользователей	18
<b>7. Типовые схемы включения</b>	<b>19</b>
7.1. Двусторонние измерения	19
7.2. Односторонние измерения	19
7.3. Тестирование асимметричных каналов	20
7.4. Транзитный режим	21
<b>8. Сетевые настройки</b>	<b>22</b>
<b>9. RFC 2544. Конфигурация</b>	<b>24</b>
9.1. Топология теста	24

9.2. Пропускная способность . . . . .	25
9.3. Потери кадров . . . . .	26
9.4. Измерение задержки . . . . .	27
9.5. Предельная нагрузка . . . . .	28
9.6. Время обучения и ожидания . . . . .	29
9.7. Настройка заголовка . . . . .	30
9.8. Автоматическая подстановка MAC-адреса . . . . .	31
9.9. Автоматическая подстановка IP-адреса . . . . .	32
9.10. Выбор размера кадра . . . . .	32
<b>10. RFC 2544. Результаты</b>	<b>33</b>
10.1. Пропускная способность . . . . .	33
10.2. Потери кадров . . . . .	34
10.3. Измерение задержки . . . . .	35
10.4. Предельная нагрузка . . . . .	35
<b>11. Y.1564. Конфигурация</b>	<b>36</b>
11.1. Общие настройки . . . . .	36
11.2. Параметры потока . . . . .	37
11.3. Параметры SAC . . . . .	38
11.4. Заголовок пакета . . . . .	38
<b>12. Y.1564. Результаты</b>	<b>39</b>
<b>13. BERT. Конфигурация</b>	<b>40</b>
13.1. Общие настройки . . . . .	40
13.2. Топология теста . . . . .	41
13.3. Заголовок . . . . .	41
<b>14. BERT. Результаты</b>	<b>42</b>
<b>15. Сохранение отчетов</b>	<b>43</b>
15.1. Просмотр отчётов в формате JSON . . . . .	43
15.2. Просмотр отчётов в формате PDF . . . . .	44
<b>16. Тест кабеля</b>	<b>45</b>
16.1. Тестирование . . . . .	45
16.2. Результаты . . . . .	46
<b>17. Шлейф</b>	<b>47</b>
17.1. Включение . . . . .	47
17.2. Уровень шлейфа . . . . .	48
17.3. Изменение содержимого полей пакетов . . . . .	48
17.4. Особенности . . . . .	48
17.5. Статистика . . . . .	49

<b>18. Транзит</b>	<b>50</b>
<b>19. Тестовый поток</b>	<b>51</b>
19.1. Общие настройки	52
19.2. Заголовок	52
19.3. CIR	53
19.3.1. Пример	53
<b>20. Настройки времени</b>	<b>54</b>
20.1. Синхронизация	54
20.2. Ручная настройка	55
20.3. Настройки RTP	55
20.4. Синхронизация по протоколу NTP	55
<b>21. Статистика</b>	<b>56</b>
21.1. Сводная статистика по двум портам	56
21.2. Статистика по типам кадров	57
21.3. Статистика по размерам кадров	58
<b>22. Настройка прибора</b>	<b>59</b>
<b>23. Техническое обслуживание</b>	<b>60</b>
<b>24. Техническая поддержка</b>	<b>61</b>
<b>A. Теоретическое описание тестов</b>	<b>62</b>
A.1. Анализ по методике RFC 2544	62
A.1.1. Анализ пропускной способности	62
A.1.2. Анализ задержки	63
A.1.3. Анализ уровня потерь кадров	64
A.1.4. Анализ предельной нагрузки	65
A.2. Анализ по рекомендации ITU-T Y.1564	66
A.2.1. Показатели качества	66
A.2.2. Сравнение RFC 2544 и ITU-T Y.1564	67
A.2.3. Тесты конфигурации	67
A.2.3.1. Тест CIR	67
A.2.3.2. Тест EIR	68
A.2.3.3. Тест Traffic Policing	69
A.2.4. Тест производительности	69
A.2.5. M-фактор	69
A.2.6. Алгоритм измерения FTD	69
A.2.7. Алгоритм измерения FDV	70
A.3. BERT	71
A.3.1. Уровни тестирования	71
A.3.2. Тестовые последовательности	72

A.3.3. LSS . . . . .	72
<b>V. Асимметричное тестирование</b>	<b>73</b>
V.1. Пример тестирования . . . . .	73
<b>C. Спецификации</b>	<b>78</b>
C.1. Общие характеристики . . . . .	78
C.2. Условия эксплуатации . . . . .	78
C.3. Тестирование . . . . .	79
C.4. Опции поставки . . . . .	80
<b>D. Справочные таблицы</b>	<b>81</b>
<b>Литература</b>	<b>85</b>

# 1. Введение

## 1.1. Общие сведения

Анализатор Gigabit Ethernet Metrotek ETN-S (далее по тексту также «анализатор», «прибор», «устройство») представляет собой портативное автономное устройство для проведения измерений в сетях Gigabit Ethernet.

Прибор работает под управлением ОС Android 4.4, на измерительной платформе установлена ОС Linux. Анализатор поддерживает функцию беспроводной передачи данных — WiFi, Bluetooth и, при наличии сим-карты, 3G/LTE.

## 1.2. Основные возможности

1. Измерение характеристик сетевых устройств по методике RFC 2544.
2. Измерения по рекомендации Y.1564: одновременный анализ до 10 сервисов.
3. BER тестирование.
4. Генерация тестового потока с заданным размером кадра, длительностью генерации и величиной нагрузки.
5. Режим работы «транзит».
6. Сбор и отображение статистики.
7. Поддержка протоколов синхронизации времени PTP и NTP.
8. Режим интеллектуального шлейфа (Smart Loopback) с одновременным сбором статистики.
9. Тестирование медного кабеля.
10. Асимметричное тестирование.

## 1.3. Комплект поставки

Комплект поставки анализатора Gigabit Ethernet Metrotek ETN-S зависит от заказа и приведён в паспорте.

## 2. Меры безопасности

- До начала работы с прибором Metrotek ETN-S внимательно изучите настоящее руководство по эксплуатации.
- Если прибор транспортировался или хранился при отрицательных температурах, то перед включением следует выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 2 часов.
- Условия эксплуатации должны соответствовать условиям, приведённым в приложении С.2.
- При эксплуатации прибора должны выполняться общие требования правил пожарной безопасности.
- Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.
- Необходимо оберегать прибор от ударов, попадания влаги и пыли, продолжительного воздействия прямых солнечных лучей.
- При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать блок питания прибора от сети.



## 3. Внешний вид

### 3.1. Тестовые порты

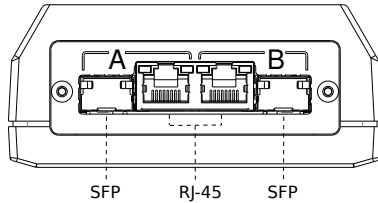


Рис. 3.1. Верхняя панель прибора Metrotek ETN-S

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

### 3.2. Индикаторы состояния портов

Порты А, В и LAN (см. рис.3.5) имеют по два светодиодных индикатора для определения состояния и активности соединения.

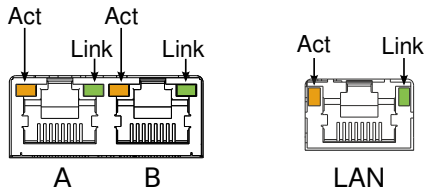


Рис. 3.2. Светодиодные индикаторы портов А, В и LAN

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

### 3.3. Светодиодные индикаторы лицевой панели



Рис. 3.3. Индикаторы состояния тестирования

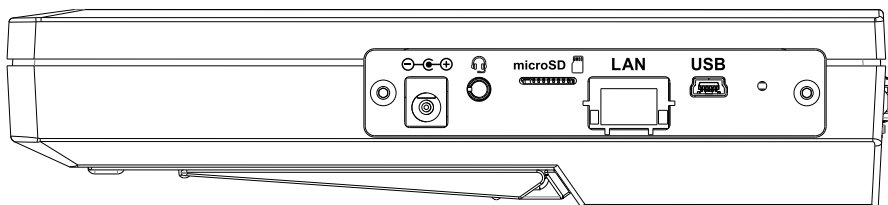
Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
Link	зелёный	горит	соединение с тестируемым оборудованием установлено
	красный	горит	соединения нет
	—	не горит	интерфейс не активен
Tx	зелёный	мигает или горит	идёт передача пакетов
	—	не горит	передача пакетов не осуществляется
Rx	зелёный	мигает или горит	идёт приём пакетов
	—	не горит	приём пакетов не осуществляется
Test	зелёный	горит	проводится тестирование
		мигает	включен режим «Шлейф»
	—	не горит	режим «Шлейф» выключен, тестирование не проводится



Рис. 3.4. Индикаторы «Charge» и «Act»

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
Charge	зелёный	горит	аккумуляторные элементы заряжены
	оранжевый	горит	идёт заряд аккумуляторных элементов
	—	не горит	прибор выключен
Act	зелёный	горит	программное обеспечение измерительной платформы успешно загружено
	красный	горит	программное обеспечение измерительной платформы загружается
	—	не горит	измерительная платформа выключена

### 3.4. Разъёмы боковой панели



*Рис. 3.5. Боковая панель прибора Metrotek ETN-S*

Маркировка	Назначение
	Подключение внешнего блока питания.
	Подключение телефонной гарнитуры или наушников
micro SD	Разъём с картой памяти, содержащей программное обеспечение прибора. <b>Примечание.</b> Работа прибора без установленной карты невозможна. Недопустимо извлекать карту памяти из разъёма для использования в других устройствах.
LAN	Удалённое управление устройством.
USB	Mini USB-порт для подключения к персональному компьютеру в режиме USB-serial.


## 4. Начало работы


### 4.1. Подготовка к работе

1. После извлечения устройства из упаковки произвести внешний осмотр и проверить комплектность в соответствии с паспортом.
2. Если прибор транспортировался или хранился при отрицательных температурах, то перед включением выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 2 часов.
3. Включить прибор (см. раздел 4.2).
4. При необходимости, для управления функциями измерительной платформы подключиться к прибору, следуя указаниям раздела 5.

### 4.2. Включение и выключение

Для включения прибора следует:

1. Подключить блок питания к разъёму питания (см. рис. 3.5), а затем к электрической розетке. После подключения загорается зелёным или оранжевым индикатор «Charge» (см. рисунок 3.4).
2. Нажать и удерживать клавишу , расположенную в нижней части лицевой панели корпуса прибора.

Для выключения прибора нажать и удерживать клавишу , в открывшемся окне выбрать «Отключить питание».

### 4.3. Батареи

В приборе установлены две батареи: батарея измерительной платформы и батарея Android части. Использование двух батарей увеличивает продолжительность автономной работы.

Уровень заряда батарей отображается в строке состояния (см. раздел 4.4): батарея измерительной платформы — слева, батарея Android части — справа. Если заряд одной из батарей критически мал, на экране прибора выводится сообщение о необходимости подключить зарядное устройство.

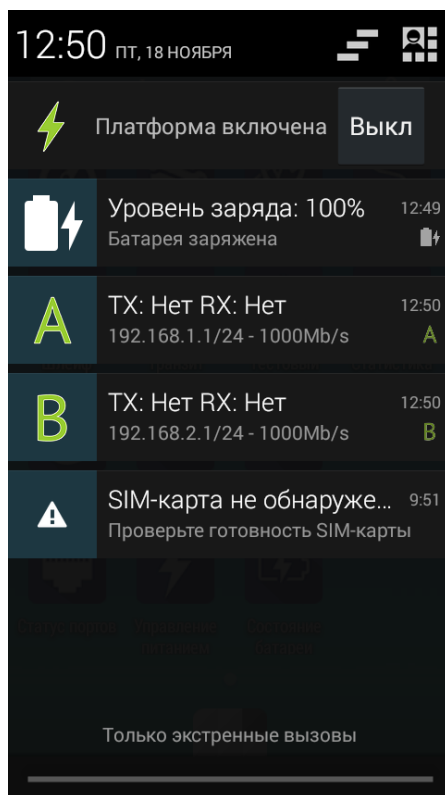
## 4.4. Строка состояния

Строка состояния находится в верхней части экрана. В ней отображаются уведомления, уровень заряда батарей, включенные интерфейсы, время.



*Рис. 4.1. Строка состояния*

Строку состояния можно раскрыть (провести пальцем по экрану сверху вниз) и получить подробную информацию, собранную системными программами (см. раздел 4.5).



*Рис. 4.2. Раскрытая строка состояния*

## 4.5. Системные программы

На приборе установлены системные программы: «Статус портов», «Управление питанием», «Статус батареи». Эти программы запускаются автоматически при включении прибора, собирают системную информацию и выводят её в строке состояния (см. раздел 4.4).

«Статус портов» — программа для отображения состояния портов измерительной платформы: включен или выключен, состояние соединения, IP-адрес, запущенные тесты.

«Статус батареи» — программа для отображения уровня заряда батареи измерительной платформы и уведомления о низком заряде.

«Управление питанием» — программа позволяет включить или выключить измерительную платформу, а также выводит её состояние (включена или выключена).

*Примечание.* Для выполнения тестов измерительная платформа должна быть включена.

## 5. Подключение к прибору

Для управления функциями измерительной платформы необходимо подключиться к прибору по интерфейсу USB (порт «USB», рис. 3.5) или Ethernet (порт «LAN», рис. 3.5).

### 5.1. Параметры подключения

На измерительной платформе прибора установлена ОС Linux и созданы три учётные записи: root, admin и user.

Имя	Назначение	Интерфейс для подключения к прибору
root	Управление файлами и сетевыми интерфейсами, установка пакетов. <i>Примечание.</i> Под учётной записью root работать с прибором следует предельно внимательно.	USB (см. раздел 5.2) <i>Примечание.</i> При подключении к прибору по интерфейсу Ethernet для работы под учётной записью root необходимо ввести команду su.
admin	Управление функциями прибора.	USB, Ethernet (см. раздел 5.3)
user	Подключение к прибору.	USB, Ethernet

В таблице ниже приведены параметры для первого подключения к прибору. После соединения с прибором пароли можно изменить, следуя указаниям раздела 6.1.

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

*Примечание.* Настоятельно рекомендуется изменить пароль для учётной записи root при подключении прибора к сети общего пользования.

В случае успешного подключения к прибору в окно терминальной программы выводится приглашение командной строки.

## 5.2. Подключение по интерфейсу USB

### 5.2.1. ОС Linux

Взаимодействие с прибором в ОС Linux осуществляется посредством стандартного драйвера USB serial и любой доступной терминальной программы (например, minicom).

Для установки соединения между персональным компьютером (ПК) и прибором с использованием программы minicom необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить USB-порт прибора к USB-порту ПК.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора.
3. На ПК запустить программу minicom:

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

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

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

### 5.2.2. ОС Windows

Взаимодействие с прибором в ОС Windows осуществляется посредством драйвера Virtual COM Port. Данный драйвер следует предварительно установить на ПК для инициализации прибора в системе. Файлы драйверов для различных операционных систем и указания по их установке представлены на сайте компании FTDI Chip: <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>.

**Примечание.** Взаимодействие с прибором может обеспечиваться как стандартными средствами ОС Windows — программой HyperTerminal, так и терминальными программами сторонних производителей.

Для установки соединения между ПК и прибором с использованием программы HyperTerminal необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключить USB-порт прибора к USB-порту ПК.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора.
3. На ПК запустить программу HyperTerminal.
4. Создать новое подключение: «Файл» ⇒ «Новое подключение».
5. Задать имя подключения.
6. Определить, каким COM-портом в системе является подключенный прибор, обратившись к стандартному приложению «Диспетчер устройств»: «Мой компьютер» ⇒ «Свойства» ⇒ «Оборудование» ⇒ «Диспетчер устройств».



7. Выбрать последовательный порт, к которому подключен прибор.
8. Установить параметры последовательного порта:
  - скорость (бит/с): 115200;
  - биты данных: 8;
  - чётность: нет;
  - стоповые биты: 1;
  - управление потоком: нет.
9. После нажатия на кнопку Enter HyperTerminal попытается установить соединение с Metrotek ETN-S. В случае успешного соединения в окно терминальной программы будет выведено приглашение для ввода имени пользователя и пароля.

### 5.3. Подключение по интерфейсу Ethernet

#### 5.3.1. ОС Linux

Для установки соединения между ПК и прибором Metrotek ETN-S следует:

1. Подключить порт LAN прибора к ПК или сети.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора.
3. На ПК открыть окно терминала и ввести команду:  
`ssh admin@IP-адрес_порта_LAN`  
(или `ssh user@IP-адрес_порта_LAN`)
4. Ввести пароль для используемой учётной записи.

#### 5.3.2. ОС Windows

Для установки соединения между ПК и прибором Metrotek ETN-S следует:

1. Подключить порт LAN прибора к ПК или сети.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора.
3. На ПК открыть терминальный клиент с поддержкой SSH, например PuTTY.
4. Задать IP-адрес порта LAN и войти в систему.
5. Ввести имя пользователя: `admin` или `user`.
6. Ввести пароль для выбранной учётной записи.

## 6. Конфигурация прибора

### 6.1. Изменение пароля

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

1. Подключиться к прибору Metrotek ETN-S, используя учётную запись root (см. раздел 5).
2. Ввести команду `passwd` и следовать указаниям на экране ПК.

### 6.2. Добавление пользователей

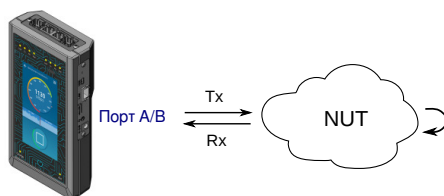
Для добавления новых пользователей следует:

1. Подключиться к прибору Metrotek ETN-S используя учётную запись root (см. раздел 5).
2. Ввести команду `adduser` и следовать указаниям на экране ПК.

## 7. Типовые схемы включения

**Примечание.** Условные обозначения на схемах: NUT — тестируемые сети, Rx — принимающая часть порта A/B, Tx — передающая часть порта A/B.

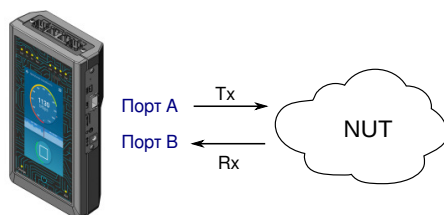
### 7.1. Двусторонние измерения



*Рис. 7.1. Подключение прибора для тестирования с помощью удалённого шлейфа*

Для проведения двусторонних измерений используется шлейф (см. раздел 17). Порт А или В прибора подключается к сети. Прибор генерирует тестовый трафик и измеряет характеристики потока, приходящего на исходный порт. Для перенаправления трафика используется другой прибор Metrotek ETN-S или аналогичное оборудование.

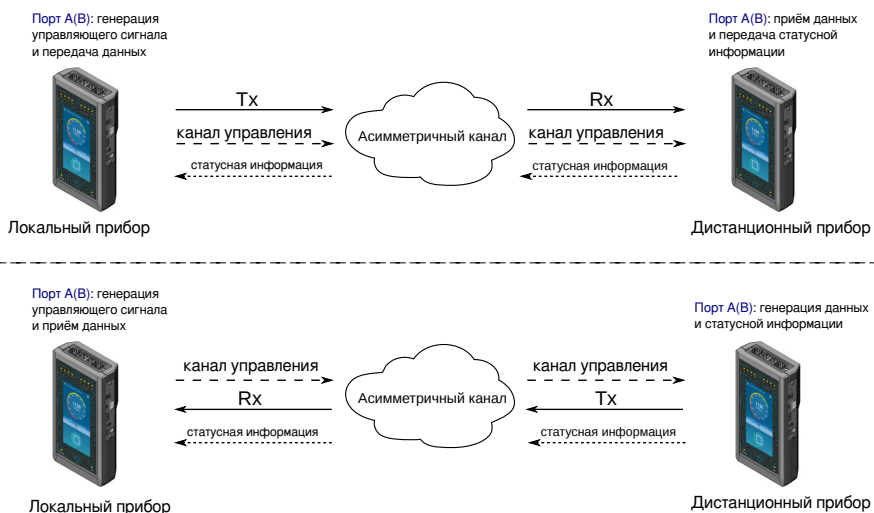
### 7.2. Односторонние измерения



*Рис. 7.2. Подключение прибора для проведения измерений в одном направлении*

Для проведения односторонних измерений оба порта прибора подключаются к сети. Тестовый трафик генерируется с порта А (В) на порт В (А). Порты могут подключаться как к одному коммутатору или маршрутизатору, так и к нескольким.

### 7.3. Тестирование асимметричных каналов

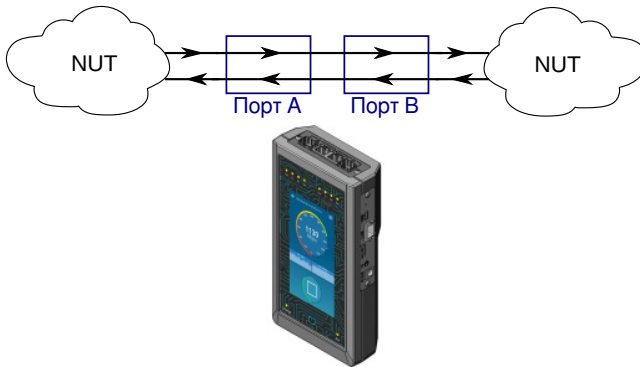


**Рис. 7.3.** Подключение прибора для тестирования асимметричных каналов

При тестировании асимметричных каналов (см. прил. В) используется два прибора: локальный, на котором производится настройка параметров анализа, и дистанционный, находящийся на другом конце асимметричного канала. Такое подключение даёт возможность оценить работоспособность канала связи независимо для каждого направления. Результаты тестов доступны на локальном приборе.

Прибор Metrotek ETN-S позволяет провести анализ асимметричных каналов с помощью следующих тестов: RFC 2544, Y.1564, BERT. Для этого необходимо в настройках топологии (см. раздел 9.1) в качестве порта передачи или приёма выбрать «Удаленный прибор». Пример теста приведен в приложении В.

## 7.4. Транзитный режим



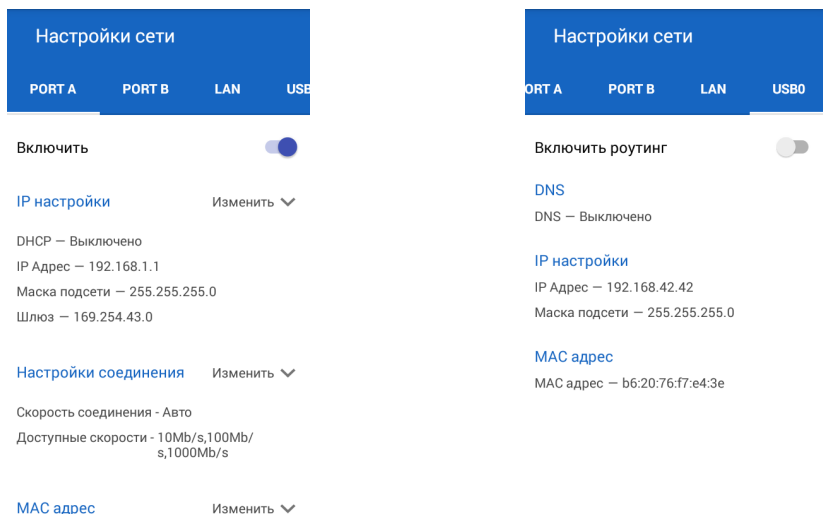
*Рис. 7.4. Подключение прибора в транзитном режиме*

В транзитном режиме (см. раздел 18) прибор подключается в разрыв соединения между сетевыми устройствами. Прибор пропускает через себя все пакеты с порта А (В) на порт В (А) и собирает статистику по проходящему трафику.

## 8. Сетевые настройки

Прибор имеет три сетевых интерфейса — порт А («gbe 0»), порт В («gbe1»), и порт LAN («lan»), а также интерфейс внутреннего подключения к измерительной платформе — USB0.

Для настройки интерфейсов используется программа «Сетевые настройки».




*Рис. 8.1. Настройки интерфейсов А, В, LAN, USB0*

Включить	Разрешение работы интерфейса.
IP настройки	
DHCP	Разрешение автоматической настройки сети: IP-адрес порта, маска подсети, IP-адрес шлюза и IP-адрес узла, который содержит базу DNS, будут предоставлены прибору сервером DHCP автоматически.
IP-адрес	IP-адрес порта.
Маска подсети	Маска подсети.
Шлюз	IP-адрес шлюза.
Настройки соединения	
Скорость соединения	Скорость передачи данных. При выборе «Авто» включается режим автосогласования скорости.

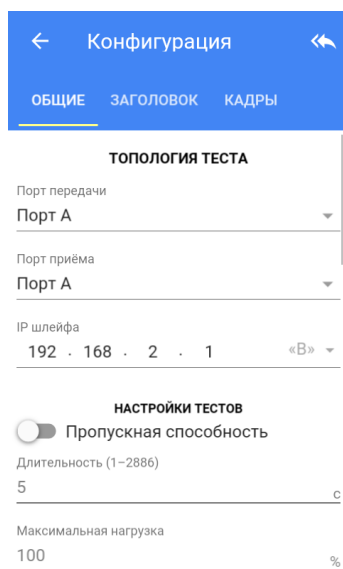
Доступные скорости	<p>Предпочитаемые скорости соединения с тестируемым оборудованием.</p> <p><b>Примечание.</b> Для установки соединения необходимо, чтобы на противоположном конце также использовалось автосогласование, и совпала как минимум одна предпочитаемая скорость. Соединение устанавливается на скорости, максимальной для обоих устройств.</p>
MAC-адрес	
MAC-адрес	MAC-адрес порта.
Закладка «USB0»	
Включить роутинг	Разрешить выполнение TCP/IP тестов (ping, traceroute) с использованием интерфейсов А и В.
DNS, IP настройки, MAC адрес	Справочная информация по параметрам внутреннего подключения к измерительной платформе.

## 9. RFC 2544. Конфигурация

«RFC 2544» — программа для анализа по методике RFC 2544: измерения пропускной способности, задержки, уровня потерь кадров и предельной нагрузки. Объектом тестирования является канал, не задействованный под пользовательский трафик, и оборудование — маршрутизаторы, коммутаторы. Теоретическое описание тестов представлено в разделе [A.1](#).

Настройка параметров тестов выполняется в меню  ⇒ «Конфигурация».

### 9.1. Топология теста



← Конфигурация →

ОБЩИЕ ЗАГОЛОВОК КАДРЫ

**ТОПОЛОГИЯ ТЕСТА**

Порт передачи  
Порт А

Порт приёма  
Порт А

IP шлейфа  
192 · 168 · 2 · 1 «В»

**НАСТРОЙКИ ТЕСТОВ**

Пропускная способность

Длительность (1–2886)  
5 с

Максимальная нагрузка  
100 %

*Рис. 9.1. Топология тестов*

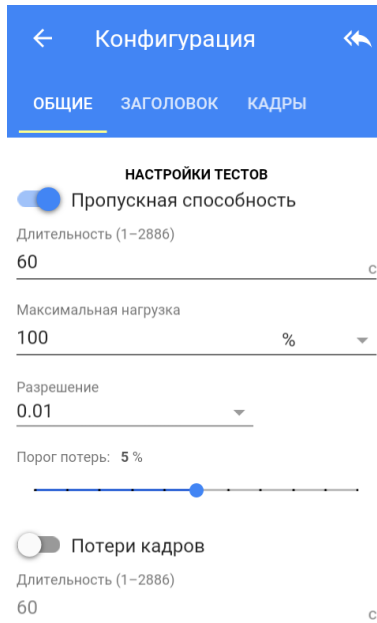
В качестве порта для передачи/приёма данных выбирается порт А, порт В или удалённый прибор. Типовые схемы включения приведены в разделе [7](#).

При использовании функции «Шлейф» (см. раздел [17](#)) один и тот же порт может служить и для передачи и для приёма. В этом случае необходимо указать IP-адрес шлейфа.

При тестировании асимметричных каналов в качестве порта передачи или приёма выбирается «Удалённый прибор» (см. раздел [7.3](#)). В этом случае необходимо указать IP-адрес удалённого прибора. Описание и пример теста приведены в приложении [B](#).



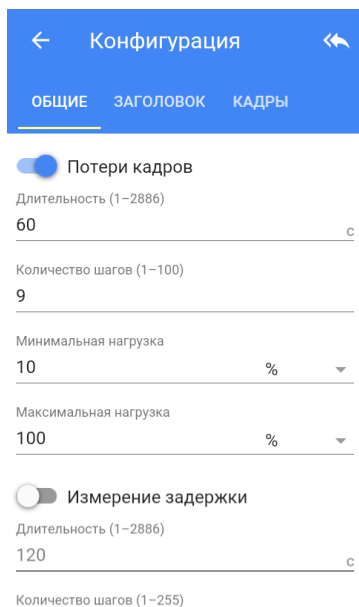
## 9.2. Пропускная способность



**Рис. 9.2.** *Настройка параметров теста «Пропускная способность»*

Длительность	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра.
Максимальная нагрузка	Значение физической (L1) скорости в процентах, кбит/с или Мбит/с .
Разрешение	Разрешение, с которым будет производиться поиск пропускной способности. Наименьшее значение разрешения соответствует наибольшей точности измерения пропускной способности канала.
Порог потерь	Порог допустимых потерь. Если количество принятых пакетов оказывается меньше количества переданных на величину допустимого порога потерь, тест считается пройденным.

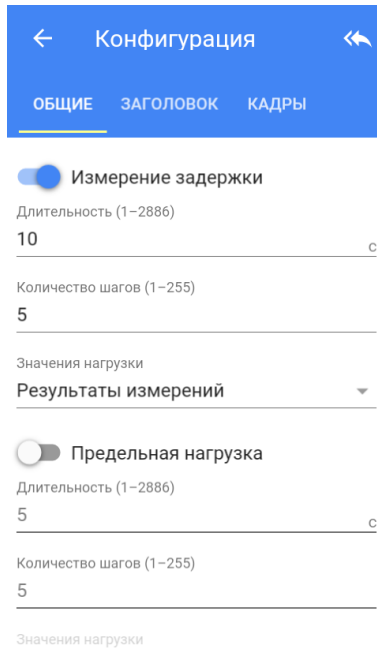
### 9.3. Потери кадров



**Рис. 9.3.** Настройка параметров теста «Потери кадров»

Длительность	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра.
Количество шагов	Количество шагов изменения нагрузки.
Минимальная нагрузка, Максимальная нагрузка	Поля «Минимальная нагрузка» и «Максимальная нагрузка» задают диапазон значений нагрузки, на которой будет проводиться анализ уровня потерь. Значения физической (L1) скорости задаются в процентах, в кбит/с или в Мбит/с.

## 9.4. Измерение задержки



**Рис. 9.4.** Настройка параметров теста «Измерение задержки»

Длительность	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра.
Количество шагов	Количество повторений теста для каждого заданного размера кадра.
Значения нагрузки	При выборе «Результаты измерений» тест «Измерение задержки» будет проходить при значениях нагрузки, полученных в результате теста «Пропускная способность». При выборе «Вручную» при проведении теста будут использованы значения, заданные пользователем на закладке «Кадры» (см. раздел 9.10).

## 9.5. Предельная нагрузка

**Рис. 9.5.** Настройка параметров теста «Предельная нагрузка»

Длительность	Период времени, в течение которого выполняется проба для каждого заданного в настройках размера кадра.
Количество шагов	Количество повторений теста для каждого заданного в настройках размера кадра.
Значения нагрузки	При выборе «Результаты измерений» тест «Предельная нагрузка» будет проходить при значениях нагрузки, полученных в результате теста «Пропускная способность». При выборе «Вручную» при проведении теста будут использованы значения, заданные пользователем на закладке «Кадры» (см. раздел 9.10).

## 9.6. Время обучения и ожидания

На закладке «Общие» в разделе «Дополнительно» (см. рис. 9.5) можно задать величину времени обучения и ожидания. Согласно RFC 2544, время обучения — время, через которое начнётся тестирование после отправки обучающего кадра. Рекомендуемое методикой значение — 2000 мс.

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

Время ожидания — время между окончанием одной пробы и отправкой обучающего кадра. Рекомендуемое методикой значение — 7000 мс: на получение остаточных кадров отводится 2000 мс, на рестабилизацию тестируемого устройства — 5000 мс.

Пользователь может задавать произвольные значения времени обучения и ожидания в пределах от 100 до 10 000 мс.

## 9.7. Настройка заголовка

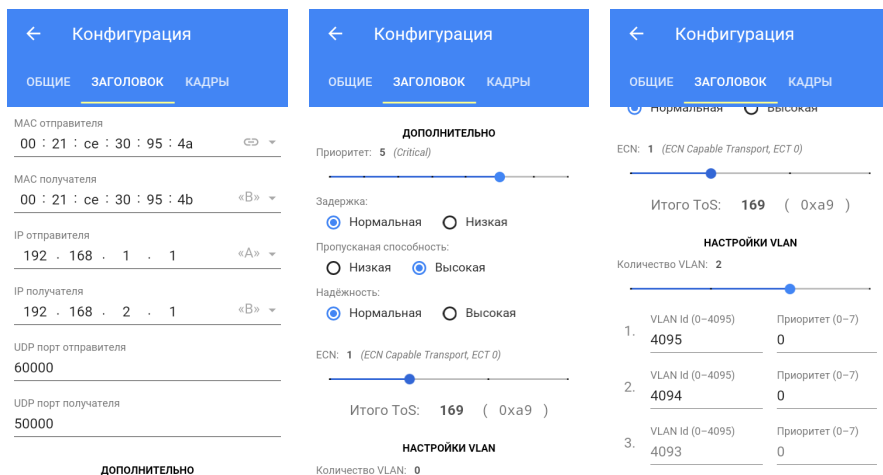



Рис. 9.6. Закладка «Заголовок»


MAC отправителя	MAC-адрес отправителя (см. раздел 9.8).
MAC получателя	MAC-адрес получателя (см. раздел 9.8).
IP отправителя	IP-адрес отправителя (см. раздел 9.9).
IP получателя	IP-адрес получателя (см. раздел 9.9).
UDP порт отправителя	Номер UDP-порта отправителя.
UDP порт получателя	Номер UDP-порта получателя.
<b>Дополнительно</b>	
Приоритет	Приоритет кадра в соответствии с RFC 791 [2]. Пользователь может установить любое значение из таблицы D.3.
Задержка	«Низкая» задержка используется, когда время доставки пакета от исходного сетевого устройства до адресата наиболее важно и должно быть минимальным.
Пропускная способность	«Высокая» пропускная способность означает, что пакет должен быть перенаправлен через канал с максимальной пропускной способностью.
Надёжность	«Высокая» надёжность используется, когда необходимо, чтобы данные достигли адресата без повторной передачи.
ECN	Поле для передачи информации о перегрузках в соответствии с RFC 3168 [13]. Возможные значения описаны в табл. D.6.



Итого ToS	Значение типа обслуживания IP-пакета (RFC 1349 [4]), полученное в результате анализа заданных значений приоритета, задержки, пропускной способности и ECN. Некоторые значения приведены в таблице D.4.
Настройки VLAN	
Количество VLAN	Количество VLAN-меток.
VLAN ID	Идентификатор VLAN. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр. <b>Примечание.</b> 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	Приоритет трафика в соответствии с IEEE 802.1Q [1] (см. табл. D.2).

## 9.8. Автоматическая подстановка MAC-адреса

Для автоматической подстановки MAC-адреса необходимо нажать на ▼ в поле редактирования MAC-адреса:

- при выборе  ARP будет проведен ARP-запрос, в результате которого вместо текущего MAC-адреса отправителя (получателя) будет подставлен адрес, соответствующий IP-адресу отправителя (получателя);

**Примечание.** Если выбрано  ARP, при изменении IP-адреса MAC-адрес будет меняться автоматически.

- при выборе «А» или «В» будет подставлен MAC-адреса порта А или В, заданный в программе «Сетевые настройки» (см. раздел 8);
- при выборе  будет подставлен MAC-адрес удалённого шлейфа;
- при выборе  будет подставлен MAC-адрес удалённого прибора.

При задании MAC-адресов необходимо учитывать следующее:

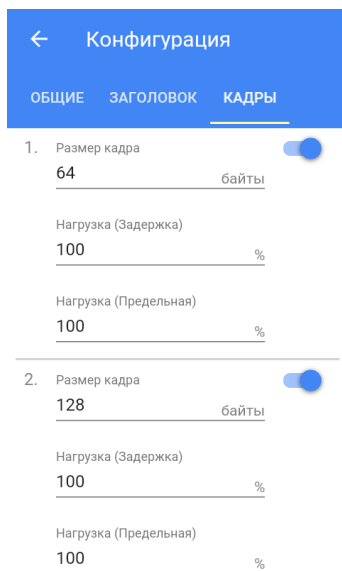
- в качестве MAC-адреса отправителя указывается MAC-адрес интерфейса источника;
- если источник и получатель соединены напрямую, без промежуточных маршрутизаторов, в качестве MAC-адреса получателя указывается MAC-адрес интерфейса получателя;
- если между источником и получателем существует хотя бы один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

## 9.9. Автоматическая подстановка IP-адреса

Для автоматической подстановки IP-адреса необходимо нажать на ▼ в поле редактирования IP-адреса:

- при выборе «А» или «В» будет подставлен IP-адрес порта А или В, заданный в программе «Сетевые настройки» (см. раздел 8);
- при выборе →← будет подставлен IP-адрес удаленного шлейфа;
- при выборе □ будет подставлен IP-адрес удаленного прибора.

## 9.10. Выбор размера кадра



**Рис. 9.7.** Закладка «Кадры»

На закладке «Кадры» по умолчанию выбраны размеры, рекомендованные методикой RFC 2544: 64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518 байт.

Пользователь может задать два дополнительных размера кадра, а также изменить значения по умолчанию в пределах 64 – 9600 байт.

Для каждого размера кадра можно задать значения нагрузки, которые будут использованы при проведении тестов «Измерение задержки» и «Предельная нагрузка».



## 10. RFC 2544. Результаты

Результаты анализа по методике RFC 2544 доступны в программе «RFC 2544» на закладке «Результаты» (см. раздел 10.1 – 10.4).

Отчёты об измерениях можно сохранить (см. раздел 15). После сохранения они будут доступны в формате JSON (см. раздел 15.1) и PDF (см. раздел 15.2).

### 10.1. Пропускная способность

Frame	Скор., %	Скор., Мб/с	Ст.
64	100	L1: 1000	✓
		L2: 761.905	
		L3: 547.619	
		L4: 309.524	
128	100	L1: 1000	✓
		L2: 864.865	
		L3: 743.243	
		L4: 608.108	
256	100	L1: 1000	✓
		L2: 927.536	
		L3: 862.319	
		L4: 789.855	
512	100	L1: 1000	✓
		L2: 962.406	
		L3: 928.571	
		L4: 890.977	

Рис. 10.1. Результаты теста «Пропускная способность»

Кадр	Заданный в настройках теста размер кадра.
Скорость, %	Заданная в настройках теста нагрузка.
Скорость, Мб/с	Значение пропускной способности, полученное в результате проведения теста. Полезная составляющая нагрузки рассчитана для канального, сетевого и транспортного уровня модели OSI: <ul style="list-style-type: none"><li>– канальный уровень (L2): при расчёте учитывается только размер Ethernet-кадра (включая CRC);</li><li>– сетевой уровень (L3): при расчёте учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet-заголовка, VLAN- и MPLS-меток;</li><li>– транспортный уровень (L4): при расчёте учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet- и IP-заголовка, VLAN- и MPLS-меток.</li></ul>
Статус	Состояние теста (см. табл. D.1).

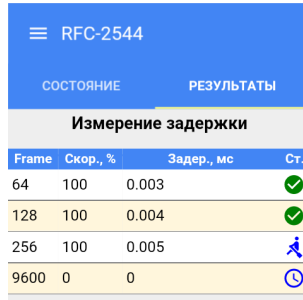
## 10.2. Потери кадров

RFC-2544				
СОСТОЯНИЕ		РЕЗУЛЬТАТЫ		
Потери кадров				
Frame	Скор., %	Пот., %	Пот., Мб/с	Ст.
64	100	0	L1:0	✓
			L2:0	
			L3:0	
			L4:0	
128	100	0	L1:0	✓
			L2:0	
			L3:0	
			L4:0	
256	100	0	L1:0	✓
			L2:0	
			L3:0	
			L4:0	
9600	100	0	L1:0	✓
			L2:0	
			L3:0	
			L4:0	

*Рис. 10.2. Результаты теста «Потери кадров»*

Кадр	Заданный в настройках теста размер кадра.
Скорость, %	Заданная в настройках теста нагрузка.
Потери, %	Значение уровня потерь кадров в процентах (процент кадров, которые не были переданы, от общего числа переданных пакетов).
Потери, Мб/с	<p>Значение уровня потерь кадров в Мбит/с, полученное в результате проведения теста. Полезная составляющая нагрузки рассчитана для канального, сетевого и транспортного уровня модели OSI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– канальный уровень (L2): при расчёте учитывается только размер Ethernet-кадра (включая CRC);</li> <li>– сетевой уровень (L3): при расчёте учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet-заголовка, VLAN- и MPLS-меток;</li> <li>– транспортный уровень (L4): при расчёте учитывается размер Ethernet-кадра без CRC, Ethernet- и IP-заголовка, VLAN- и MPLS-меток.</li> </ul>
Статус	Состояние теста (см. табл. D.1).

### 10.3. Измерение задержки

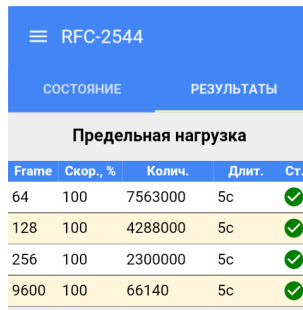


Frame	Скор., %	Задер., мс	Ст.
64	100	0.003	✓
128	100	0.004	✓
256	100	0.005	🚶
9600	0	0	🕒

Рис. 10.3. Результаты теста «Измерение задержки»

Кадр	Заданный в настройках теста размер кадра.
Скорость, %	Заданная в настройках теста нагрузка.
Задержка, мс	Среднее значение задержки.
Статус	Состояние теста (см. табл. D.1).

### 10.4. Предельная нагрузка



Frame	Скор., %	Колич.	Длит.	Ст.
64	100	7563000	5с	✓
128	100	4288000	5с	✓
256	100	2300000	5с	✓
9600	100	66140	5с	✓


Рис. 10.4. Результаты теста «Предельная нагрузка»

Кадр	Заданный в настройках теста размер кадра.
Скорость, %	Заданная в настройках теста нагрузка.
Количество	Количество кадров, переданных за время тестирования.
Длительность	Время, в течение которого устройство справляется с максимальной нагрузкой.
Статус	Состояние теста (см. табл. D.1).

# 11. Y.1564. Конфигурация

«Y.1564» — программа для анализа мультисервисных Ethernet-сетей по рекомендации ITU-T Y.1564. Выполняет тесты конфигурации (CIR, EIR, Traffic Policing) и тест производительности, измеряет пропускную способность, FTD, FDV, FLR.

Результаты тестирования позволяют оценить, соответствуют ли показатели качества предоставляемого сервиса (SAC) требованиям соглашения об уровне обслуживания (SLA). Подробное описание тестов представлено в разделе A.2.

Настройка параметров теста выполняется в меню  ⇒ «Конфигурация».

## 11.1. Общие настройки

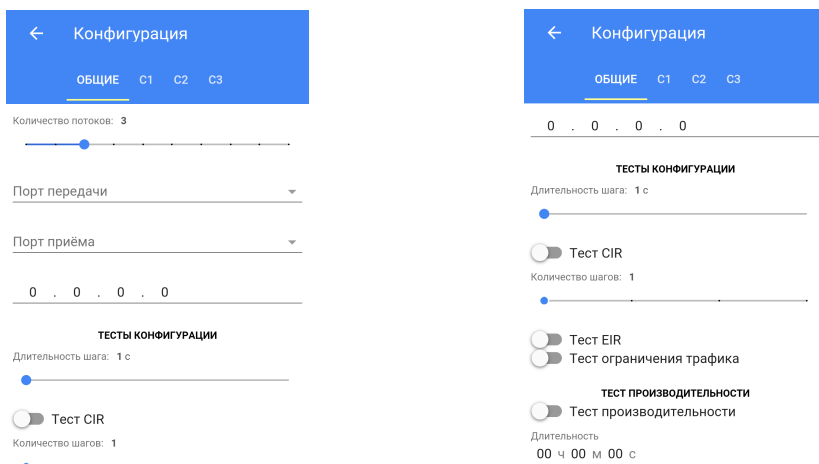


Рис. 11.1. Общие настройки

Количество потоков	Количество тестируемых потоков (от 1 до 10).
Порт передачи	Порт для передачи данных (см. раздел 9.1).
Порт приёма	Порт для приёма данных (см. раздел 9.1).
Длительность шага	Значение длительности шага для тестов конфигурации.
Тест CIR	Включение/выключения теста CIR.
Количество шагов	Количество шагов для теста CIR.
Тест EIR	Включение/выключение теста EIR.
Тест ограничения трафика	Включение/выключения теста ограничения трафика
Тест производительности	Включение/выключения теста производительности
Длительность	Длительность теста производительности.

## 11.2. Параметры потока

← Конфигурация

ОБЩИЕ **C1** C2 C3 C4

**ПАРАМЕТРЫ ПОТОКА**

CIR (L2)  
10 Мб/с

EIR (L2)  
1 Мб/с

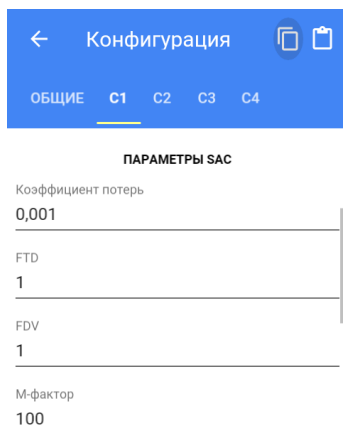
TP (L2)  
11 Мб/с

Размер кадра  
64 байт

**Рис. 11.2.** Параметры потока

CIR (L2)	Гарантированная пропускная способность.
EIR (L2)	Максимально допустимое превышение CIR.
TP (L2)	Значение нагрузки для теста Traffic Policing. Эта величина должна быть больше CIR (L2)+EIR (L2).
Размер кадра	Размер кадра для сервиса.

### 11.3. Параметры SAC



*Рис. 11.3. Параметры SAC*

Коэффициент потерь	Допустимый уровень потерь кадров.
FTD	Максимально допустимая задержка распространения кадров.
FDV	Максимально допустимое отклонение задержки распространения кадров.
M-фактор	M-фактор (см. прил <a href="#">A.2.5</a> ).

### 11.4. Заголовок пакета

Настройки заголовка аналогичны описанным в разделе [9.7](#).

## 12. Y.1564. Результаты

Результаты анализа по рекомендации Y.1564 доступны в программе «Y.1564» на закладке «Результаты».

Отчёты об измерениях можно сохранить (см. раздел 15). После сохранения они будут доступны в формате JSON (см. раздел 15.1) и PDF (см. раздел 15.2).

Y.1564						
СОСТОЯНИЕ			РЕЗУЛЬТАТЫ			
Тесты конфигурации						
Сервис 1						
Шаг	IR, Mb/s	FTD, ms	FDV, ms	FLR, %	Ст.	
Тест CIR						
1	10	0	0	0		✓
Тест CIR+EBR						
11	0	0	0	0		✓
Тест ограничения трафика						
11	0	0	0	0		✓
Тест производительности						
Сер.	IR, Mb/s	FTD, ms	FDV, ms	FLR, %	Ст.	
1	10	0.002	0	0%		✓
	10	0.002	0	0 пак.		

Рис. 12.1. Результаты тестов

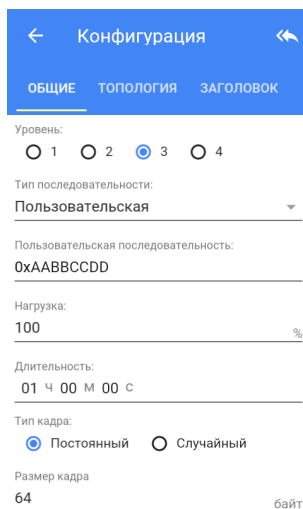
Тесты конфигурации	
Шаг	Номер шага для теста CIR.
IR, Мбит/с	Измеренное среднее значение пропускной способности.
FTD, мс	Измеренное среднее значение задержки распространения кадров.
FDV, мс	Измеренное среднее значение отклонения задержки распространения кадров.
FLR, %	Измеренное значение уровня потерь кадров.
Статус	Состояние теста (см. табл. D.1).
Тест производительности	
Сервис	Номер тестируемого сервиса.
IR, Мбит/с	Измеренное среднее значение пропускной способности.
FTD, мс	Измеренное среднее значение задержки распространения кадров.
FDV, мс	Измеренное среднее значение отклонения задержки распространения кадров.
FLR, %	Измеренное значение потерь кадров.
Статус	Состояние теста (см. табл. D.1).

## 13. BERT. Конфигурация

«BERT» (Bit Error Rate Test) — программа для определения коэффициента битовых ошибок. Теоретическое описание теста представлено в разделе [A.3](#).

Настройка параметров теста выполняется в меню  ⇒ «Конфигурация».

### 13.1. Общие настройки



*Рис. 13.1. Настройка параметров теста «BERT»*

Уровень	Уровень модели OSI, на котором будет проводится тест (см. раздел <a href="#">A.3.1</a> ): 1 — физический, 2 — канальный, 3 — сетевой, 4 — транспортный.
Тип последовательности	Выбор стандартной (см. раздел <a href="#">A.3.2</a> ) или задаваемой пользователем тестовой последовательности.
Пользовательская последовательность	Ввод произвольной последовательности.
Нагрузка	Значение информационной (L2) скорости.
Длительность	Длительность измерений.
Тип кадра	«Постоянный» — для тестирования используется размер кадра, заданный в пункте меню «Размер кадра». «Случайный» — размер кадра изменяется по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Минимальный размер кадра», «Максимальный размер кадра»).



## **13.2. Топология теста**

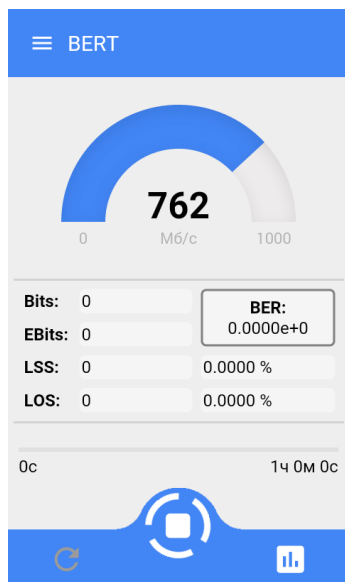
Настройки топологии аналогичны описанным в разделе [9.1](#).

## **13.3. Заголовок**

Настройки заголовка аналогичны описанным в разделе [9.7](#).

## 14. BERT. Результаты

Результаты анализа BERT доступны на главном экране программы «BERT».





**Рис. 14.1.** Результаты теста «BERT»

Bits	Количество принятых бит.
EBits	Количество ошибочных бит.
BER	Отношение количества ошибочных бит к общему числу принятых бит.
LSS	Время потери синхронизации с принимаемыми данными (см. раздел <a href="#">А.3.3</a> ). В процентах выводится отношение времени, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности, ко времени, прошедшему с начала теста.
LOS	Время отсутствия сигнала. В процентах выводится отношение времени, в течение которого сигнал отсутствовал, ко времени, прошедшему с начала теста.

# 15. Сохранение отчетов

Результаты тестов RFC 2544, Y.1564 и BERT можно сохранить:

1. В программе перейти в меню  ⇒ «Результаты».
2. Задать имя отчета.
3. Нажать .

Отчет будет сохранен и доступен для просмотра в формате JSON (см. раздел 15.1) и PDF (см. раздел 15.2).

В файле формата PDF содержится следующая информация:

- дата создания отчёта;
- объект, организация, должность, ФИО;
- информация о приборе: имя прибора, производитель, серийный номер, версия ПО;
- дата начала и окончания теста;
- настройки топологии, заголовка, специфичные настройки теста;
- результаты теста.



В файле формата JSON содержится следующая информация:

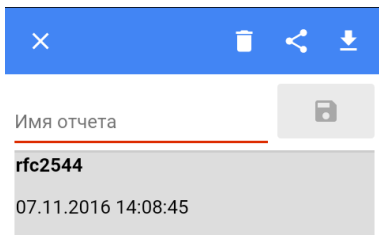
- имя прибора, производитель, серийный номер, версия ПО;
- дата начала и окончания теста;
- настройки топологии, заголовка, специфичные настройки теста;
- результаты теста.

## 15.1. Просмотр отчётов в формате JSON

1. Подключиться к прибору (см. раздел 5).
2. Перейти в каталог `/home/user/results/saved/`.
3. Открыть сохранённый файл с помощью любого текстового редактора, например, `vim`.

## 15.2. Просмотр отчётов в формате PDF

1. Перейти в меню  ⇒ «Результаты».
2. В списке выбрать отчет и нажать .

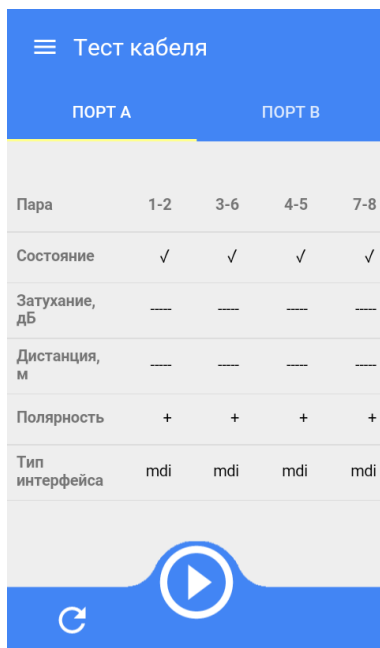


3. Перейти в стандартное приложение «Загрузки» и открыть отчёт.

## 16. Тест кабеля

«Тест кабеля» — программа для диагностики медного кабеля типа «витая пара», измерения основных характеристик и определения его состояния и типа.


**Примечание.** Проведение теста возможно только при подключении к анализируемому кабелю с использованием разъёма RJ-45. SFP-модули для тестирования не применяются. При подключении двух кабелей будут одновременно протестированы оба интерфейса.



	ПОРТ А		ПОРТ В	
Пара	1-2	3-6	4-5	7-8
Состояние	✓	✓	✓	✓
Затухание, дБ	---	---	---	---
Дистанция, м	---	---	---	---
Полярность	+	+	+	+
Тип интерфейса	mdi	mdi	mdi	mdi

Рис. 16.1. Программа «Тест кабеля»

### 16.1. Тестирование

1. Один конец тестируемого кабеля подключить к порту А (В), другой — к порту В (А).
2. Нажать на клавишу .
3. Для определения типа кабеля сравнить данные, отображённые в строке «Тип интерфейса» для порта А и порта В, и значения, представленные в таблице 16.2.

## 16.2. Результаты

Пара	Номер витой пары.
Состояние	Состояние кабеля: <b>X</b> — обрыв; <b>✓</b> — нормальное состояние; short — два или более проводников витой пары короткозамкнуты.
Затухание, дБ	Значение затухания сигнала.
Дистанция, м	Расстояние до обнаруженного дефекта.
Полярность	Полярность витых пар: + : положительная полярность (нормальное состояние); - : отрицательная полярность (соединение двух проводников витой пары на одном конце обратно их соединению на другом).
Тип интерфейса	Режим включения витых пар (MDI/MDI-X).

**Таблица 16.2. Определение типа кабеля**

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

**Примечание.** Скорость соединения для порта А и порта В (в Мбит/с) задаётся в программе «Сетевые настройки».

## 17. Шлейф

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

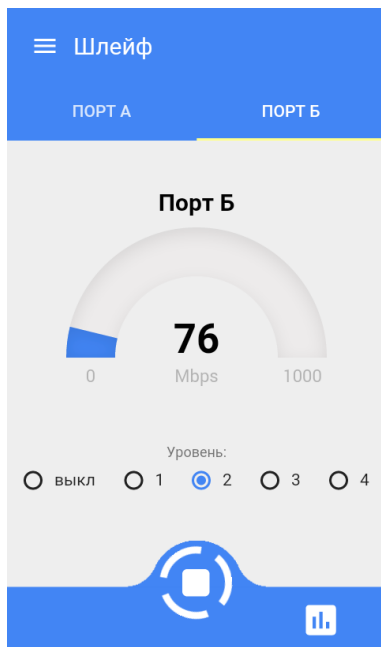



Рис. 17.1. Программа «Шлейф»

### 17.1. Включение

Для включения шлейфа на порту А или В следует выбрать уровень (см. раздел 17.2) и нажать на кнопку .

После включения шлейфа индикатор «Test» (см. раздел 3.3) замигает зелёным. Когда начнётся приём пакетов, спидометр будет отображать скорость приёма трафика.

## 17.2. Уровень шлейфа

Уровень шлейфа выбирается в зависимости от структуры тестируемой сети:

- 1 (физический уровень): источник данных и прибор соединены напрямую;
- 2 (канальный уровень): сеть содержит только коммутаторы;
- 3 (сетевой уровень): сеть содержит коммутаторы и маршрутизаторы;
- 4 (транспортный уровень): сеть содержит коммутаторы и маршрутизаторы, при тестировании необходимо выполнить замену портов UDP/TCP.

## 17.3. Изменение содержимого полей пакетов

Прибор автоматически вносит изменения в принимаемый трафик:

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

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

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

## 17.4. Особенности

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

- пакеты с неправильной контрольной суммой (FCS);
- пакеты с одинаковыми MAC-адресами отправителя и получателя;
- блоки данных протокола OAM (OAMPDU) и ARP-запросы.


Пакеты с MPLS метками перенаправляются без изменения значения метки.



## 17.5. Статистика

При включении шлейфа автоматически запускается сбор статистики:


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

Для перехода в программу «Статистика» (см. раздел [21](#)) следует нажать на кнопку .

## 18. Транзит

Программа «Транзит» используется при подключении прибора в разрыв соединения между сетевыми устройствами. Схема подключения приведена в разделе 7.4.

В транзитном режиме прибор пропускает через себя все пакеты с порта А (В) на порт В (А) и собирает статистику по проходящему трафику.

Для перехода в программу «Статистика» (см. раздел 21) следует нажать на кнопку .

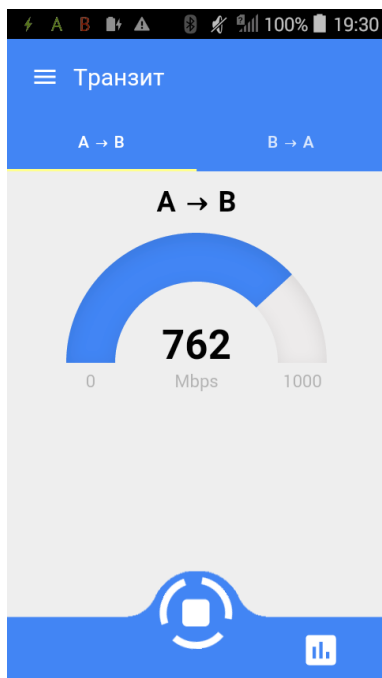



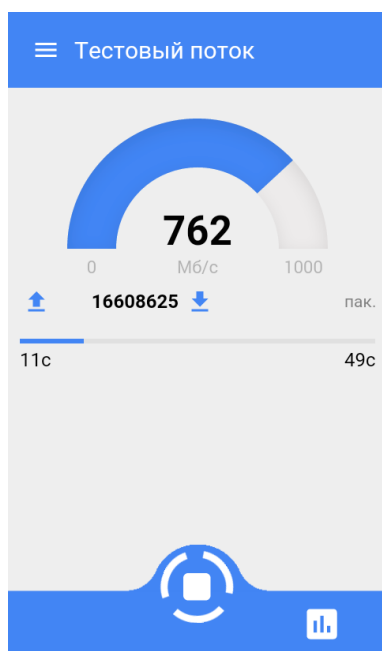
Рис. 18.1. Программа «Транзит»

## 19. Тестовый поток

Программа «Тестовый поток» включает на порту А или В генерацию тестового потока с заданными настройками:

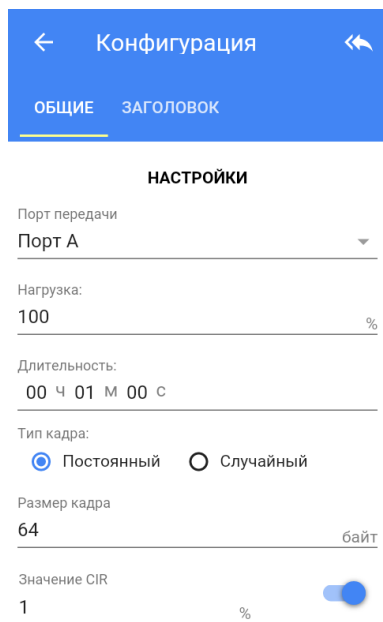
- длительность генерации;
- значение информационной скорости;
- постоянный или изменяющийся по равномерному закону размер кадра;
- заголовок пакетов.

Настройка параметров теста выполняется в меню  ⇒ «Конфигурация».



*Рис. 19.1. Программа «Тестовый поток»*

## 19.1. Общие настройки



*Рис. 19.2. Настройка параметров генерации тестового потока*

Порт передачи	Порт, с которого будет генерироваться трафик.
Нагрузка	Значение информационной (L2) скорости.
Длительность	Время, в течение которого будет происходить генерация трафика.
Тип кадра	«Постоянный» — для тестирования используется размер кадра, заданный в пункте меню «Размер кадра». «Случайный» — размер кадра изменяется по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Минимальный размер кадра», «Максимальный размер кадра»).
Значение CIR	Гарантированная полоса пропускания (см. раздел 19.3).

## 19.2. Заголовок

Настройки заголовка аналогичны описанным в разделе 9.7.

## 19.3. CIR

CIR — максимальное значение полосы, которую в сумме занимает тестовый и пользовательский трафик, в процентах от общей пропускной способности канала. CIR позволяет ограничить нагрузку на канал.

### 19.3.1. Пример

Пусть величина скорости тестового трафика установлена равной 500 Мбит/с при пропускной способности канала 1 Гбит/с. Величина CIR задана равной 60%, т.е. 600 Мбит/с.

Прибор будет генерировать тестовый поток со скоростью 500 Мбит/с до тех пор пока:

- в канале нет пользовательского трафика;
- скорость пользовательского трафика не превышает 100 Мбит/с.

Если скорость пользовательского трафика превысит 100 Мбит/с, скорость тестового трафика будет пропорционально уменьшена. В сумме эти скорости не должны превышать заданную величину CIR, т.е. 600 Мбит/с.

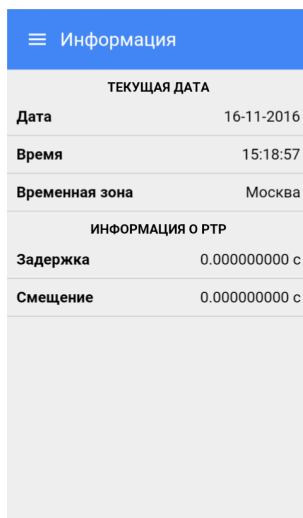
Например, если скорость пользовательского трафика составит 300 Мбит/с, то скорость тестового трафика будет уменьшена с 500 Мбит/с до 300 Мбит/с.

**Примечание.** Если величина скорости генерации тестового трафика задана 100% от пропускной способности канала, а величина CIR установлена меньше 100%, то прибор будет генерировать трафик со скоростью, равной CIR.

## 20. Настройки времени

Программа «Настройки времени» позволяет:

- посмотреть текущее время, дату и временную зону;
- выбрать режим конфигурации времени: ручной, синхронизация по протоколу РТР или NTP;
- получить информацию о настройках режима синхронизации РТР;
- настроить параметры режима синхронизации РТР;
- установить дату, время и временную зону вручную.




Информация	
ТЕКУЩАЯ ДАТА	
Дата	16-11-2016
Время	15:18:57
Временная зона	Москва
ИНФОРМАЦИЯ О РТР	
Задержка	0.000000000 c
Смещение	0.000000000 c

Рис. 20.1. Программа «Настройки времени»

### 20.1. Синхронизация

Для синхронизации времени используется протокол РТРv2 (IEEE 1588 [15]) и NTPv4 (RFC 5905[16]).

Функция синхронизации позволяет выполнять измерение задержки по методике RFC 2544, а также анализ по рекомендации Y.1564 при тестировании асимметричных каналов.

Для настройки параметров синхронизации следует перейти в меню  ⇒ «Конфигурация».

## 20.2. Ручная настройка

Ручной режим активен в том случае, если ни один из режимов автосинхронизации не включен. В этом режиме пользователь может установить для измерительной платформы дату, время и временную зону.

Если выбран режим синхронизации NTP или PTP, ручная настройка времени блокируется. В этом случае время будет получено из сети.

## 20.3. Настройки PTP

НАСТРОЙКИ PTP	
Режим	Ведомый
Порт	Порт А
Тип задержки	E2E
Домен	0


*Рис. 20.2. Настройка параметров синхронизации PTP*

Режим	«Ведомый» — прибор синхронизирует свои часы от внешнего PTP-сервера, если такой сервер присутствует в сети. «Ведущий» — прибор является источником синхронизации, другие устройства синхронизируются от системных часов прибора.
Порт	Интерфейс для работы с PTP.
Тип задержки	Механизм определения задержки: «E2E» или «P2P».
Домен	Номер PTP-домена в соответствии с IEEE 1588.

## 20.4. Синхронизация по протоколу NTP

При выборе этого режима выполнять дополнительные настройки не требуется. Время на приборе будет выставлено с использованием стандартных серверов.

## 21. Статистика

Программа «Статистика» отображает статистическую информацию по принимаемому и передаваемому трафику. В программу можно перейти из любого теста, нажав на кнопку .

### 21.1. Сводная статистика по двум портам

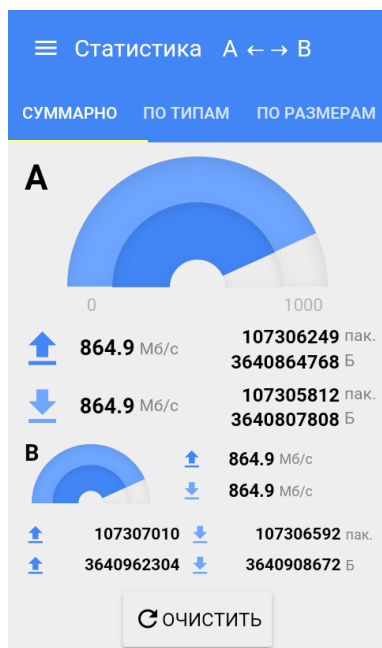


Рис. 21.1. Суммарная статистика

На закладке «Суммарно» выводится статистическая информация по переданным и принятым кадрам для портов А и В. На спидометре отображается скорость передачи и приема данных. Под спидометром выводятся численные значения скорости приема и передачи в Мбит/с, пакетах и байтах.



## 21.2. Статистика по типам кадров

Статистика		
СУММАРНО	ПО ТИПАМ	ПО РАЗМЕРАМ
	Канальный	24
	Сетевой	0
Уровни		
Канальный	24	178270031
Сетевой	0	178270006
Рассылка		
Одноадр.	178270006	0
Многоадр.	24	24
Широк.	0	0
Ошибки		
CRC	0	0
Jabber	0	0
Runt	0	0

Рис. 21.2. Статистика по типам кадров

Канальный	Количество принятых и переданных кадров на канальном уровне.
Сетевой	Количество принятых и переданных кадров на сетевом уровне.
Одноадр.	Количество принятых и переданных кадров с единичной адресацией.
Многоадр.	Количество принятых и переданных кадров с групповой адресацией.
Широк.	Количество принятых и переданных кадров с широковещательной адресацией.
CRC	Количество принятых пакетов, имеющих неправильную контрольную сумму.
Jabber	Количество принятых пакетов размером более 1518 байт, имеющих неправильную контрольную сумму.
Runt	Количество принятых пакетов длиной менее 64 байт с правильной контрольной суммой.

### 21.3. Статистика по размерам кадров

	A	B
< 64	0	0
64	178270006	178270007
65-127	24	24
128-255	0	0
256-511	0	0
512-1023	0	0
	0	0

ОЧИСТИТЬ

Рис. 21.3. Статистика по размерам кадров

На закладке «По размерам» выводится статистическая информация по количеству переданных и принятых кадров определённого размера для портов А и В.

## 22. Настройка прибора

Программа «Настройка прибора» позволяет:

1. Получить информацию о версиях компонентов: прикладной релиз, прошивка FPGA, ядро, системный релиз, Android, серийный номер, аппаратная ревизия.
2. Ввести ключ для открытия опций.
3. Просмотреть доступные опции.
4. Проверить наличие обновлений и обновить ПО прибора.
5. Получить информацию об SFP-модулях: производитель, модель, поддерживаемый режим передачи данных.

## 23. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание прибора Metrotek ETN-S состоит из следующих операций:

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

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

## 24. Техническая поддержка

Заявки по всем техническим вопросам принимаются службой поддержки по рабочим дням с 10:00 до 18:00:

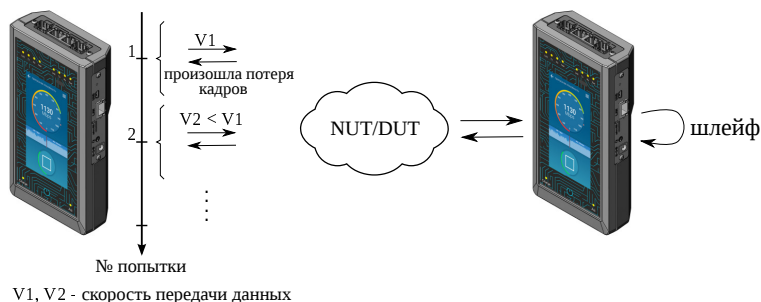
- по телефону: +7 (812) 340-0118, +7 (812) 340-0119;
- по e-mail: [support@metrotek.spb.ru](mailto:support@metrotek.spb.ru).

# A. Теоретическое описание тестов

## A.1. Анализ по методике RFC 2544

Методика RFC 2544 [5] определяет набор тестов, которые используются при оценке важнейших параметров сетевых устройств. Metrotek ETN-S позволяет проводить четыре стандартных теста согласно рекомендациям RFC 2544: анализ пропускной способности, задержки, уровня потерь кадров и предельной нагрузки.

### A.1.1. Анализ пропускной способности



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

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

Пропускная способность — максимальная скорость передачи данных, на которой количество кадров<sup>1</sup>, прошедших через DUT, равно количеству кадров, отправленных ему с тестирующего оборудования. При анализе пропускной способности используется метод бинарного поиска.

Для определения пропускной способности некоторое количество пакетов с заданной скоростью передается на вход DUT (рис. А.1). Затем подсчитывается количество пакетов, пришедших с выходного порта DUT. Если оно оказывается равным количеству отправленных пакетов, то тест завершается, так как окончился успешно на заданной пользователем скорости.

Если количество принятых пакетов оказывается меньше, чем количество переданных, то начинается поиск максимально возможной скорости, на которой отсутствуют потери: текущая скорость уменьшается вдвое, и тест повторяется.

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

Если в ходе нового теста потерь нет, скорость увеличивается на половину, согласно алгоритму бинарного поиска. Если потери были — скорость уменьшается вдвое. После изменения скорости тест повторяется. Измерения выполняются до тех пор, пока не будет найдено значение, близкое к значению действительной пропускной способности с точностью, указанной в настройках теста.

### А.1.2. Анализ задержки

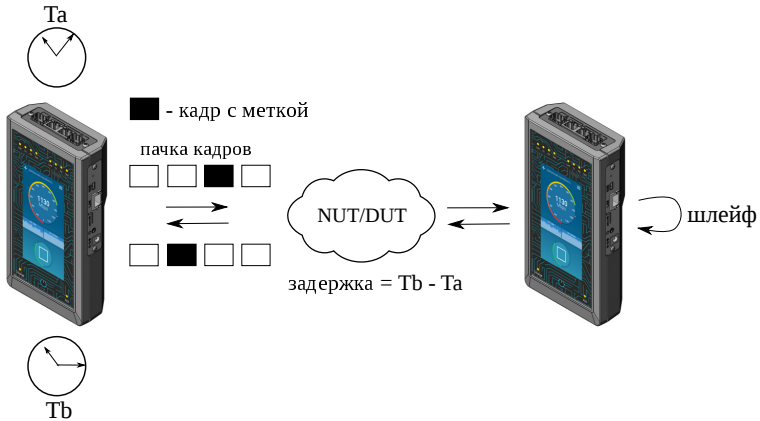


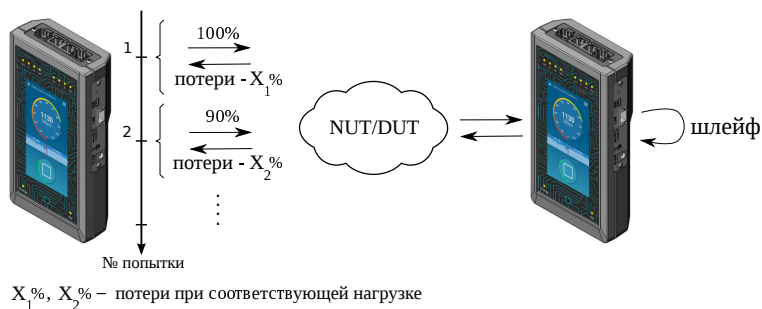
Рис. А.2. Анализ задержки

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

При анализе задержки для каждого размера пакета на заданной (или полученной в результате теста «Пропускная способность») скорости отправляется поток кадров, адресованных получателю. В пакеты вставляются метки определенного формата. На передающей стороне записывается значение « $T_a$ » — время, к которому пакет с меткой был полностью передан. На приёмной стороне определяется метка и записывается значение « $T_b$ » — время приёма пакета с меткой.

Задержка представляет собой разницу значений этих меток: « $T_b - T_a$ ». По результатам анализа вычисляется средняя задержка.

### А.1.3. Анализ уровня потерь кадров



**Рис. А.3.** Анализ уровня потерь кадров

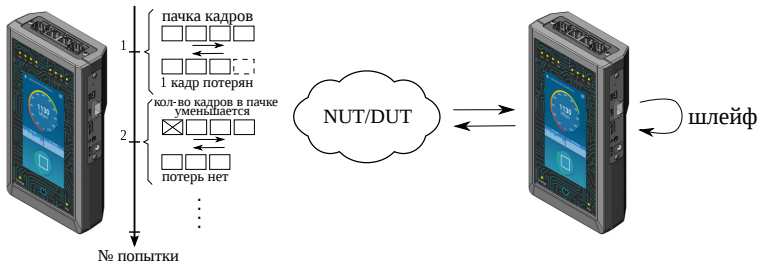
**Примечание.** Анализ уровня потерь кадров необходим для проверки способности сети поддерживать приложения, которые работают в реальном времени (без возможности повторной передачи), так как большой процент потерь кадров приведёт к ухудшению качества сервиса. Данный тест позволяет рассчитать процент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

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

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



### А.1.4. Анализ предельной нагрузки



*Рис. А.4. Анализ предельной нагрузки*

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

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

## **A.2. Анализ по рекомендации ITU-T Y.1564**

Основной задачей при тестировании Ethernet-сетей является определение соответствия предоставляемых услуг (например, видео, телефонии, электронной почты, онлайн-игр и т.д.) характеристикам, которые оговариваются в соглашении об уровне обслуживания (SLA — Service Level Agreement) между операторами связи и клиентами. На первом месте стоят вопросы обеспечения гарантированного качества обслуживания (QoS — Quality of Service), которое характеризуется различными показателями (см. раздел [A.2.1](#)). В настоящее время существует две основные методики для оценки этих параметров — RFC 2544 [5] и ITU-T Y.1564 [10] (сравнение методик приведено в разделе [A.2.2](#)).

### **A.2.1. Показатели качества**

Основные показатели качества предоставляемого сервиса<sup>2</sup> (SAC — Service Acceptance Criteria):

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

---

<sup>2</sup> Термины «услуга», «служба» и «сервис» в данном описании являются синонимами

## А.2.2. Сравнение RFC 2544 и ITU-T Y.1564

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

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

	RFC 2544	ITU-T Y.1564
Измерение FTD	✓	✓
Измерение FDV <sup>5</sup>	–	✓
Измерение FLR	✓	✓
Анализ одновременной работы нескольких служб	–	✓
Время тестирования	Для проверки соответствия SLA требуется провести последовательность повторяющихся тестов. В связи с этим тестирование может занять продолжительное время.	Для проведения теста конфигурации одной услуги требуется не более 6 минут. Длительность теста производительности может быть задана от нескольких секунд до нескольких суток.

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

## А.2.3. Тесты конфигурации

Тесты конфигурации состоят из трёх независимых тестов — CIR, EIR и Traffic Policing. С их помощью каждый сервис проверяется на соответствие заданным параметрам SAC, а также оценивается, остаётся ли пропускная способность в установленных пределах при увеличении нагрузки. Цель — убедиться в том, что настройки сети позволяют каждому сервису работать отдельно от других служб с заявленной производительностью. При проведении данных тестов сервисы проверяются по очереди, для оценки одновременной работы применяется тест производительности (см. раздел [А.2.4](#)).

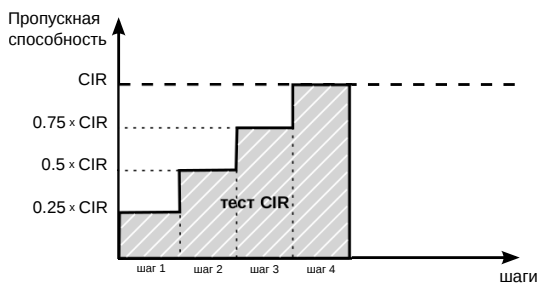
### А.2.3.1. Тест CIR

Тест CIR используется для проверки того, что при передаче данных с нагрузкой на уровне CIR показатели качества находятся в пределах, установленных

<sup>5</sup> Величина FDV является ключевым параметром для VoIP/IPTV и используется при настройке буферизации трафика.

SLA. В ходе данного теста измеряются основные показатели качества каждого сервиса (FTD, FDV, FLR), после чего эти значения сравниваются с заданными параметрами SAC.

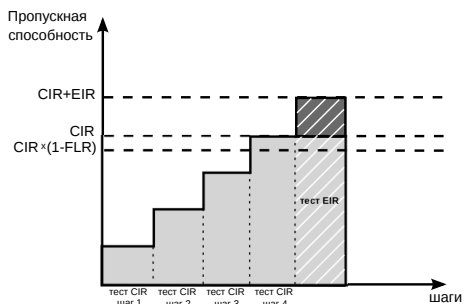
Прибор Metrotek ETN-S позволяет задавать количество шагов для проведения тестирования: 1 шаг — тест CIR будет проведён при 100 % нагрузке; 2 шага — тест будет проведён в два этапа: 50 и 100 % от заданной нагрузки; 3 шага — тест будет проведён в три этапа: 50, 75 и 100 % от заданной нагрузки; 4 шага —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



### A.2.3.2. Тест EIR

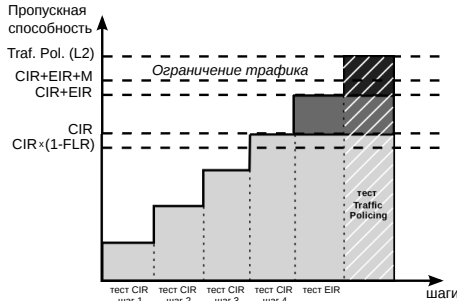
Тест EIR служит для проверки того, что при передаче данных с нагрузкой на уровне CIR+EIR результирующая пропускная способность для каждого сервиса не превышает допустимое значение и находится в пределах от CIR (с учётом заданного уровня потерь кадров) до CIR+EIR:  $CIR \times (1 - FLR) \leq IR \leq CIR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

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



### А.2.3.3. Тест Traffic Policing

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



### А.2.4. Тест производительности

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

### А.2.5. М-фактор

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

### А.2.6. Алгоритм измерения FTD

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

1. На передающей стороне в каждый пакет вставляется временная метка «Та».
2. На приёмной стороне записывается значение времени приёма пакета с меткой — «Тб».

3. Вычисляется задержка прохождения пакета в сети: «Тб-Та».

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

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

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

### **A.2.7. Алгоритм измерения FDV**

Отклонение задержки распространения кадров (FDV) в соответствии с рекомендацией ITU-T Y.1563 [14] измеряется по формуле:  $FDV = FTD - FTD_{min}$ .

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

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

### А.3. BERT

BERT (коэффициент битовых ошибок) — отношение числа ошибочных бит к общему количеству переданных бит.

В процессе тестирования 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.

#### А.3.1. Уровни тестирования

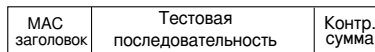
Анализ можно провести на четырёх уровнях модели OSI:

1. На физическом уровне данные отправляются частями с определённым межкадровым интервалом (IFG — Interframe Gap). Тестирование проводится с порта А (В) на порт В (А) (см. рис. 7.2) или используется функция «Шлейф» (см. рис. 7.1).



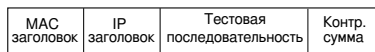
*Рис. А.5. Кадр физического уровня*

2. На канальном уровне к данным добавляется Ethernet-заголовок. Это позволяет передать тестовые пакеты через сеть, которая содержит устройства, работающие на втором уровне модели OSI — например, коммутаторы. Способ подключения к тестируемой сети показан на рис. 7.1.



*Рис. А.6. Кадр канального уровня*

3. На сетевом уровне данные помещаются в IP-пакет, а затем — в Ethernet-кадр. Это позволяет передать тестовые пакеты через сеть, которая содержит устройства, работающие на канальном и сетевом уровнях — например, коммутаторы, маршрутизаторы. Способ подключения прибора к тестируемой сети показан на рис. 7.1.



*Рис. А.7. Кадр сетевого уровня*

4. На транспортном уровне формируется Ethernet-кадр, содержащий IP- и UDP-заголовок, что позволяет передать тестовую последовательность с использованием транспортных протоколов. Способ подключения прибора к тестируемой сети показан на рис. 7.1.

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

*Рис. А.8. Кадр транспортного уровня*

### А.3.2. Тестовые последовательности

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

*Таблица А.2. Тестовые последовательности*

Тип последовательности	Рекомендуемое применение
2e11-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по каналу связи со скоростью 64 кбит/с и $64 \times N$ кбит/с, где $N$ — целое число).
2e15-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 1544, 2048, 6312, 8448, 32 064 и 44 736 кбит/с).
2e20-1	Для определения ошибок (при передаче по каналу связи со скоростью не более 71 кбит/с).
2e23-1	Для определения ошибок и джиттера (при передаче данных по линии связи со скоростью 34 368 и 139 264 кбит/с).
2e29-1, 2e31-1	Для определения ошибок при передаче данных на высоких скоростях (более 139 264 кбит/с).

### А.3.3. LSS

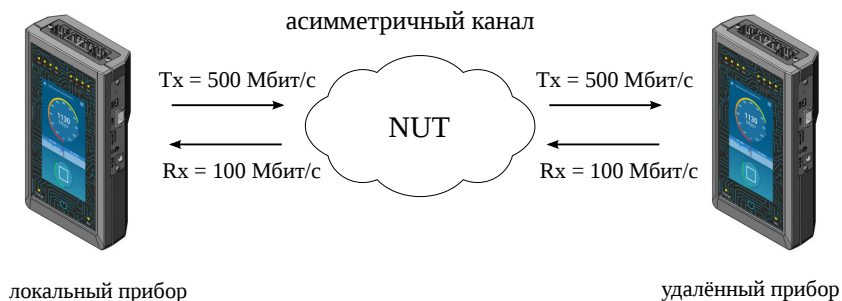
LSS это состояние отсутствия синхронизации с принимаемыми данными, при котором нет возможности оценивать параметр BER. Возможные причины отсутствия синхронизации:

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



## В. Асимметричное тестирование

Функция асимметричного тестирования используется при проверке работоспособности каналов связи, для которых параметры приёма и передачи данных (пропускная способность, задержка) различны, — асимметричных каналов.



*Рис. В.1. Пример асимметричного канала*

Из-за этой особенности каналов измерения должны быть выполнены независимо для каждого направления. Отличительная черта такого типа тестирования — передача тестового трафика производится в одном, выбранном пользователем, направлении. При проведении тестирования используется 2 прибора Metrotek ETN-S: локальный, на котором производится настройка параметров анализа, и удалённый, находящийся на другом конце асимметричного канала. Результаты тестирования отображаются на экране локального прибора.

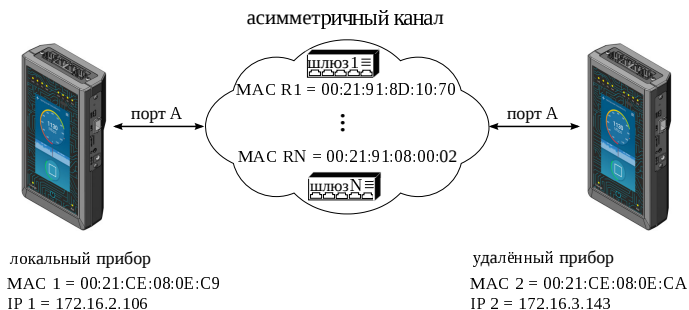
**Примечание.** Функция асимметричного тестирования доступна при проведении теста «RFC 2544» (пропускная способность, задержка, потери кадров, предельная нагрузка), «BERT» и «Y.1564».

**Примечание.** При анализе задержки по методике RFC 2544, а также при тестировании в соответствии с рекомендацией Y.1564 следует использовать синхронизацию времени (см. раздел 20).

### В.1. Пример тестирования

Ниже рассматривается пример использования функции асимметричного тестирования для проведения анализа по рекомендации «Y.1564» (для тестов «BERT» и «RFC 2544» порядок действий аналогичен).

На рис. В.2 приведена типовая схема подключения приборов к тестируемой сети с использованием порта А. Для порта В схема подключения будет аналогичной.



**Рис. В.2.** Типовая схема подключения

На схеме введены следующие обозначения:

MAC 1 — MAC-адрес порта А локального прибора;

IP 1 — IP-адрес локального прибора;



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

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


MAC 2 — MAC-адрес порта А удалённого прибора;

IP 2 — IP-адрес удалённого прибора.

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

1. Убедиться, что локальный и удалённый приборы поддерживают асимметричное тестирование: в программе «Настройка прибора» ⇒  ⇒ «Опции» в списке опций присутствует «Asymmetric testing».
2. Подключить локальный и удалённый прибор по схеме, представленной на рис. В.2.
3. На локальном и удалённом приборе перейти в программу «Сетевые настройки».
4. На закладке «Порт А» одним из приведённых ниже способов установить IP-адрес локального прибора (IP 1) и IP-адрес удалённого прибора (IP 2):
  - ввести IP-адрес вручную (при этом переключатель «DHCP» должен находиться в состоянии «Выкл»);
  - получить IP-адрес по протоколу DHCP, переместив переключатель «DHCP» в положение «Вкл».
5. На локальном и на удалённом приборе перейти в программу «Настройки времени» ⇒  ⇒ «Конфигурация». В пункте «Настройки RTP» выбрать порт А в качестве RTP-порта.

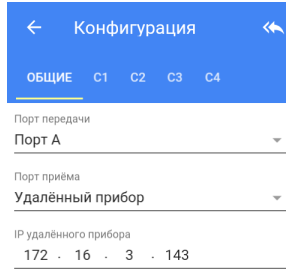
**Примечание.** Для тестов «BERT» и «RFC 2544» (пропускная способность, потери кадров, предельная нагрузка) выполнять данный пункт не требуется.

6. На локальном приборе перейти в программу «У.1564» ⇒  ⇒ Конфигурация.  
На закладке «Общие» выбрать:

Порт передачи - Порт А

Порт приёма - Удалённый прибор

IP удалённого прибора - IP 2



**Рис. В.3.** Настройка топологии


7. На закладке «С1» выбрать:

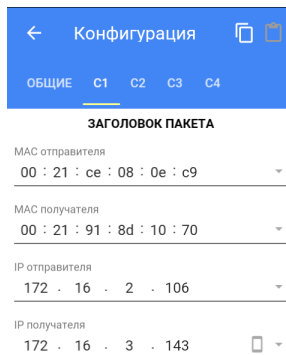
MAC отправителя - MAC 1

MAC получателя - MAC R1


IP отправителя - IP 1

IP получателя - IP 2



**Примечание.** Для получения MAC-адреса шлюза необходимо выполнить ARP-запрос: в пункте «MAC получателя» выбрать  ARP.



**Рис. В.4.** Настройка заголовка

8. На локальном приборе выполнить необходимые настройки теста «Y.1564» (см. раздел 11) и запустить тест  .

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

1. Убедиться, что локальный и удалённый приборы поддерживают асимметричное тестирование: в программе «Настройка прибора» ⇒  ⇒ «Опции» в списке опций присутствует «Asymmetric testing».
2. Подключить локальный и удалённый прибор по схеме, представленной на рис. В.2.
3. На локальном и удалённом приборе перейти в программу «Сетевые настройки».
4. На закладке «Порт А» одним из приведённых ниже способов установить IP-адрес локального прибора (IP 1) и IP-адрес удалённого прибора (IP 2):
  - ввести IP-адрес вручную (при этом переключатель «DHCP» должен находиться в состоянии «Выкл»);
  - получить IP-адрес по протоколу DHCP, переместив переключатель «DHCP» в положение «Вкл».
5. На локальном и на удалённом приборе перейти в программу «Настройки времени» ⇒  ⇒ «Конфигурация». В пункте «Настройки RTP» выбрать порт А в качестве RTP-порта.

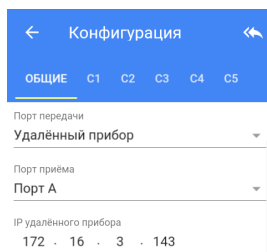
**Примечание.** Для тестов «BERT» и «RFC 2544» (пропускная способность, потери кадров, предельная нагрузка) выполнять данный пункт не требуется.

6. На локальном приборе перейти в программу «Y.1564» ⇒  ⇒ Конфигурация. На закладке «Общие» выбрать:

Порт передачи - Удалённый прибор

Порт приёма - А

IP удалённого прибора - IP 2



**Рис. В.5.** Настройка топологии

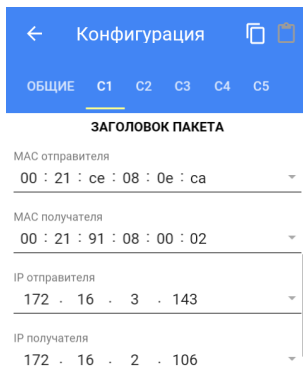
## 7. На закладке «С1» выбрать:

MAC отправителя - MAC 2


MAC получателя - MAC RN

IP отправителя - IP 2

IP получателя - IP 1



*Рис. В.6. Настройка заголовка*

8. На локальном приборе выполнить необходимые настройки теста «У.1564» (см. раздел 11) и запустить тест  .

## С. Спецификации

### С.1. Общие характеристики

Измерительные интерфейсы (А и В)	– 2×RJ-45 (10/100/1000 BASE-T); – 2×1G SFP (1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-EX, 1000BASE-T).
Интерфейсы управления	– 1×RJ-45 (10/100/1000 BASE-T); – 1×mini USB В консоль.
Экран	4.5 дюйма, IPS, емкостная сенсорная панель, разрешение 854×480 пикселей
Энергонезависимая память	microSD карта ( 4 Гб/8 Гб), возможность установки дополнительной microSD карты
Внешний блок питания	18 В
Автономное электропитание	Li-ion аккумуляторная батарея
Габариты (Д×Ш×В)	200×101×44 мм
Дополнительные функции	– кнопка сброса к заводским настройкам; – разъём для подключения телефонной гарнитуры или наушников; – RTC с отдельной батареей.

### С.2. Условия эксплуатации

Диапазон рабочих температур	0–35 °С
Диапазон температур транспортировки и хранения	-10...+45 °С
Относительная влажность воздуха	80 % при температуре 25 °С

### С.3. Тестирование

Настройка параметров кадров	MAC- и IP-адрес отправителя/получателя, номер UDP-порта отправителя/получателя. Поля VLAN, MPLS, ToS, Precedence, DSCP. Размеры кадров 64 – 9600 байт.
Генерация тестового потока	Возможность задавать размер кадра, длительность генерации, величину нагрузки, параметры заголовков кадра.
Шлейф (Loopback)	Интеллектуальный шлейф на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях. Возможность подмены MAC-адресов, VLAN-меток, IP-адресов, UDP/TCP-портов.
VLAN	До 3 VLAN меток. Конфигурация VLAN Priority и VLAN ID.
Статистика (RFC 2819)	По типам кадров, по размерам кадров, по уровням, по ошибочным кадрам. Количество принятых и переданных пакетов, отображение нагрузки на порту в реальном времени. Типы кадров: broadcast, multicast, unicast. Распределение по размерам. Количество кадров, переданных на канальном и сетевом уровнях. Пакеты сверхмалой (runt), сверхбольшой (jabber) длины и пакеты с ошибочной CRC.
RFC 2544	Throughput (пропускная способность), Frame Loss (уровень потерь кадров), Back-to-Back (предельная нагрузка), Latency (задержка распространения кадров).
BERT	Физический, канальный, сетевой, транспортный уровни тестирования. Результаты анализа: BITs, EBITs, BER, LSS, %LSS, LOS, %LOS. Тестовые последовательности: CRTP, 2e11-1, 2e15-1, 2e20-1, 2e23-1, 2e29-1, 2e31-1, задаваемая пользователем (4 байта). Режим случайного и постоянного размера кадра.
Y.1564	До 10 потоков данных с независимой конфигурацией нагрузки и заголовков кадра. Потери кадров для каждого потока; ширина полосы пропускания, рассчитанная по результатам тестирования. Текущая, минимальная, средняя и максимальная задержка передачи данных. Количество переданных и принятых пакетов для каждого потока.
Транзит	Включение в разрыв соединения между сетевыми устройствами, сбор статистических данных о проходящем трафике.
Тест кабеля	Тест медного кабеля на обрыв, короткое замыкание, определение расстояния до точки обрыва.







## С.4. Опции поставки

NTP-синхронизация	Синхронизация по протоколу NTP позволяет выполнять измерение задержки по методике RFC 2544, а также анализ по рекомендации Y.1564 при тестировании асимметричных каналов.
Односторонние измерения	Измерение односторонней задержки, пропускной способности канала, потерь пакетов и джиттера. Диагностика каналов, характеристики которых различны для передающего и приемного направлений.



## D. Справочные таблицы

*Таблица D.1. Состояния теста*

	Тест завершён успешно.
	Тест завершён с ошибкой.
	Тест был отменён или прерван.
	Тест ожидает выполнения.
	Тест выполняется.
	Тест настроен и готов к запуску.

*Таблица D.2. Приоритеты и типы трафика*

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

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

**Таблица D.3. Значения поля Precedence**

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

**Таблица D.4. Значения поля ToS**

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

**Таблица D.5.** Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP

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

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

Default — «негарантированная передача». Трафику данного класса обслуживания выделяются сетевые ресурсы, оставшиеся свободными при передаче трафика других классов.

AF (Assured Forwarding) — «гарантированная передача». Используется для доставки трафика большинства TCP-приложений с применением четырёх независимых AF-классов. Внутри каждого класса IP-пакетам может быть назначена одна из трёх дисциплин отбрасывания пакета данных (см. методику RFC 2597 [11]).

EF (Expedited Forwarding) — «немедленная передача». Применяется для обслуживания трафика, чувствительного к задержкам и требующего минимального джиттера, такого, как видео или речь (Voice over IP — VoIP).

**Таблица D.6.** Значение поля ECN

<b>Значение</b>	<b>Описание</b>
00	Not-ECT (Not-ECN-Capable Transport) — поток, не поддерживающий ECN.
01	ECT (1) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN.
10	ECT (0) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN. Трактуются маршрутизаторами так же, как и ECT (1).
11	CE (Congestion Experienced) — подтверждённая перегрузка.

ECN (Explicit Congestion Notification) — «явное уведомление о перегруженности». Установка бит данного поля дает возможность маршрутизаторам узнать о возникновении перегруженности на пути следования данных к заданному узлу сети без отбрасывания пакета.

Поле ECN описано в методике RFC 3168 [13].

**Таблица D.7.** Номера портов протокола TCP/IP

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

# Литература

- [1] IEEE Std 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks — Virtual Bridged Local Area Networks.
- [2] RFC 791, Postel, J., «Internet Protocol», DARPA, September 1981.
- [3] RFC 826, Plummer, D., «Ethernet Address Resolution Protocol or converting network protocol addresses to 48.bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware», November 1982.
- [4] RFC 1349, Almquist, P., «Type of Service in the Internet Protocol Suite», July 1992.
- [5] RFC 2544, «Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices», S. Bradner and J. McQuaid, March 1999.
- [6] RFC 4689, «Terminology for Benchmarking Network-layer Traffic Control Mechanisms», S. Poretsky, October 2006.
- [7] ITU-T O.150 (05/96), «General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment».
- [8] IEEE 802.3ah, «Ethernet in the First Mile Task Force».
- [9] IEEE 802.3, «Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and Physical Layer specifications».
- [10] ITU-T Y.1564 (03/2011), «Ethernet service activation test methodology».
- [11] RFC 2597, «Assured Forwarding PHB Group», J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski, June 1999.
- [12] RFC 2598, «An Expedited Forwarding PHB», V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri, June 1999.
- [13] RFC 3168, «The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP», K. Ramakrishnan, S. Floyd, D. Black, September 2001.
- [14] ITU-T Y.1563 (01/2009), «Ethernet frame transfer and availability performance».
- [15] IEEE 1588, «Standard for A Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems».
- [16] RFC 5905, «Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification», D. Mills, U. Delaware, J. Martin, June 2010.