Тестер-анализатор сетей Ethernet Беркут-ETM и тестовый щуп WMT-01

Руководство по эксплуатации
МТРГ.468166.004, МТРГ.468166.005 РЭ
Редакция 11, 2021
Версия ПО 1.0.90

НТЦ Метротек

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

© НТЦ Метротек, 2021

Оглавление

1. Введение 6
   1.1. Общие сведения 6
   1.2. Основные возможности 6
   1.3. Спецификации 7
   1.4. Комплект поставки 8
2. Условия эксплуатации 9
3. Электропитание 10
4. Внешний вид Беркут-ETM 11
   4.1. Тестовые порты 11
   4.2. Индикаторы состояния портов «A» и «Management» 11
   4.3. Клавиатура 12
   4.4. Разъёмы боковой панели 14
   4.5. Режимы работы USB-порта 14
5. Внешний вид WMT-01 16
   5.1. Верхняя панель 16
   5.2. Лицевая панель 16
   5.3. Боковая панель 17
   5.4. Задняя панель 17
6. Взаимодействие с прибором 18
   6.1. Подготовка к работе 18
   6.2. Включение и выключение 18
   6.3. Структура меню 18
7. Measurements (Измерения) 22
   7.1. BERT. Конфигурация 22
      7.1.1. Схема тестирования 22
      7.1.2. Запуск теста 22
      7.1.3. Settings (Настройки) 22
   7.2. BERT. Результаты 24
   7.3. Txtraf (Генератор трафика). Конфигурация 25
      7.3.1. Схемы тестирования 25
      7.3.2. Запуск теста 25
      7.3.3. Settings (Настройки) 26
   7.4. Txtraf. Результаты 26
   7.5. Jitter (Пакетный джиттер). Конфигурация 27
      7.5.1. Схемы тестирования 27
      7.5.2. Запуск теста 27
      7.5.3. Settings (Настройки) 27

7.6. Jitter (Пакетный джиттер). Результаты 27
7.6.1. Распределение джиттера 28
7.7. Статистика 29
7.7.1. Clear (Сброс статистики) 29
7.7.2. Layer (Статистика по уровням) 29
7.7.3. Common (Сводная статистика) 29
7.7.4. Size (Статистика по размерам кадров) 29
7.7.5. Type (Статистика по типам кадров) 29
7.7.6. Error (Статистика по ошибкам кадров) 30
8. Tools (Инструменты) 31
8.1. Ping (Эхо-запрос). Конфигурация 31
8.1.1. Схема тестирования 31
8.1.2. Запуск теста 31
8.1.3. Settings (Настройки) 31
8.2. Ping. Результаты 32
8.3. (Route) Маршрут. Конфигурация 32
8.3.1. Схема тестирования 32
8.3.2. Запуск теста 32
8.3.3. Settings (Настройки) 32
8.4. Route. Результаты 32
8.5. DNS. Конфигурация 33
8.5.1. Схема тестирования 33
8.5.2. Запуск теста 33
8.5.3. Settings (Настройки) 33
8.6. DNS. Результаты 33
8.7. ARP. Конфигурация 33
8.7.1. Схема тестирования 33
8.7.2. Запуск теста 33
8.7.3. Settings (Настройки) 33
8.8. ARP. Результаты 34
8.9. Loopback (Шлейф) 35
8.9.1. Запуск теста 35
8.9.2. Settings (Настройки) 35
8.9.3. Изменение содержимого полей пакетов 35
8.9.4. Особенности 35
8.9.5. Статистика шлейфа 36
8.10. Info (Информация) 36
8.11. Cable test (Тест кабеля) 37
8.11.1. Тональный генератор («Beeper») 37

8.11.2. Калибровка («Calibration») 38
8.11.3. Измерение длины («Length») 38
8.11.4. Проверка схемы соединения («Wiring») 38
8.12. Диагностика PoE 40
8.12.1. Проведение теста 40
9. Configuration (Настройка прибора) 41
9.1. Info (Информация) 41
9.2. Interface (Настройка интерфейсов) 41
9.3. Network (Сетевые настройки) 41
9.4. General 42
10. Сохранение отчетов 43
11. Подключение к прибору 44
11.1. Параметры подключения 44
11.2. Подключение по интерфейсу Ethernet 44
11.2.1. ОС Linux 44
11.2.2. ОС Windows 44
11.3. Подключение по интерфейсу USB 45
11.3.1. ОС Linux 45
11.3.2. ОС Windows 45
11.4. Изменение пароля 46
12. Обновление ПО 47
12.1. Подготовка к обновлению 47
12.2. Алгоритм обновления 47
13. Техническое обслуживание прибора 48
14. Техническая поддержка 49
15. Теоретическое описание тестов 50
15.1. BERT 50
15.1.1. Уровни тестирования 50
15.1.2. Тестовые последовательности 51
15.1.3. LSS 51
16. Справочные таблицы 52
17. Структура кадров 54

1. Введение

1.1. Общие сведения

Рисунок 1.1. Внешний вид прибора Беркут-ETM и тестового щупа WMT-01

Беркут-ETM – прибор для тестирования, диагностики и паспортизации медных и оптических сетей Ethernet на скоростях до 1 Гбит/с. Беркут-ETM позволяет создавать и измерять нагрузку от единиц кбит/с до 1 Гбит/с и с микросекундной точностью фиксировать задержки передачи пакетов.

Тестовый щуп WMT-01 позволяет выполнять трассировку кабеля и определять потенциальные неисправности с помощью сигналов звуковой частоты. Также используется для определения правильности соединения проводов кабеля в разъеме RJ-45.

1.2. Основные возможности

- Генерация и анализ трафика со 100 % нагрузкой на скорости до 1 Гбит/с
- Организация шлейфа на уровнях L1-L4
- Длина пакета от 64 до 9600 байт
- Полнофункциональный кабельный тестер: измерение длины кабеля, поиск кабеля в местах прокладки и серверных, определение правильности соединения проводов кабеля
- Диагностика Power over Ethernet (PoE)
- Web-интерфейс
- Управление через Ethernet, Wi-Fi

1.3. Спецификации

Таблица 1.1. Общие характеристики Беркут-ЕТМ

Параметр	**Описание**
Измерительный интерфейс Ethernet	– комбо-порт: RJ-45 и SFP; – RJ-45: 10/100/1000BASE-T; – SFP: 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-EX, 1000BASE-T («direct attach» кабели); – диагностика Power over Ethernet (PoE), класс 0 и 4.
Кабельный тестер	– разъем: RJ-45; – измерение длины кабеля (10 – 300 м); – определения правильности соединения проводов кабеля; – определение месторасположения кабеля (генератор тонового сигнала).
Интерфейсы управления	– Ethernet 10/100 Мбит/с; – консоль (micro USB); – USB 2.0, тип A; – слот для micro SD карты; – Wi-Fi (опция).
Управление	– ЖКИ-экран и клавиатура; – Web-интерфейс, SSH, HTTP API через тестовый порт и выделенный порт управления; – командная строка через SSH и USB-консоль; – журнал системных и аварийных сообщений; – возможность обновления ПО.
Габариты (Д×Ш×В)	180×100×45 мм
Масса	0,5 кг
Время заряда аккумуляторной батареи	до 3,5 часов
Время работы от аккумуляторной батареи	до 10 часов, в зависимости от выполняемых тестов

Таблица 1.2. Общие характеристики WMT-01

Параметр	**Описание**
Интерфейсы	– тестовый щуп, реагирующий на частоту 5 кГц, и динамик; – ответная часть для определения схемы соединения проводов, разъем: RJ-45.
Управление	– кнопка включения/выключения; – регулировка громкости; – фонарик.
Габариты (Д×Ш×В)	170×64×32 мм
Масса	без батареи – 102 г, с батареей – 140 г

Таблица 1.3. Тестирование

Тест	**Описание**
BERT	Определение коэффициента битовых ошибок. Тестирование на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровне. 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. Режим случайного и постоянного размера кадра.
Генерация тестового потока	Возможность задавать размер кадра, длительность и объём генерации, величину нагрузки, параметры заголовков кадра.
Шлейф (Loopback)	Шлейф (перенаправление пакетов) на физическом (PHY), канальном (MAC), сетевом (IP) и транспортном (UDP/TCP) уровнях с возможностью замены полей.
Пакетный джиттер	Результаты анализа: PKTs, OOOPs, INOPs, %OOOPs, %INOPs, количество пакетов, джиттер которых был меньше (больше) заданного порога. Режим случайного и постоянного размера кадра.
RMON статистика	Сбор статистических данных по переданным и принятым кадрам: текущая нагрузка на приёмной и передающей части порта; общее количество кадров и байт; количество кадров на канальном и сетевом уровнях; количество кадров с широковещательной, групповой и единичной адресацией; количество кадров с неверной CRC; количество runt- и jabber-кадров.
Диагностика TCP/IP сервисов	ping, traceroute, DNS, ARP.
Кабельный тестер	Определения соответствия схемы соединения проводов в кабеле стандарту TIA-568A/B. Трассировка, оценка длины кабеля и расстояния до обрыва.
Диагностика Power over Ethernet (PoE)	Определение наличия и класса PoE, проверка полярности.

1.4. Комплект поставки

Комплект поставки прибора зависит от заказа и приведён в паспорте.

2. Условия эксплуатации

Таблица 2.1. Условия эксплуатации Беркут-ETM и WMT-01

Параметр	**Описание**
Диапазон рабочих температур	0–35 °C
Диапазон температур транспортировки	-10…+45 °C
Диапазон температур хранения	-5…+40 °C
Относительная влажность воздуха	80 % при температуре 25 °C

3. Электропитание

Электропитание Беркут-ЕТМ осуществляется от внешнего блока питания напряжением 12 В, 1 А. Также прибор может работать без подключения к сети электропитания – от внутренней литий-ионной аккумуляторной батареи, которая состоит из двух элементов 18650 со встроенной защитой, напряжением 3,7 В и емкостью 2600 мАч каждая. Суммарная емкость батареи прибора – 19,2 Втч. Время автономной работы – до 10 часов, в зависимости от выполняемых тестов. Время заряда аккумуляторной батареи – до 3,5 часов.

Электропитание тестового щупа WMT-01 осуществляется от внутренней батареи питания напряжением 9 В. В зависимости от поставки, щуп комплектуется батареей 6LR61 или 6F22 («Крона»).

Для замены батареи питания щупа следует сдвинуть вниз фиксатор крышки батарейного отсека (см. рис. 5.4), открыть отсек, вынуть использованную батарею, установить новую и закрыть крышку.

4. Внешний вид Беркут-ETM

4.1. Тестовые порты

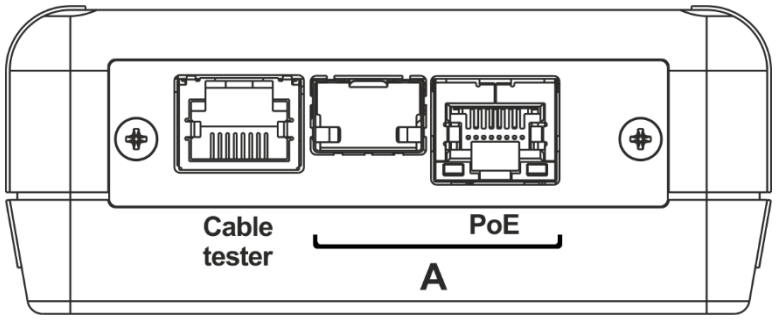


Рисунок 4.1. Верхняя панель

На верхней панели прибора расположены порт «Cable tester» и порт A.

Порт «Cable tester» служит для измерения длины кабеля, поиска кабеля в серверных и пучках, проведения теста правильности соединения проводов кабеля в разъеме RJ-45 (см. раздел 8.11).

Порт A служит для подключения к тестируемому устройству или сети Ethernet. Порт содержит 2 разъёма — RJ-45 и SFP. Во время тестирования следует подключать кабель только к одному из разъёмов.

Разъём RJ-45 можно использовать для тестирования PoE-сетей (см. раздел 0). Прибор имеет встроенный PoE-контроллер и может проходить классификацию для PoE-устройств. После прохождении классификации специальные индикаторы клавиатуры показывают, по каким парам кабеля подается питание (см. раздел 4.3).

4.2. Индикаторы состояния портов «A» и «Management»

Разъем RJ-45 порта A и порт Management имеют по два светодиодных индикатора для определения состояния и активности соединения.

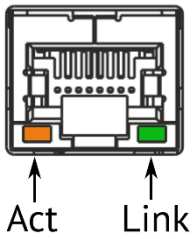


Рисунок 4.2. Светодиодные индикаторы «Act» и «Link»

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

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

4.3. Клавиатура

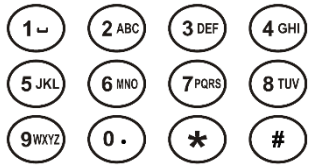
Рисунок 4.3. Передняя панель

Таблица 4.2. Светодиодные индикаторы лицевой панели

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
	зеленый	горит	аккумуляторные элементы заряжены, подключен внешний блок питания
	оранжевый	горит	идёт заряд аккумуляторных элементов
	зеленый и оранжевый	горит зеленым и кратковременно мигает оранжевым	аварийное состояние: отсутствует батарея или произошел ее перегрев (> 45 °С) или неисправен термодатчик
	–	не горит	прибор работает от внутренней батареи, внешний блок питания отключен
Link	зелёный	горит постоянно	соединение с тестируемым оборудованием установлено
	–	не горит	интерфейс не активен
Tx	зелёный	мигает или горит постоянно	идёт передача пакетов
	—	не горит	передача пакетов не осуществляется
Rx	зелёный	мигает или горит постоянно	идёт приём пакетов
	—	не горит	приём пакетов не осуществляется
State	зелёный	горит постоянно	проводится тестирование
		мигает	включен режим «Шлейф»
	—	не горит	режим «Шлейф» выключен, тестирование не проводится

Индикатор	Цвет	Состояние	Описание
PoE AB[1]	зеленый	горит постоянно	класс прибора — 0; питание поступает по парам A и B (контакты 1-2 и 3-6 разъема RJ-45, соответственно)
	оранжевый	горит постоянно	класс прибора — 4; питание поступает по парам A и B (контакты 1-2 и 3-6 разъема RJ-45, соответственно)
PoE CD[1]	зеленый	горит постоянно	класс прибора — 0; питание поступает по парам C и D (контакты 4-5 и 7-8 разъема RJ-45, соответственно).
	оранжевый	горит постоянно	класс прибора — 4; питание поступает по парам C и D (контакты 4-5 и 7-8 разъема RJ-45, соответственно).

Таблица 4.3. Описание клавиш прибора

Клавиша	Описание
	Включение/выключение прибора (см. раздел 6.2).
	Вызывает окно с информацией о текущем статусе прибора (какой тест или сервис запущен).
	Не используется
	Ввод Клавиша перехода в меню или подменю. При выборе пункта меню, позволяющего вводить значения параметров, нажатие на клавишу обеспечивает переход в режим задания данных. Повторное нажатие подтверждает введённые значения. В случае перехода к пункту меню, позволяющему выбирать значения параметров, при нажатии на клавишу выполняется перебор всех возможных значений.
	Отмена/Выход Клавиша перехода в предыдущее меню. В режиме задания данных служит для отмены ввода данных.
	Клавиши управления курсором
	Клавиши ввода цифр, букв и символов

[1] Индикатор используется при проведении теста PoE, см. раздел 0.

4.4. Разъёмы боковой панели

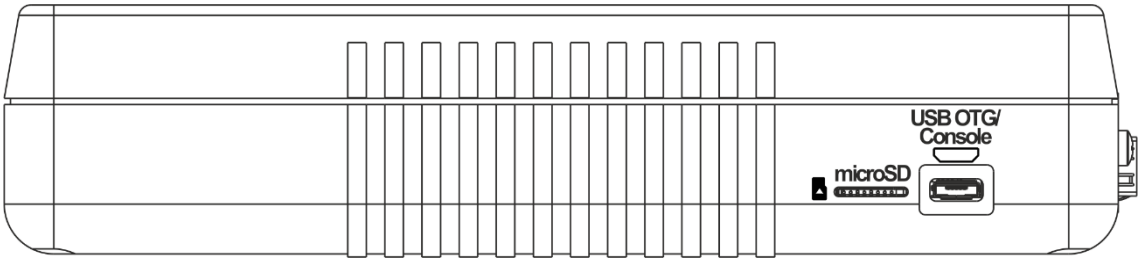


Рисунок 4.4. Разъемы боковой панели

Таблица 4.4. Назначение разъемов боковой панели

Маркировка	Назначение
micro SD	Разъём для карты памяти, содержащей программное обеспечение прибора. ***Примечание.*** Работа прибора без установленной карты невозможна.
USB OTG/Console	Micro USB-порт для подключения внешних устройств или соединения с другими устройствам, в зависимости от режима работы (см. раздел 4.5).

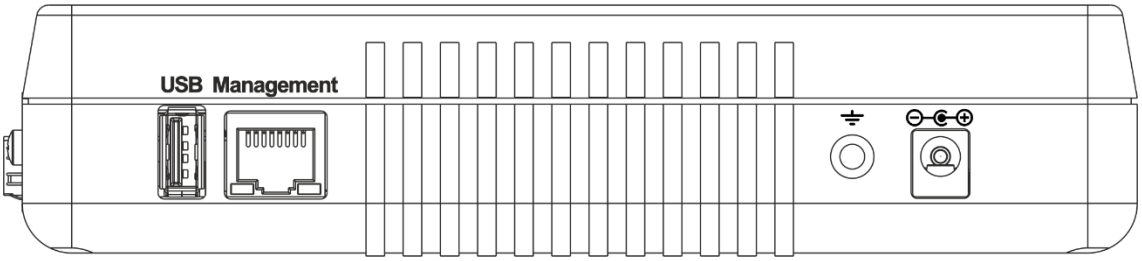


Рисунок 4.5. Разъемы боковой панели

Таблица 4.5. Назначение разъемов боковой панели

Маркировка	Назначение
USB	Подключение внешних USB-накопителей и Wi-Fi адаптеров. ***Примечание.*** Допускается использовать только проверенные и рекомендованные производителем Wi-Fi адаптеры. Для получения актуального списка адаптеров следует обратиться в службу технической поддержки (см. раздел 13).
Management	Удалённое управление устройством (описание светодиодных индикаторов разъёма приведено в разделе 4.2).
⏚	Разъём для подключения шнура заземления.
⊖⊙⊕	Разъём для подключения внешнего блока питания.

4.5. Режимы работы USB-порта

Micro USB-порт прибора («USB OTG/Console», см. рис. 4.4) может работать в двух режимах:

1. «USB OTG Host». В этом режиме к прибору можно подключать внешние устройства, например, USB-накопители. Нагрузка по потреблению на данном порту не должна превышать 0,14 А. Для более мощных по потреблению накопителей следует использовать другой USB-порт.

2. «USB OTG Device». В этом режиме прибор может быть подключен к другому устройству, работающему в качестве «USB OTG Host». При подключении к персональному компьютеру (ПК) прибор определяется в системе как два устройства:

    1) «Сетевое устройство». В этом случае среди сетевых интерфейсов ПК появится новый интерфейс, например, «ACM0». Настроив этот интерфейс, можно подключиться к прибору по протоколу SSH, а также взаимодействовать с ним с помощью WEB и REST API.

    2) «Консоль/dev/ACM<x>». Консоль используется для подключения к прибору посредством терминальных программ, например, minicom или HyperTerminal.

5. Внешний вид WMT-01

5.1. Верхняя панель

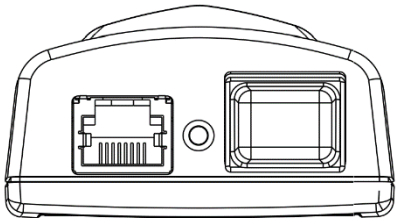


Рисунок 5.1. Верхняя панель

На верхней панели тестового щупа находятся:

- разъём RJ-45 для подключения тестируемого кабеля;
- светодиодный индикатор работы, одновременно являющийся подсветкой рабочей зоны;
- антенна.

5.2. Лицевая панель

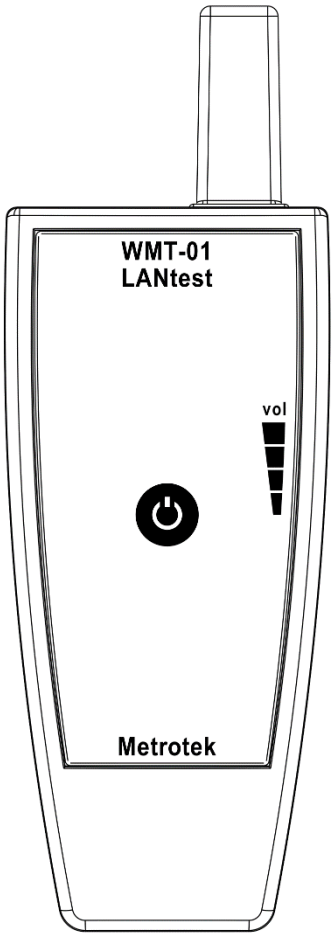


Рисунок 5.2. Лицевая панель

На лицевой панели тестового щупа расположена кнопка включения/выключения. Пока кнопка нажата и удерживается – щуп работает.

5.3. Боковая панель

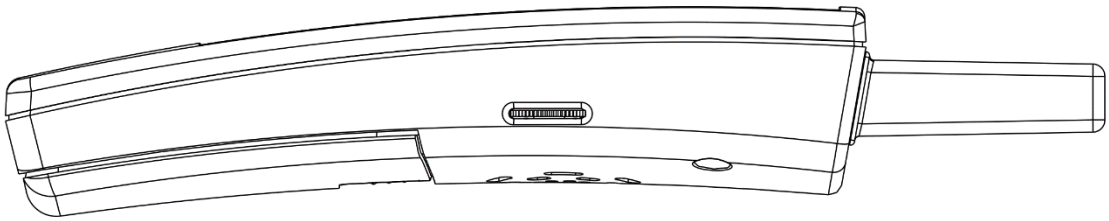


Рисунок 5.3. Боковая панель

На боковой панели тестового щупа находится колесико для изменения чувствительности приёмника. Для увеличения чувствительности следует крутить колесико вверх, для уменьшения – вниз. Крайнее нижнее положение означает минимальную чувствительность, крайнее верхнее – максимальную.

5.4. Задняя панель

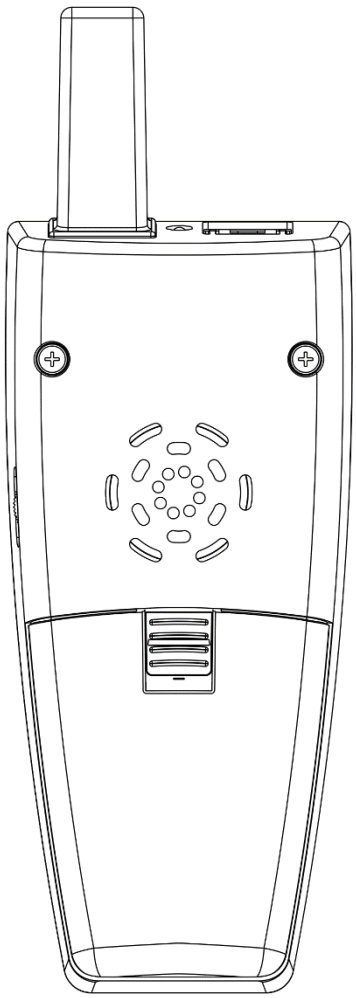


Рисунок 5.4. Задняя панель

На задней панели тестового щупа расположена решетка динамика и крышка батарейного отсека.

6. Взаимодействие с прибором

6.1. Подготовка к работе

1. После извлечения прибора из упаковки произвести внешний осмотр и проверить комплектность в соответствии с паспортом.

2. Если прибор транспортировался или хранился при отрицательных температурах, то перед включением следует выдержать его при температуре 5–35 °C в течение 2 часов.

3. Включить прибор (см. раздел 6.2).

6.2. Включение и выключение

Для включения прибора следует:

1. Подключить блок питания к разъёму питания (см. рис. 4.5), а затем к электрической розетке. После подключения загорается зелёным или оранжевым индикатор заряда батареи (см. рис. 4.3).

2. Нажать и удерживать клавишу , расположенную в нижней части лицевой панели корпуса прибора, в течение 2-3 с.

Для выключения прибора следует однократно нажать на клавишу – на экране отобразится время, оставшееся до выключения, после чего прибор будет выключен с сохранением всех настроек.

Для принудительного выключения следует нажать и удерживать клавишу в течение 3-4 с, пока экран прибора не погаснет.

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

6.3. Структура меню

После включения прибора на экране отображается главное меню. Оно состоит из трёх подменю:

- Configuration
- Tools
- Measurements

Структура каждого меню представлена на рисунках ниже.

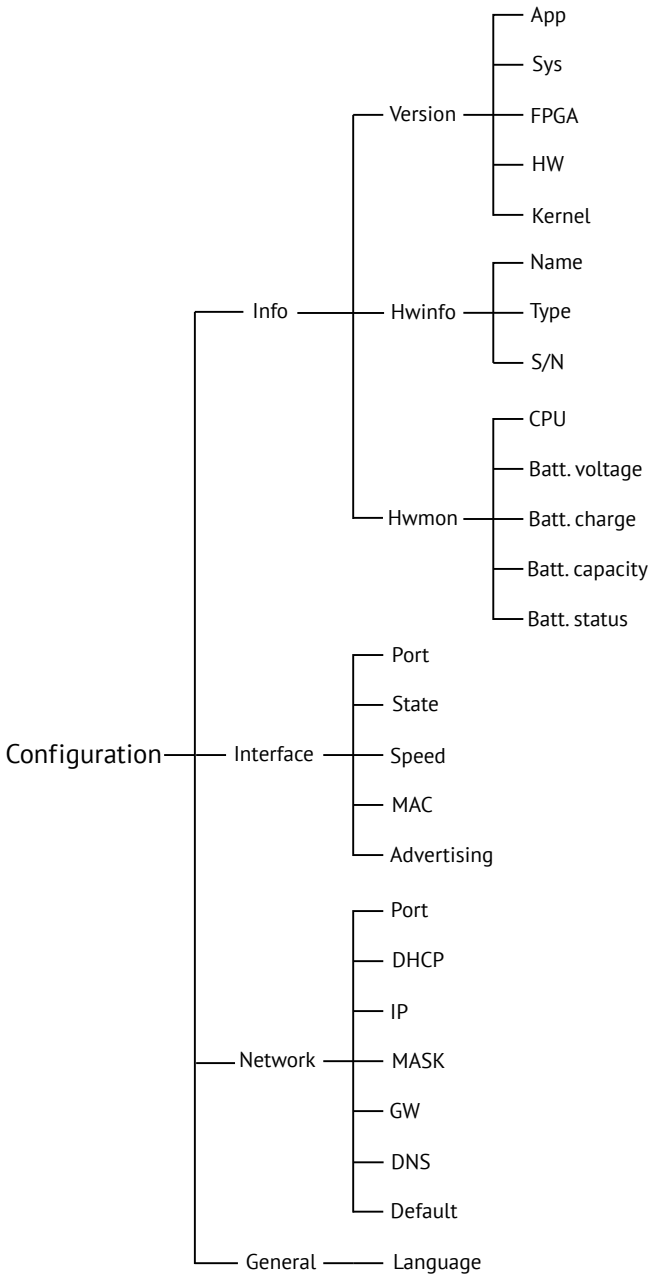


Рисунок 6.1. Структура меню «Configuration»

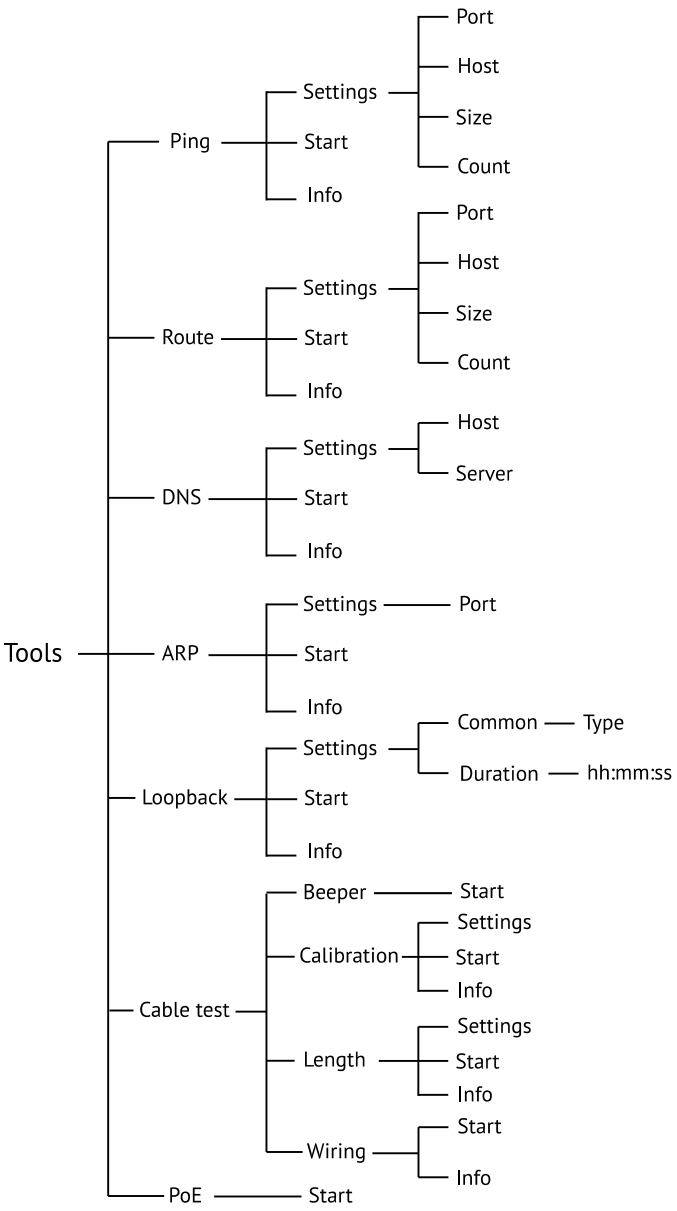


Рисунок 6.2. Структура меню «Tools»

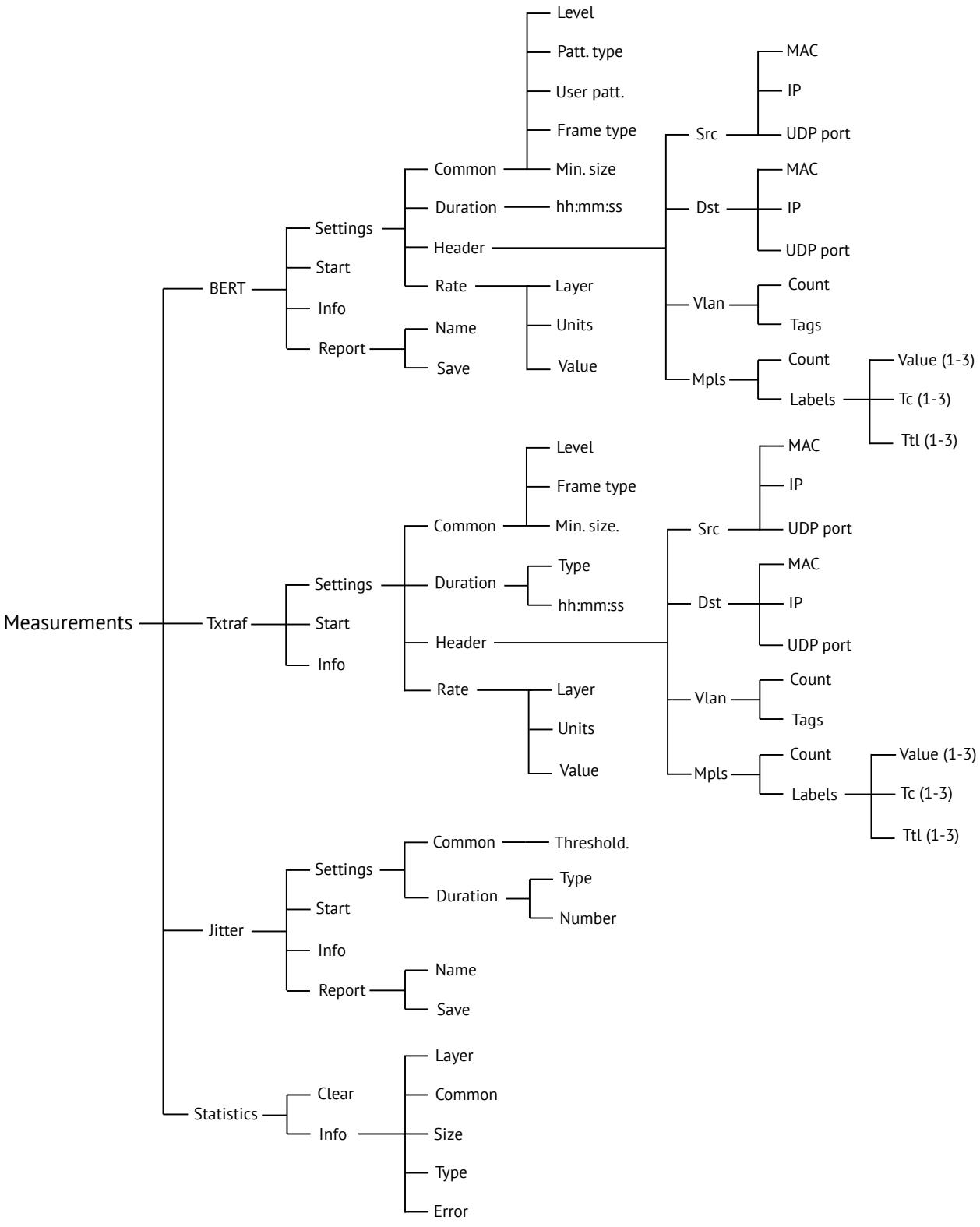


Рисунок 6.3. Структура меню «Measurements»

7. Measurements (Измерения)

7.1. BERT. Конфигурация

BERT – программа для определения коэффициента битовых ошибок. Теоретическое описание теста представлено в разделе 15.1.

7.1.1. Схема тестирования

Тестирование проводится с использование функции «Шлейф».

Рисунок 7.1. Схема тестирования с использованием шлейфа

7.1.2. Запуск теста

Для включения теста следует перейти к пункту меню «Measurements» ⇒ «Bert» ⇒ «Start» и нажать ✓.

7.1.3. Settings (Настройки)

7.1.3.1. Common (Общие настройки)

Параметр	**Описание**
Level	Уровень модели OSI, на котором будет проводиться тест: 1 — физический, 2 — канальный, 3 — сетевой, 4 — транспортный (см. раздел 15.1.1).
Patt. Type	Выбор стандартной или задаваемой пользователем тестовой последовательности (см. раздел 15.1.2).
User patt.	Ввод произвольной последовательности.
Frame type	«Constant» («Постоянный») — для тестирования используется размер кадра, заданный в пункте меню «Frame size». «Random» («Случайный») — размер кадра изменяется по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Min. size», «Max. size»).
Min. size	Минимальное значение размера кадра. Доступно при выборе случайного типа кадра в пункте «Frame type».
Max. size	Максимальное значение размера кадра. Доступно при выборе случайного типа кадра в пункте «Frame type».
Frame size	Значение размера кадра. Доступно при выборе постоянного типа кадра в пункте «Frame type».

7.1.3.2. Duration (Длительность)

В пункте меню «Duration» задается длительность измерений с точностью до секунды. Если длительность не задана (в пункте меню «hh:mm:ss» установлено «00:00:00»), тест будет выполняться до тех пор, пока пользователь не выберет «Stop» в меню «Measurements» ⇒ «Bert».

7.1.3.3. Header (Заголовок)

Параметр	Описание
Src (Отправитель)	
MAC: src	MAC-адрес отправителя. ***Примечание.*** Для автоматической подстановки MAC-адреса следует нажать на клавишу →: вместо текущего MAC-адреса отправителя будет подставлен адрес, заданный в меню «Interface» (см. раздел 9.2).
IP: src	IP-адрес отправителя. ***Примечание.*** Для автоматической подстановки IP-адреса следует нажать на клавишу →: вместо текущего IP-адреса отправителя будет подставлен адрес, заданный в меню «Network» (см. раздел 9.3).
UDP port: src	Номер UDP-порта отправителя.
Dst (Получатель)	
MAC: dst	MAC-адрес получателя. ***Примечание.*** Для автоматической подстановки MAC-адреса следует нажать на клавишу →: будет проведен ARP-запрос, в результате которого вместо текущего MAC-адреса получателя будет подставлен адрес, соответствующий IP-адресу получателя.
IP: dst	IP-адрес получателя
UDP port: dst	Номер UDP-порта получателя
VLAN	
Count	Количество VLAN-меток
Tags	
Pri (1-3)	Приоритет трафика в соответствии с IEEE 802.1Q (см. табл. 16.1).
Id (1-3)	Идентификатор VLAN. Однозначно определяет VLAN, которой принадлежит кадр. ***Примечание.*** 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.
MPLS	
Count	Количество MPLS-меток
Labels	
Value (1-3)	Значение MPLS-метки
Tc (1-3)	Поле класс трафика (RFC 5462). Используется для реализации механизмов качества обслуживания (QoS) и явного уведомления о перегрузке.
Ttl (1-3)	Время жизни пакета с меткой

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.

7.1.3.4. Rate (Скорость)

Параметр	Описание
Layer (Уровень)	Уровень модели OSI, в соответствии с которым задается нагрузка: 1 — физический, 2 — канальный, 3 — сетевой, 4 — транспортный.
Units (Единицы измерения)	Выбор единиц измерения скорости – проценты, кбит/с, Мбит/с, Гбит/с.
Value (Значение)	Значение скорости

7.2. BERT. Результаты

Результаты теста BERT доступны в меню «Measurements» ⇒ «BERT» ⇒ «Info».

Параметр	Описание
Elapsed time	Время, прошедшее с начала тестирования
Remain time	Время, оставшееся до окончания тестирования
Start time	Время запуска теста
Stop time	Время окончания теста
Speed	Скорость соединения
Rate	Нагрузка
BITs	Количество принятых бит
EBITs	Количество ошибочных бит
BER	Отношение количества ошибочных бит к общему числу принятых бит.
LSS, %LSS	Время потери синхронизации с принимаемыми данными (см. раздел 15.1.3). В процентах выводится отношение времени, в течение которого наблюдалась потеря синхронизации тестовой последовательности, ко времени, прошедшему с начала теста.
LOS, % LOS	Время отсутствия сигнала. В процентах выводится отношение времени, в течение которого сигнал отсутствовал, ко времени, прошедшему с начала теста.

7.3. Txtraf (Генератор трафика). Конфигурация

Программа «Генератор трафика» включает генерацию тестового потока с заданными настройками:

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

7.3.1. Схемы тестирования

Функция генерации тестового трафика применяется при измерении пакетного джиттера (см. раздел 7.5). Можно генерировать тестовый поток и измерять пакетный джиттер на порту А прибора, а также генерировать тестовый поток на порту А локального прибора и измерять пакетный джиттер на порту удаленного прибора.

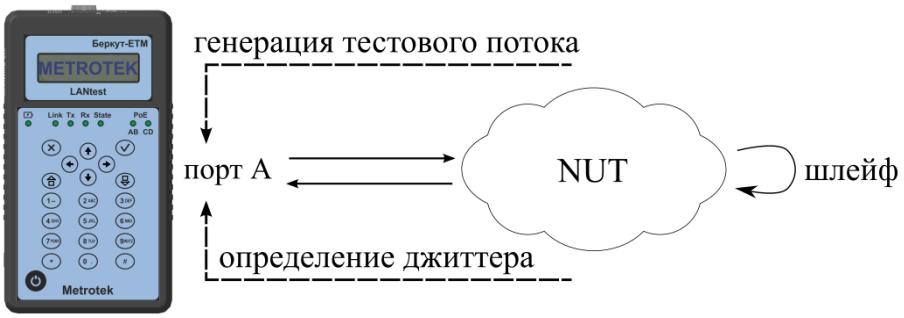


Рисунок 7.2. Схема генерации тестового потока и измерения джиттера с использование шлейфа

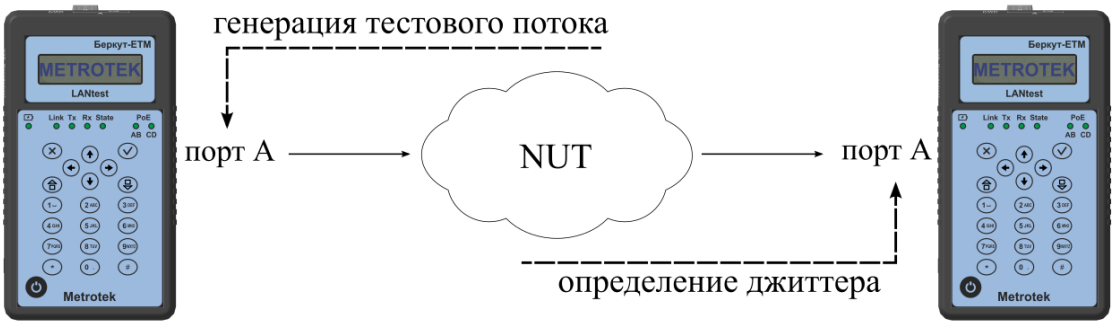


Рисунок 7.3. Схема генерации тестового потока и измерения джиттера с помощью удаленного прибора

7.3.2. Запуск теста

Для включения генерации следует перейти к пункту меню «Measurements» ⇒ «Txtraf» ⇒ «Start» и нажать ⊛.

Примечание. При использовании генератора трафика для измерения джиттера необходимо сначала настроить тестовый поток и включить генератор, и только после этого запустить измерение джиттера.

7.3.3. Settings (Настройки)

7.3.3.1. Common (Общие настройки)

Параметр	Описание
Level	Уровень модели OSI, на котором будет проводиться генерация трафика: 1 — физический, 2 — канальный, 3 — сетевой, 4 — транспортный.
Frame type	«Constant» («Постоянный») — для тестирования используется размер кадра, заданный в пункте меню «Frame size». «Random» («Случайный») — размер кадра изменяется по равномерному закону в заданных пределах (пункты меню «Min. size», «Max. size»).
Min. size	Минимальное значение размера кадра. Доступно при выборе случайного типа кадра в пункте «Frame type».
Max. size	Максимальное значение размера кадра. Доступно при выборе случайного типа кадра в пункте «Frame type».
Frame size	Значение размера кадра. Доступно при выборе постоянного типа кадра в пункте «Frame type».

7.3.3.2. Duration (Длительность)

Параметр	Описание
Type	Если выбрано «Seconds», то генерация тестового потока будет прекращена по истечении времени, заданного в пункте «hh:mm:ss». Если выбрано «Packets», то генерация тестового потока будет прекращена после генерации количества кадров, указанного в пункте «Number». Если выбрано «Bytes», то генерация тестового потока будет прекращена после генерации количества байтов, указанного в пункте «Number».
hh:mm:ss	Время, в течение которого будет происходить генерация трафика. Если длительность не задана (в пункте меню «hh:mm:ss» установлено «00:00:00»), генерация трафика будет выполняться до тех пор, пока пользователь не выберет «Stop» в меню «Measurements» ⇒ «Txtraf».
Number	Количество кадров/байтов, которое будет сгенерировано.

7.3.3.3. Header (Заголовок)

Настройки заголовка аналогичны описанным в разделе 7.1.3.3.

7.3.3.4. Rate (Скорость)

Настройки скорости аналогичны описанным в разделе 0.

7.4. Txtraf. Результаты

Информация о сгенерированном трафике доступна в меню «Measurements» ⇒ «Txtraf» ⇒ «Info».

Параметр	Описание
Elapsed time	Время, прошедшее с начала тестирования
Start time	Время запуска теста
Stop time	Время окончания теста
Tx bytes	Количество переданных байтов
Tx frames	Количество переданных кадров

7.5. Jitter (Пакетный джиттер). Конфигурация

Пакетный джиттер» — программа для определения абсолютной разности задержек распространения двух последовательно принятых пакетов, принадлежащих одному потоку данных. Этот параметр используется для оценки возможности сети передавать чувствительный к задержкам трафик (видео или речь).

7.5.1. Схемы тестирования

Схемы тестирования описаны в разделе 7.3.1.

7.5.2. Запуск теста

Для включения теста следует перейти к пункту меню «Measurements» ⇒ «Jitter» ⇒ «Start» и нажать ⓥ.

Примечание. Для проведения теста необходимо сначала настроить тестовый поток и включить генератор трафика (см. раздел 7.3), и только после этого запустить измерение джиттера.

7.5.3. Settings (Настройки)

7.5.3.1. Common (Общие настройки)

Параметр	Описание
Threshold (ms)	Пороговое значение джиттера.

7.5.3.2. Duration (Длительность)

В пункте меню «Duration» задается длительность измерений с точностью до секунды. Если длительность не задана (в пункте меню «hh:mm:ss» установлено «00:00:00»), тест будет выполняться до тех пор, пока пользователь не выберет «Stop» в меню «Measurements» ⇒ «Jitter».

7.6. Jitter (Пакетный джиттер). Результаты

Результаты определения джиттера доступны в меню «Measurements» ⇒ «Jitter» ⇒ «Info».

Параметр	Описание
Elapsed time	Время, прошедшее с начала тестирования
Start time	Время запуска теста
Stop time	Время окончания теста
Rx-Rate	Значение информационной (L2) скорости приёма данных
PKTs	Общее количество принятых пакетов
INOPs	Количество пакетов, принятых в том же порядке, в котором они были отправлены.
OOOPs	Количество пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были отправлены.
%OOOPs	Количество пакетов, принятых не в том порядке, в котором они были отправлены, в процентах от общего количества принятых пакетов.
%Under Thresh.	Количество пакетов, джиттер которых был меньше заданного порога, в процентах от общего числа принятых пакетов. Величина порога задается в настройках теста «Пакетный джиттер» (см. раздел 7.5.3.1).
%Over Thresh.	Количество пакетов, джиттер которых был больше заданного порога, в процентах от общего числа принятых пакетов. Величина порога задается в настройках теста «Пакетный джиттер» (см. раздел 7.5.3.1).
Ranges	Переход в меню, содержащее информацию о распределении джиттера (см. раздел 7.6.1).

7.6.1. Распределение джиттера

При анализе распределения джиттера прибор задает девять подынтервалов. Первые восемь расположены в интервале от нуля до порогового значения («Threshold», задается в меню «Jitter» ⇒ «Settings» ⇒ «Common»). Размер каждого подынтервала рассчитывается по формуле: $\frac{Threshold}{8}$. Девятый подынтервал имеет размер от порога до бесконечности.

В меню «Ranges» отображаются границы подынтервалов и количество пакетов (в процентах от общего количества принятых пакетов), джиттер которых попал в определённый подынтервал.

7.7. Статистика

Программа «Статистика» отображает статистическую информацию по принимаемому и передаваемому трафику. Для просмотра статистики следует перейти в меню «Measurements» ⇒ «Statistics» ⇒ «Info» и выбрать тип статистики: «Layer», «Common», «Size», «Type», «Error». Переключение между статистикой по переданным и принятым кадрам выполняется с помощью клавиш и .

7.7.1. Clear (Сброс статистики)

Для удаления статистики следует перейти в меню «Statistics» ⇒ «Clear» и нажать .

7.7.2. Layer (Статистика по уровням)

Параметр	Описание
Frames (L2): rx	Количество принятых кадров на канальном уровне.
Frames (L2): tx	Количество переданных кадров на канальном уровне.
Frames (L3): rx	Количество принятых кадров на сетевом уровне.
Frames (L3): tx	Количество переданных кадров на сетевом уровне.

7.7.3. Common (Сводная статистика)

Параметр	Описание
Frames: rx	Количество принятых кадров.
Frames: tx	Количество переданных кадров.
Bytes: rx	Количество принятых байтов.
Bytes: tx	Количество переданных байтов.
Rate (kbps): rx	Информация о текущей нагрузке на приемной части порта.
Rate (kbps): tx	Информация о текущей нагрузке на передающей части порта.

7.7.4. Size (Статистика по размерам кадров)

В меню выводится информация по количеству переданных и принятых кадров определённого размера:

- менее 64 байт;
- 64 байта;
- 65…127 байт;
- 128…255 байт;
- 256…511 байт;
- 512…1023 байт;
- 1024…1518 байт;
- более 1518 байт.

7.7.5. Type (Статистика по типам кадров)

Параметр	Описание
Broadcast: rx	Количество принятых кадров с широковещательной адресацией.
Broadcast: tx	Количество переданных кадров с широковещательной адресацией.
Multicast: rx	Количество принятых кадров с групповой адресацией.
Multicast: tx	Количество переданных кадров с групповой адресацией.

Параметр	Описание
Unicast: rx	Количество принятых кадров с единичной адресацией.
Unicast: tx	Количество переданных кадров с единичной адресацией.

7.7.6. Error (Статистика по ошибкам кадров)

Параметр	Описание
CRC: rx	Количество принятых пакетов, имеющих неправильную контрольную сумму.
CRC: tx	Количество переданных пакетов, имеющих неправильную контрольную сумму.
Runt: rx	Количество принятых пакетов длиной менее 64 байт с правильной контрольной суммой.
Runt: tx	Количество переданных пакетов длиной менее 64 байт с правильной контрольной суммой.
Jabber: rx	Количество принятых пакетов размером более 1518 байт, имеющих неправильную контрольную сумму.
Jabber: tx	Количество переданных пакетов размером более 1518 байт, имеющих неправильную контрольную сумму.

8. Tools (Инструменты)

В меню «Tools» («Инструменты») доступны стандартные инструменты для диагностики работы TCP/IP-сетей (ping, route, dns, arp), а также режим «Шлейф» («Loopback»), тест кабеля (Cable test) и диагностика PoE.

8.1. Ping (Эхо-запрос). Конфигурация

Инструмент «Эхо-запрос» используется для проверки связности канала между узлами сети. В процессе тестирования сетевому узлу посылаются запросы и фиксируются поступающие ответы. Процедура основывается на IP- и ICMP протоколах пересылки дейтаграмм и позволяет проверить работоспособность каналов передачи данных и промежуточных устройств.

8.1.1. Схема тестирования

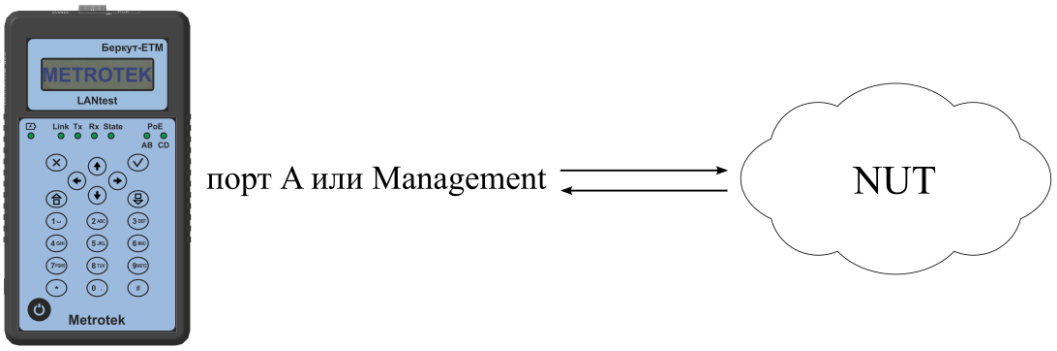


Рисунок 7.4. Схема подключения для проведения тестов Ping, Route, DNS, ARP

8.1.2. Запуск теста

Для включения теста следует перейти к пункту меню «Tools» ⇒ «Ping» ⇒ «Start» и нажать ✓.

8.1.3. Settings (Настройки)

Параметр	Описание
Port	Выбор порта (A/LAN/Auto), с которого будет осуществляться передача данных. Если прибор подключён к сети и установлено значение «Auto», выбор порта производится следующим образом: – если порт A и LAN находятся в одной сети (т.е. сетевые части IP-адресов, заданных в меню «Configuration» ⇒ «Network», совпадают), то эхо-запрос будет отправлен с порта A; – если порт A и LAN находятся в разных сетях, то эхо-запрос будет отправлен с порта, который находится в той же сети, что и тестируемое устройство; – если порт A, LAN и тестируемое устройство находятся в разных сетях, эхо-запрос будет отправлен с порта A.
Host	IP-адрес или доменное имя узла, достижимость которого проверяется.
Size	Размер ICMP-пакета в байтах.
Count	Количество отправляемых пакетов.

8.2. Ping. Результаты

Параметр	Описание
Maximum	Максимальное время между отправкой запроса и получением ответа.
Average	Среднее время между отправкой запроса и получением ответа.
Minimum	Минимальное время между отправкой запроса и получением ответа.
Sent	Количество отправленных пакетов.
Received	Количество принятых пакетов.
Lost	Количество потерянных пакетов.
%Lost	Количество потерянных пакетов, в процентах от общего количества принятых пакетов.

8.3. (Route) Маршрут. Конфигурация

Инструмент «Маршрут» используется для определения маршрутов следования данных в сетях и диагностики доступности промежуточных пунктов на пути передачи потока данных. В процессе тестирования указанному узлу отправляется последовательность пакетов, при этом отображаются сведения обо всех промежуточных маршрутизаторах, через которые прошли данные на пути к конечному узлу.

8.3.1. Схема тестирования

Схема тестирования представлена на рис. 7.4.

8.3.2. Запуск теста

Для включения теста следует перейти к пункту меню «Tools» ⇒ «Route» ⇒ «Start» и нажать ⓥ.

8.3.3. Settings (Настройки)

Параметр	Описание
Port	Выбор порта (A/LAN/Auto), с которого будет осуществляться передача данных. Если прибор подключён к сети и установлено значение «Auto», выбор порта производится следующим образом: – если порт A и LAN находятся в одной сети (т.е. сетевые части IP-адресов, заданных в меню «Configuration» ⇒ «Network», совпадают), то эхо-запрос будет отправлен с порта A; – если порт A и LAN находятся в разных сетях, то эхо-запрос будет отправлен с порта, который находится в той же сети, что и тестируемое устройство; – если порт A, LAN и тестируемое устройство находятся в разных сетях, эхо-запрос будет отправлен с порта A.
Host	IP-адрес или доменное имя узла, маршрут до которого проверяется.
Size	Размер пакета в байтах.
Count	Максимальное количество маршрутизаторов, которое могут пройти пакеты.

8.4. Route. Результаты

Параметр	Описание
Number	Номер промежуточного узла
Host	IP-адрес промежуточного узла
Time	Время ожидания ответа

8.5. DNS. Конфигурация

Инструмент DNS-клиент позволяет по запросу, содержащему доменное имя узла, определить его IP-адрес, а также обнаружить ошибки в работе NS-серверов.

8.5.1. Схема тестирования

Схема тестирования представлена на рис. 7.4.

8.5.2. Запуск теста

Для включения теста следует перейти к пункту меню «Tools» ⇒ «DNS» ⇒ «Start» и нажать ⓥ.

8.5.3. Settings (Настройки)

Параметр	Описание
Host	Доменное имя узла, IP-адрес которого необходимо определить.
Server	IP-адрес узла сети, который содержит базу DNS.

8.6. DNS. Результаты

Параметр	Описание
Type	Тип ресурсной записи
Record	Значение указанного типа

8.7. ARP. Конфигурация

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

8.7.1. Схема тестирования

Схема тестирования представлена на рис. 7.4.

8.7.2. Запуск теста

Для включения теста следует перейти к пункту меню «Tools» ⇒ «ARP» ⇒ «Start» и нажать ⓥ.

8.7.3. Settings (Настройки)

Параметр	Описание
Port	Выбор порта (A/LAN/Auto), с которого будет осуществляться передача данных. Если прибор подключён к сети и установлено значение «Auto», выбор порта производится следующим образом: – если порт A и LAN находятся в одной сети (т.е. сетевые части IP-адресов, заданных в меню «Configuration» ⇒ «Network», совпадают), то эхо-запрос будет отправлен с порта A; – если порт A и LAN находятся в разных сетях, то эхо-запрос будет отправлен с порта, который находится в той же сети, что и тестируемое устройство; если порт A, LAN и тестируемое устройство находятся в разных сетях, эхо-запрос будет отправлен с порта A.

8.8. ARP. Результаты

Параметр	Описание
Port	Сетевой интерфейс, с которого выполняется ARP-запрос
MAC	MAC-адрес сетевого устройства
IP	IP-адрес сетевого устройства

8.9. Loopback (Шлейф)

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

8.9.1. Запуск теста

Для включения шлейфа следует перейти к пункту меню «Tools» ⇒ «Loopback» ⇒ «Start» и нажать ⓥ.

8.9.2. Settings (Настройки)

8.9.2.1. Common (Общие настройки)

В пункте меню «Common» ⇒ «Type» задается 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.

8.9.2.2. Duration (Длительность)

В пункте меню «Duration» задается длительность измерений с точностью до секунды. Если длительность не задана (в пункте меню «hh:mm:ss» установлено «00:00:00»), тест будет выполняться до тех пор, пока пользователь не выберет «Stop» в меню «Tools» ⇒ «Loopback».

8.9.3. 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).

8.9.4. 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.

8.9.5. Статистика шлейфа

При включении шлейфа автоматически запускается сбор статистики:

– L1: по принимаемому трафику;

– L2, L3, L4: по принимаемому и передаваемому трафику.

8.10. Info (Информация)

В пункте меню «Loopback» ⇒ «Info» доступна следующая информация:

Параметр	**Описание**
Elapsed time	Время, прошедшее с начала тестирования
Remain time	Время, оставшееся до окончания тестирования
Start time	Время запуска теста
Stop time	Время окончания теста

8.11. Cable test (Тест кабеля)

Набор тестов «Cable Test» предназначен для диагностики медного кабеля типа «витая пара». Совместное использование тестового щупа WMT-01 и прибора Беркут-ЕТМ позволяет выполнять трассировку кабеля с помощью сигналов звуковой частоты и проверять схему соединения проводов.

Щуп является пассивным чувствительным приёмником. Он принимает и усиливает слабое излучение на частоте 5 кГц, которое прибор Беркут-ЕТМ передаёт в искомый кабель. В радиоэфир сигнал от прибора не передаётся.

Примечание. Проведение теста возможно только при подключении анализируемого кабеля к разъёму RJ-45 (Cable tester). SFP-модули для тестирования не применяются.

8.11.1. Тональный генератор («Beeper»)

В режиме тонального генератора выполняется трассировка кабеля с помощью сигналов звуковой частоты. В этом режиме совместно с прибором используется тестовый щуп WMT-01 и шнур заземления, который позволяет генерировать более чистый сигнал.

Для генерация тонального сигнала следует:

1. Подключить к прибору тестируемый кабель через разъём «Cable tester».
2. Подключить шнур заземления к прибору (см. рис. 4.5) и к заземляющему контакту электрической розетки (или к любому другому заземлителю).
3. Перейти в меню «Tools» ⇒ «Cable Test» ⇒ «Beeper» ⇒ «Start» и нажать ⊛.

После этого при помощи тестового щупа выполнить поиск кабеля. Верхний конец антенны является рабочей областью и его нужно направлять в сторону искомого кабеля.

Примечание. При поиске наиболее предпочтительно располагать антенну перпендикулярно кабелю.

Сначала рекомендуется выставить максимальную чувствительность приемника (с помощью колесика, см. раздел 5.3), а затем, при появлении сигнала, постепенно уменьшить чувствительность для более точного поиска. Для того, чтобы убедится, что найден нужный кабель, следует подключить его к щупу и выполнить проверку кроссировки (см. раздел 8.11.4).

При поиске розетки в патч-панели после появления звукового сигнала следует выставить минимальную чувствительность щупа, вставить его антенну в разъём розетки и убедиться, что звуковой сигнал подаётся только из этого разъёма. Для контроля можно подключить короткий кусок кабеля в розетку другим концом, соединить его со щупом и выполнить проверку кроссировки (см. раздел 7.11.3).

8.11.1.1. Назначение контактов разъёма «Cable tester» в режиме «Beeper»

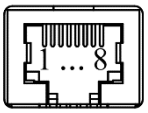


Рисунок 7.5. Схема контактов разъёма «Cable tester»

Таблица 7.1. Назначение контактов в режиме «Beeper»

Номер контакта	Назначение
1	Земля
2	Земля
3	Сигнал
4	Сигнал
5	Сигнал
6	Сигнал
7	Сигнал
8	Сигнал

8.11.2. Калибровка («Calibration»)

Инструмент «Калибровка» позволяет определить погонную ёмкость кабеля известной длины. Для этого следует:

1. Перейти в меню «Tools» ⇒ «Cable Test» ⇒ «Calibration» ⇒ «Settings» и указать длину калибровочного кабеля «Length (m)».
2. Перейти в меню «Calibration» ⇒ «Start» и нажать ✓.

В меню «Calibration» ⇒ «Info» отобразятся данные по погонной ёмкости, которые будут использованы при проведении последующих измерений с данным типом кабеля.

8.11.3. Измерение длины («Length»)

Примечание. Рекомендуется проводить тестирование кабелей с длиной не менее 10 м и не более 300 м. Измерение за пределами указанных значение может привести к ошибочным результатам.

Для измерения длины кабеля следует:

1. Подключить к прибору тестируемый кабель через разъём «Cable tester».
2. Перейти в меню «Tools» ⇒ «Cable Test» ⇒ «Length» ⇒ «Settings» и задать длину «Length (m)» и погонную ёмкость «Capacit. (nF)» кабеля. Если эти величины неизвестны, можно оставить значения по умолчанию или использовать инструмент «Калибровка» (см. раздел 8.11.2).

Примечание. При измерении длины кабеля прибор использует следующий алгоритм: сначала измеряет его ёмкость, а затем производит перерасчет ёмкости в длину, используя коэффициент пересчёта.

Параметры «Length (m)» и «Capacit. (nF)» необходимы для получения данного коэффициента. Их можно получить в технических данных производителя на данный кабель. Допускается ввод значений ёмкости как на 1 м, так и на большую длину.

По умолчанию в приборе используется стандартный коэффициент. Погрешность измерения длины кабеля со стандартным коэффициентом будет больше, чем при использовании коэффициента, указанного производителем для этого кабеля.

3. Перейти в меню «Length» ⇒ «Start» и нажать ✓.

Начнется измерение длины кабеля. В пункте меню «Length» ⇒ «Info» ⇒ «Len» будут доступны измеренные значения длины для каждой пары проводников (1,2; 3,6; 4,5; 7,8), в пункте меню «State» – состояние кабеля для каждой пары проводников (1,2; 3,6; 4,5; 7,8).

8.11.4. Проверка схемы соединения («Wiring»)

Для проверки правильности соединения проводов кабеля в разъёме RJ-45 совместно с прибором используется тестовый щуп WMT-01:

1. Один конец тестируемого кабеля подключить к разъёму «Cable tester» прибора, второй – к тестовому щупу.
2. Перейти в меню «Tools» ⇒ «Cable Test» ⇒ «Wiring» ⇒ «Start» и нажать ✓.

Начнется определение схемы соединения проводов кабеля, информация будет доступна в меню «Wiring» ⇒ «Info». В первой строке отображается порядок соединения пинов на приборе, во второй – на тестовом щупе. В случае обнаружения неисправностей выводятся следующие символы: «X» – обрыв, «!» – короткое замыкание.

В пункте меню «Wiring» ⇒ «Info» ⇒ «Type» выводится информация о схемах соединения проводов кабеля. Возможные значения:

- straight 1Gb;
- crossover 100Mb;
- crossover 1Gb;
- straight 100Mb;
- no terminal (нет терминала);
- unknown (неизвестно).

8.12. Диагностика PoE

Технология PoE (Power over Ethernet) позволяет передавать удалённому устройству электрическую энергию и данные через витую пару в сети Ethernet. Технология описана в стандартах IEEE 802.3af и IEEE 802.3at. Прибор поддерживает оба этих стандарта, но не является полноценным PoE-устройством, т.к. не может получать питание по Ethernet-кабелю. Прибор выдает себя за PoE-устройство и показывает, по каким парам кабеля подается питание от оборудования PSE.

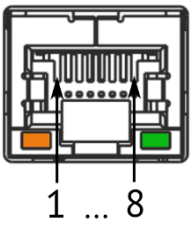


Рисунок 7.6. Нумерация контактов разъема RJ-45 порта A

Прибор может выдавать себя за PoE-устройство класса 0 (потребляемая мощность 0…13 Вт, стандарт IEEE 802.3af) или класса 4 (потребляемая мощность 13…25 Вт, стандарт IEEE 802.3at). В прибор встроен PoE-тестер, который работает всегда, даже когда прибор выключен. По умолчанию класс прибора – 0, в класс 4 можно переключиться только после включения прибора.

8.12.1. Проведение теста

Для проведения теста PoE необходимо подключить разъем RJ-45 порта A (маркировка «PoE») к тестируемому оборудованию. После прохождения классификации светодиодные индикаторы «PoE» на клавиатуре прибора покажут, по каким парам кабеля подается питание. Индикатор AB показывает, что питание поступает по парам A и B (контакты 1-2 и 3-6 разъема RJ-45, соответственно), а индикатор CD показывает, что питание поступает по парам C и D (контакты 4-5 и 7-8 разъема RJ-45, соответственно).

По умолчанию прибор проходит классификацию по классу 0 (IEEE 802.3af): индикаторы AB и/или CD будут гореть зеленым. Изменить класс можно в пункте меню «Tools» ⇒ «PoE» ⇒ «Mode».

Если переключить прибор в режим классификации по классу 4[2], и устройство PSE поддерживает стандарт IEEE 802.3at, то после прохождения классификации индикаторы AB и/или CD будут гореть оранжевым.

Примечание. Для того, чтобы классификация прибора при тестировании с оборудованием PSE (IEEE 802.3at) прошла корректно, необходимо сначала переключить прибор в режим классификации по классу 4, и только после этого подключить его к оборудованию PSE. Если прибору уже подключен к оборудованию PSE и прошел классификацию по классу 0, то для прохождения классификации по классу 4 необходимо отключить прибор от PSE, переключить класс устройства на класс 4 и снова подключить прибор к оборудованию.

[2] Переключение возможно только при работающем приборе с помощью соответствующего пункта меню.

9. Configuration (Настройка прибора)

9.1. Info (Информация)

Version	
App	Версия ПО
Sys	Версия системного ПО
FPGA	Версия микрокода FPGA
HW	Аппаратная версия
Kernel	Версия ядра подсистемы Linux
Hwinfo	
Name	Имя устройства
Type	Аппаратная ревизия прибора
S/N	Серийный номер
Hwmon	
CPU	Температура процессора
Batt. voltage	Напряжение батареи ***Примечание.*** В процессе заряда напряжение на батарее должно быть около 11 В. При работе напряжение будет меньше 8,4 В.
Batt. charge	Уровень заряда батареи
Batt. capacity	Максимальный уровень заряда батареи
Batt. status	Состояние батареи: заряд или разряд

9.2. Interface (Настройка интерфейсов)

Параметр	**Описание**
Port	Выбор порта для настройки: A или LAN.
State	Включение/выключение порта. ***Примечание.*** Выключение неиспользуемого порта позволяет экономить заряд батареи.
Speed	Установка скорости передачи данных. При выборе «Auto» становится доступным пункт меню «Advertising» – режим автоматического определения скорости передачи данных. ***Примечание.*** В случае использования SFP-модулей скорость передачи данных всегда устанавливается равной 1 Гб/с.
MAC	MAC-адрес порта, параметры которого настраиваются.
Advertising	Выбор предпочитаемой скорости соединения с тестируемым оборудованием. ***Примечание.*** 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.

9.3. Network (Сетевые настройки)

Port	Выбор порта для настройки: A или LAN.
DHCP	Разрешение/запрет автоматической настройки сети. При выборе «On» IP-адрес порта, маска подсети, IP-адрес шлюза и IP адрес узла, который содержит базу DNS, будут предоставлены прибору сервером DHCP автоматически.
IP	IP-адрес порта.
MASK	Маска подсети.
GW	IP-адрес шлюза.
DNS	IP-адрес узла сети, который содержит базу данных DNS.

Default	Если функция включена, то настройки выбранного интерфейса (IP-адрес шлюза и IP-адрес узла, который содержит базу DNS) применяются как значения по умолчанию для сетевой подсистемы прибора.

9.4. General

Пункт меню «General» ⇒ «Language» позволяет выбрать язык интерфейса.

10. Сохранение отчетов

Результаты тестов «BERT», «Пакетный джиттер» и «Приказ 870» можно сохранить:

1. Перейти в меню «Measurements» ⇒ «BERT/Jitter/Order 870» ⇒ «Report».
2. В пункте меню «Name» ввести имя отчета.
3. Перейти к пункту меню «Save» и нажать ⓥ.

Отчет будет сохранен в формате TXT на прибор в каталог /user/results/saved.

11. Подключение к прибору

Подключение к прибору выполняется с помощью персонального компьютера (ПК) по интерфейсу Ethernet (см. раздел 11.2) или USB (см. раздел 11.3).

11.1. Параметры подключения

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

Имя	Назначение	Интерфейс для подключения к прибору
root	Управление файлами и сетевыми интерфейсами, установка пакетов. ***Примечание.*** Под учётной записью root работать с прибором следует предельно внимательно.	USB
admin	Управление и мониторинг	USB, Ethernet
user	Мониторинг	USB, Ethernet

Примечание. При подключении к прибору по интерфейсу Ethernet для работы под учётной записью root необходимо ввести команду su.

В таблице ниже приведены параметры для первого подключения к прибору. После соединения с прибором пароли можно изменить, следуя указаниям раздела 11.4. IP-адрес порта «Management» задаётся в меню «Configuration» ⇒ «Network».

Примечание. В меню прибора порт «Management» называется «LAN».

Параметр	Значение по умолчанию
IP-адрес порта «Management»	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.

11.2. Подключение по интерфейсу Ethernet

11.2.1. ОС Linux

Для установки соединения между ПК и прибором следует:

1. Подключить порт «Management» прибора к ПК или сети.

2. Включить прибор.

3. На ПК открыть окно терминала и ввести команду:

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

4. Ввести пароль для используемой учётной записи.

После успешного ввода пароля в окно терминала будет выведено приглашение. После этого можно управлять прибором с помощью команд.

11.2.2. ОС Windows

Для установки соединения между ПК и прибором следует:

1. Подключить порт «Management» прибора к ПК или сети.

2. Включить прибор.

3. На ПК открыть терминальный клиент с поддержкой SSH, например PuTTY.

4. Задать IP-адрес порта «Management» и войти в систему.

5. Ввести имя пользователя: «admin» или «user».

6. Ввести пароль для выбранной учётной записи.

После успешного ввода пароля можно управлять прибором с помощью команд.

11.3. Подключение по интерфейсу USB

11.3.1. ОС Linux

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

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

1. Подключить порт «USB OTG/Console» прибора к USB-порту ПК.

2. Включить прибор.

3. На ПК запустить программу minicom:

```
minicom -D /dev/ttyACM0 -b 115200
```

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

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

После корректного ввода параметров подключения можно управлять прибором с помощью команд.

11.3.2. ОС Windows

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

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

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

1. Подключить порт «USB OTG/Console» прибора к USB-порту ПК.

2. Включить прибор.

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): 115 200;

   – биты данных: 8;

   – чётность: нет;

   – стоповые биты: 1;

   – управление потоком: нет.

9. После нажатия на кнопку «Enter» HyperTerminal попытается установить соединение с прибором. В случае успешного соединения в окно терминальной программы будет выведено приглашение для ввода имени пользователя и пароля.

После корректного ввода параметров подключения можно управлять прибором с помощью команд.

11.4. Изменение пароля

Для изменения пароля по умолчанию (см. раздел 11.1) следует:

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

12. Обновление ПО

Обновление программного обеспечения (ПО) прибора выполняется с помощью SD карты. Обновлённое ПО может включать как исправление ошибок, так и новые функциональные возможности. Сохранённые на приборе данные и настройки тестов в процессе обновления удаляются.

12.1. Подготовка к обновлению

Zip-архивы с обновлением ПО доступны на сайте https://metrotek.center. Также архив с актуальной версией ПО можно получить, написав запрос по адресу support@metrotek.ru. Перед обновлением необходимо распаковать архив и записать образ на SD-карту прибора.

12.2. Алгоритм обновления

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

13. Техническое обслуживание прибора

Техническое обслуживание прибора состоит из следующих операций:

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

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

Примечание. При длительном хранении тестового щупа необходимо вынуть из него батарейку.

14. Техническая поддержка

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

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

15. Теоретическое описание тестов

15.1. 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.

15.1.1. Уровни тестирования

Анализ можно провести на четырёх уровнях модели OSI:

1. На физическом уровне данные отправляются частями с определённым межкадровым интервалом (IFG — Interframe Gap).

Рисунок 15.1. 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.

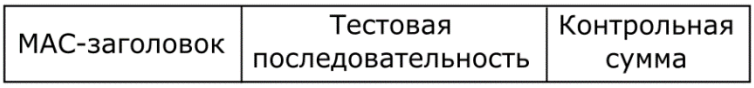


Рисунок 15.2. Кадр канального уровня

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.

Рисунок 15.3. Кадр сетевого уровня

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

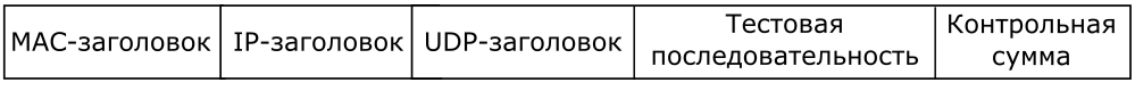


Рисунок 15.4. Кадр транспортного уровня

15.1.2. Тестовые последовательности

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

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

15.1.3. 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).

16. Справочные таблицы

Таблица 16.1. Приоритеты и типы трафика

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

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

Таблица 16.2. Значения поля Precedence

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

Таблица 16.3. Значения поля ToS

Значение	Описание	Примечание
1000	Minimize delay	Минимизировать задержку. Используется, когда время доставки пакета с исходного сетевого устройства до адресата (время ожидания) наиболее важно и должно быть минимальным.

0100	Maximize throughput	Максимальная пропускная способность. Указывает, что пакет должен быть перенаправлен через канал с максимальной пропускной способностью.
0010	Maximize reliability	Максимальная надёжность. Используется, когда важно иметь уверенность, что данные достигнут адресата без повторной передачи.
0001	Minimize monetary cost	Минимизировать стоимость. Используется, когда необходимо минимизировать стоимость передачи данных.
0000	All normal	Обычное обслуживание. В этом случае маршрутизация пакета отдаётся на усмотрение провайдера.

Таблица 16.4. Класс обслуживания трафика и значение поля DSCP

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

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

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).

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 16.5. Значение поля ECN

Значение	Описание
00	Not-ECT (Not-ECN-Capable Transport) — поток, не поддерживающий ECN.
01	ECT (1) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN.
10	ECT (0) (ECN-Capable Transport) — поток, поддерживающий ECN. Трактуется 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.

Таблица 16.6. Номера портов протокола TCP/IP

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

17. Структура кадров

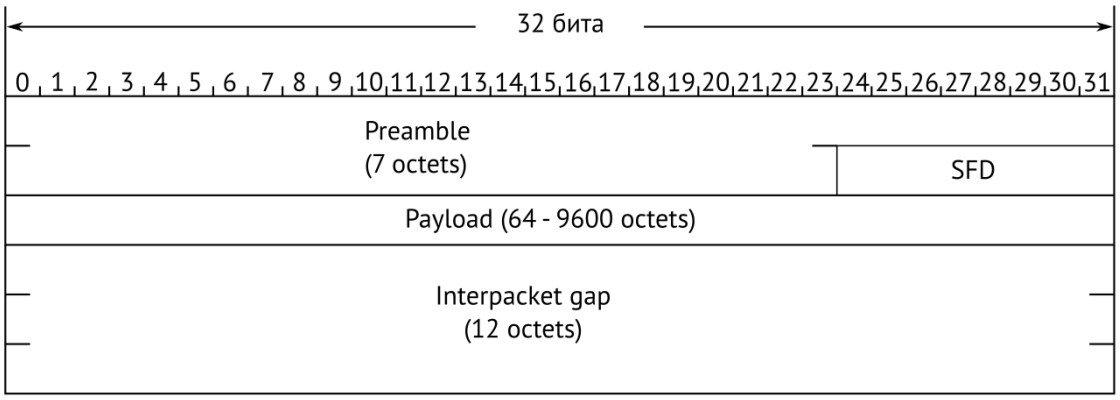


Рисунок 17.1. Структура пакета 1-го уровня

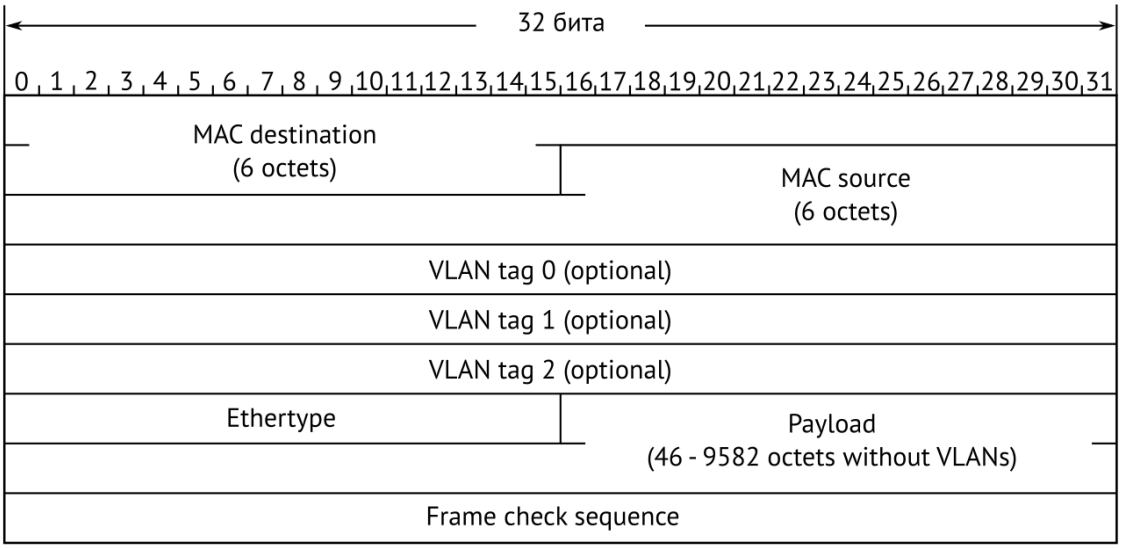


Рисунок 17.2. Структура кадра 2-го уровня

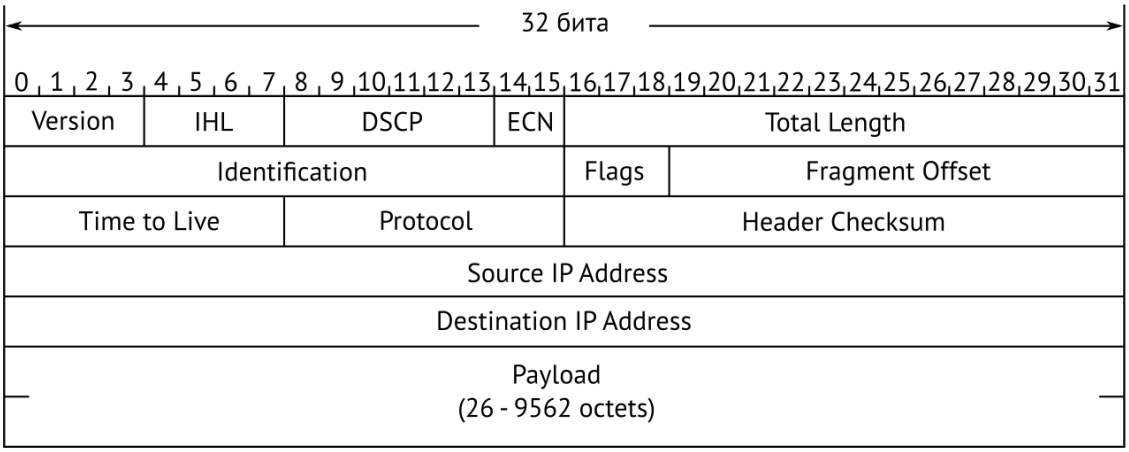


Рисунок 17.3. Структура пакета 3-го уровня

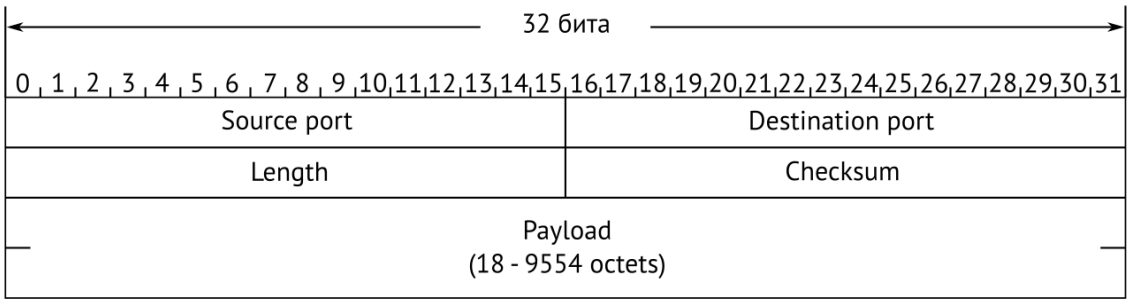


Рисунок 17.4. Структура дейтаграммы 4-го уровня

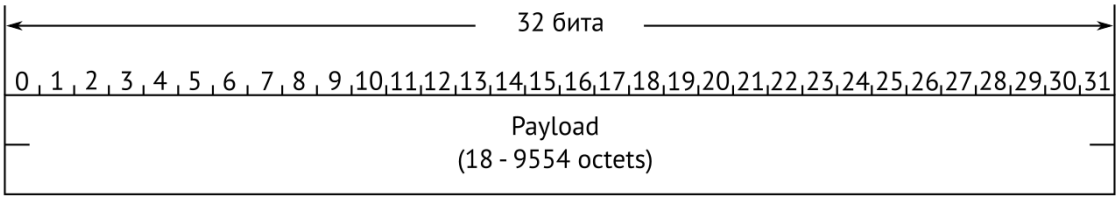


Рисунок 17.5. Данные дейтаграммы 5-го уровня