

Беркут-ЕТЛ
Устройство образования шлейфа Ethernet/Gigabit Ethernet

Руководство по эксплуатации
МТРГ.468269.002 РЭ
Редакция 3, 2024

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

Оглавление

1. Введение	5
1.1. Комплект поставки.....	5
2. Меры безопасности.....	6
3. Внешний вид	7
3.1. Тестовые порты	7
3.2. Разъёмы нижней панели	7
3.3. Индикаторы состояния портов	8
3.4. Индикатор Power (Alarm)	8
4. Начало работы.....	9
4.1. Подготовка к работе.....	9
4.2. Включение и выключение	9
4.3. Резервные источники питания	9
4.4. Перезагрузка	10
5. Подключение к прибору.....	11
5.1. Параметры подключения.....	11
5.2. Подключение по интерфейсу USB	11
5.2.1. ОС Linux	11
5.2.2. ОС Windows.....	12
5.3. Подключение по интерфейсу Ethernet.....	13
5.3.1. ОС Linux	13
5.4. ОС Windows	13
6. Конфигурация прибора	14
6.1. Настройка сетевого адреса порта «Management»	14
6.2. Изменение пароля	15
6.3. Добавление пользователей	15
7. Шлейф	16
7.1. Включение шлейфа.....	16
7.2. Создание двух шлейфов.....	16
7.3. Уровень шлейфа.....	16
7.4. Шлейф физического уровня	17
7.5. Шлейф канального уровня	17

7.6. Шлейф сетевого уровня.....	17
7.7. Шлейф транспортного уровня	18
7.8. Правила обработки потоков данных.....	18
8.1. Статистика	19
8.2. Сохранение настроек	20
9. Стандартные команды	21
10. Обновление программного обеспечения	22
10.1. Механизм обновления.....	22
10.2. Порядок обновления	22
10.3. Восстановление предыдущей версии ПО.....	24
10.4. Восстановление прибора	24
11. Техническое обслуживание.....	26
12. Техническая поддержка	27
13. Спецификации	28
13.1. Общие характеристики	28
13.2. Тестирование	28
13.3. Дополнительные принадлежности.....	28

1. Введение

Устройство образования шлейфа Ethernet/Gigabit Ethernet Беркут-ETL (далее по тексту — прибор) предназначено для организации шлейфа на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях модели OSI. Трафик, поступающий на прибор, перенаправляется обратно с возможностью перестановки как MAC/IP-адресов, так и номеров TCP/UDP-портов отправителя и получателя данных. Два тестовых порта позволяют создавать шлейф одновременно для двух каналов передачи данных.

1.1. Комплект поставки

Комплект поставки прибора зависит от заказа и приведён в паспорте.

2. Меры безопасности

- 1) До начала работы с прибором внимательно изучите настоящее руководство по эксплуатации.
- 2) Если прибор транспортировался или хранился при отрицательных температурах, то перед включением следует выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 2 часов.
- 3) Условия эксплуатации должны соответствовать условиям, приведённым в разделе 13.1.
- 4) При эксплуатации прибора должны выполняться общие требования правил пожарной безопасности.
- 5) Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжения. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.
- 6) Необходимо оберегать прибор от ударов, попадания влаги и пыли, продолжительного воздействия прямых солнечных лучей.
- 7) При длительных перерывах в работе рекомендуется отключать блок питания прибора от сети.

3. Внешний вид

3.1. Тестовые порты

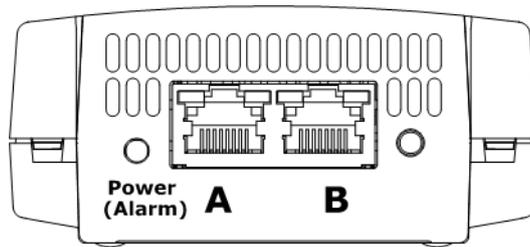


Рисунок 3.1. Верхняя панель прибора

На верхней панели прибора расположены два порта (A и B) для подключения к сети Ethernet/Gigabit Ethernet.

3.2. Разъёмы нижней панели

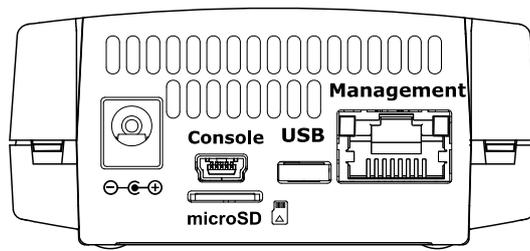


Рисунок 3.2. Нижняя панель прибора

Маркировка	Назначение
	Разъём для подключения внешнего блока питания.
Console	Mini USB-порт для подключения к персональному компьютеру.
micro SD	Разъём с картой памяти, содержащей программное обеспечение прибора. Примечание. Работа прибора без установленной карты невозможна. Недопустимо извлекать карту памяти из разъёма для использования в других устройствах.
USB	Micro USB-порт для подключения к персональному компьютеру.
Management	Удалённое управление устройством.

3.3. Индикаторы состояния портов

Порты А, В и Management имеют по два светодиодных индикатора для определения состояния и активности соединения.

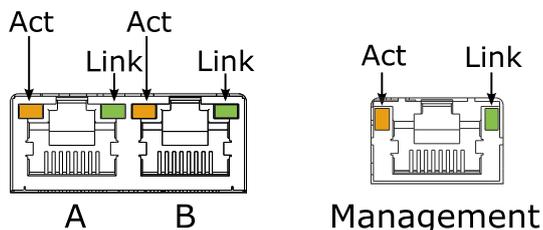


Рисунок 3.3. Светодиодные индикаторы портов А, В и Management

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

3.4. Индикатор Power (Alarm)

Светодиодный индикатор «Power (Alarm)», расположенный слева от тестовых портов (см. рис. 3.1), загорается при подключении внешнего питания:

- красный: micro SD карта не установлена или на ней не обнаружено программное обеспечение прибора;
- зелёный: инициализация системы выполнена, идёт процесс загрузки и конфигурации прибора.

4. Начало работы

4.1. Подготовка к работе

1. После извлечения прибора из упаковки необходимо 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 в нормальных климатических условиях не менее 2 часов.
3. Включить прибор (см. раздел 4.2).
4. Подключиться к прибору, следуя указаниям раздела 5.

4.2. Включение и выключение

Для включения прибора следует подключить блок питания к разъёму питания (см. рис. 3.2), а затем к электрической розетке. После подключения загорается зелёным индикатор «Power/Alarm» (см. раздел 3.4).

Для выключения прибора следует отсоединить блок питания от разъёма питания. После отключения светодиодный индикатор «Power/Alarm» продолжает гореть зелёным в течение 3–10 с (см. раздел 4.3).

Примечание. При выключении прибора настройки шлейфа будут утеряны, если не были предварительно сохранены командой «reboot» (см. раздел 8.2).

При выключении прибора, а также при пропадании питания автоматически включается аппаратный транзит («bypass»). Аппаратный транзит — это режим, при котором порты прибора замыкаются так, чтобы подключённые к ним кабели оставались соединёнными даже после отключения питания прибора.

После окончания загрузки операционной системы аппаратный транзит программно выключается.

4.3. Резервные источники питания

Прибор имеет резервные источники питания (суперконденсаторы), которые при пропадании питания обеспечивают кратковременную работу прибора и вывод сообщения об аварии.

Примечание. После отключения питания прибор продолжает работать за счёт резервных источников в течение 3–10 с. При этом индикатор «Power/Alarm» горит зелёным.

Для того, чтобы в случае отключения питания резервные источники обеспечили работу прибора в течение 3–10 с, после включения должно пройти время, необходимое для заряда суперконденсаторов — около 8 минут. Если прибор выключить раньше, время работы от резервных источников будет меньше.

4.4. Перезагрузка

В случае, когда прибор перестал отвечать на запросы пользователя, необходимо выполнить перезагрузку:

1. Отсоединить блок питания от разъёма питания прибора.
2. Дождаться отключения светодиодного индикатора «Power/Alarm», которое означает окончание работы резервных источников питания и выключение прибора.
В зависимости от загруженности системы это время может составлять от 3 до 10 с.
3. Через 3 с после выключения прибора подключить блок питания к разъёму питания.
Индикатор «Power/Alarm» загорится зелёным — перезагрузка выполнена.

Также перезагрузку прибора можно выполнить с помощью команды «reboot».

5. Подключение к прибору

Для настройки и управления функциями прибора используется интерфейс USB (порт «Console» или «USB», см. рис. 3.2) или Ethernet (порт «Management», см. рис. 3.2).

5.1. 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. <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 и IP-адрес порта «Management» можно изменить, следуя указаниям разделов 6.1 и 6.2.

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.

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 порт «Console» или «USB» 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 с помощью любой доступной терминальной программы (например, PuTTY).

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

1. Подключить порт «Console» или «USB» прибора к USB-порту ПК.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора.
3. Определить, каким COM-портом в системе является подключённый прибор, обратившись к стандартному приложению «Диспетчер устройств». Чтобы попасть в него, нужно нажать комбинацию клавиш Win+R, в открывшемся окне ввести devmgmt.msc и нажать «ОК».
4. На ПК запустить программу PuTTY.
5. В разделе «Session» выбрать «Connection type:» «Serial».
6. Перейти в раздел «Connection» ⇒ «Serial».
7. В строке «Serial line to connect to» указать COM-порт, к которому подключен прибор.
8. Установить параметры последовательного порта:
 - Speed (baud): 115 200;
 - Data bits: 8;
 - Stop bits: 1;
 - Parity: None;
 - Flow control: None.
9. После нажатия на кнопку «Open» откроется окно терминала. Чтобы отобразилось приглашение для ввода имени пользователя следует нажать на клавишу «Enter».

5.3. Подключение по интерфейсу Ethernet

5.3.1. ОС Linux

Для установки соединения между ПК и прибором следует:

1. Подключить порт «Management» прибора и ПК к одной локальной сети.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора.
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.

5.4. ОС Windows

Для установки соединения между ПК и прибором следует:

1. Подключить порт «Management» прибора и ПК к одной локальной сети.
2. Подключить блок питания к разъёму питания прибора (см. рис. 3.3).
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.

6. Конфигурация прибора

В руководстве пользователя описаны команды для конфигурации прибора, которые хранятся в разделе файловой системы, смонтированном с правами на запись и чтение. Раздел, содержащий системные файлы, смонтирован с правами только для чтения с целью защиты данных от повреждений. Посмотреть информацию по этим разделам и изменить права по умолчанию можно с помощью команды «mount».

Примечание. mount — утилита командной строки в UNIX-подобных операционных системах. Применяется для монтирования файловых систем.

6.1. Настройка сетевого адреса порта «Management»

Для изменения сетевого адреса порта «Management» следует:

1. Подключиться к прибору (см. раздел 5), используя учётную запись root или admin.
2. Открыть файл сетевых настроек в редакторе vim:

```
vim /etc/network/interfaces.d/eth
```

3. В случае получения сетевых настроек по DHCP в файле должна присутствовать строка:

```
iface eth0 inet dhcp
```

4. При задании настроек вручную в файле должны присутствовать строки:

```
iface eth0 inet static
```

```
address <IP-адрес>
```

```
netmask <маска подсети>
```

При необходимости задать:

```
gateway <IP-адрес шлюза>
```

```
dns-nameservers <IP-адрес базы DNS>
```

5. Для подтверждения настроек ввести команды:

```
ifdown eth0
```

```
ifup eth0
```

6. Ввести команду:

```
ifconfig eth0
```

В случае успешного выполнения команды в терминальной программе отобразятся параметры сети, значения которых будут соответствовать заданным ранее настройкам.

6.2. Изменение пароля

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

1. Подключиться к прибору (см. раздел 5), используя учётную запись «root».
2. Ввести команду «passwd» и следовать указаниям на экране ПК.

6.3. Добавление пользователей

Для добавления новых пользователей следует:

1. Подключиться к прибору (см. раздел 5), используя учётную запись «root».
2. Ввести команду «adduser» и следовать указаниям на экране ПК.

7. Шлейф

Прибор создает шлейф на физическом (L1), канальном (L2), сетевом (L3) и транспортном (L4) уровнях модели OSI. Трафик, поступающий на прибор, перенаправляется обратно с возможностью перестановки как MAC/IP-адресов, так и номеров TCP/UDP-портов отправителя и получателя данных.

7.1. Включение шлейфа

Для включения шлейфа на порту А или В используется команда «loopback».

Синтаксис

```
loopback [-h] [-p port] [-l level]
```

Параметры

- без параметров — вывод состояния шлейфа (включен/выключен) для портов А и В
- -h, --help — справка по команде
- -p [a | b], --port [a | b] — выбор порта для включения шлейфа или просмотр настроек шлейфа для указанного порта
- -l [1-4 | off], --level [1-4 | off] — выбор уровня или выключение шлейфа

7.2. Создание двух шлейфов

Прибор может одновременно создавать два шлейфа – на порту А и на порту В. Для этого необходимо с помощью команды «loopback» последовательно включить шлейф на обоих портах.

7.3. Уровень шлейфа

Уровень шлейфа выбирается в зависимости от структуры тестируемой сети:

- L1 (физический уровень): источник данных и прибор соединены напрямую;
- L2 (канальный уровень): сеть содержит только коммутаторы;
- L3 (сетевой уровень): сеть содержит коммутаторы и маршрутизаторы;
- L4 (транспортный уровень): сеть содержит коммутаторы и маршрутизаторы, при тестировании необходимо выполнить настройку портов UDP/TCP.

Примечание. При включении шлейфа уровня L2, L3, L4 пакеты перенаправляются обратно только в случае, если MAC-адрес получателя равен MAC-адресу порта прибора.

7.4. Шлейф физического уровня

На физическом уровне весь входящий трафик, включая повреждённые пакеты, перенаправляется обратно без изменений.

Примечание. Поврежденные пакеты — пакеты с повреждённым заголовком, неверной контрольной суммой, превышенным значением поля данных.



Рисунок 7.1. Шлейф физического уровня

7.5. Шлейф канального уровня

На канальном уровне входящий трафик, не содержащий повреждённых пакетов, перенаправляется обратно. При этом меняются местами MAC-адреса отправителя и получателя.



Рисунок 7.2. Шлейф канального уровня

На схемах введены следующие обозначения:

- MAC Dst: MAC-адрес прибора;
- MAC Src: MAC-адрес отправителя;
- IP Dst: IP-адрес получателя;
- IP Src: IP-адрес отправителя;
- TCP/UDP Dst: номер TCP/UDP-порта получателя;
- TCP/UDP Src: номер TCP/UDP-порта отправителя.

7.6. Шлейф сетевого уровня

На сетевом уровне входящий трафик, не содержащий повреждённых пакетов, перенаправляется обратно. При этом, помимо перестановки MAC-адресов, меняются местами IP-адреса отправителя и получателя.

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



Рисунок 7.3. Шлейф сетевого уровня

7.7. Шлейф транспортного уровня

На транспортном уровне входящий трафик, не содержащий повреждённых пакетов, перенаправляется обратно. При этом, помимо перестановки MAC- и IP-адресов, меняются местами номера TCP/UDP-портов отправителя и получателя.

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

Примечание. Если входящий пакет содержит MPLS-метку, он будет перенаправлен без изменения её значения.



Рисунок 7.4. Шлейф транспортного уровня

7.8. Правила обработки потоков данных

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, размер которых меньше 64 байт или больше 9600 байт.

При включении шлейфа канального (L2), сетевого (L3) и транспортного (L4) уровней не перенаправляются и поступают на центральный процессор (ЦП) для последующей обработки сообщения следующих протоколов:

8. Таблица 7.1. Протоколы, сообщения которых обрабатываются ЦП

Протокол	Условие отправки на ЦП
ICMP	поле «Protocol» в IP-заголовке имеет значение «1»
DHCP	номер UDP-порта получателя «67» или «68»
DNS	номер TCP- или UDP-порта получателя «53»
ARP	поле «EtherType» имеет значение «0x0806»
OAM	MAC-адрес получателя «01:80:c2:00:00:02»
SSH	номер TCP-порта получателя «22»
PTP, layer 2	поле «EtherType» имеет значение «0x88F7»
PTP, layer 4	номер UDP-порта получателя «319» или «320»
Telnet	номер TCP-порта получателя «23»
ET-discovery	номер UDP-порта получателя «32792»
TWAMP-control	номер TCP-порта получателя «862»
NTP	номер UDP-порта получателя «123»

Примечание. На ЦП поступают только пакеты, предназначенные порту прибора, на котором они были получены. К таким пакетам относятся те, у которых MAC-адрес получателя широковещательный, групповой или равен MAC-адресу порта прибора.

8.1. Статистика

При включении шлейфа автоматически запускается сбор статистики:

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

Для просмотра статистики используется команда «statistics».

Синтаксис

```
statistics [-h] [brief | a | b | clear]
```

Параметры

- без параметров — вывод краткой статистической информации для портов A и B: количество переданных и принятых кадров и байтов, величина нагрузки на порту
- -h, --help — справка по команде
- brief — вывод краткой статистической информации для портов A и B: количество переданных и принятых кадров и байтов, величина нагрузки на порту
- [a | b] — выбор порта для вывода подробной статистической информации: по размерам кадров, по типам кадров, по ошибочным кадрам, по уровням
- clear — удаление статистики

8.2. Сохранение настроек

При выключении прибора настройки шлейфа автоматически не сохраняются. Для сохранения настроек необходимо ввести команду «reboot» перед отключением питания.

Например:

```
etl> loopback -p a -l 2
```

OK

```
etl> reboot
```

9. Стандартные команды

После подключения к прибору (см. раздел 5), помимо команд для настройки шлейфа и просмотра статистики, доступны следующие стандартные команды:

1. Настройка сети: status, dhclient, ip/ifconfig, ifup/ifdown, ethtool, netstat, arp.
2. Диагностика сети: ping.
3. Управление временем и датой: date, ntpq, ntpdate.
4. Часто используемые программы: vim, nano, cat, grep, iconv, sort, man/info.

10. Обновление программного обеспечения

Обновлённое программное обеспечение (ПО) может включать как исправление ошибок, так и новые функциональные возможности. Сохранённые на приборе данные и настройки в процессе обновления не затрагиваются.

10.1. Механизм обновления

Прибор поддерживает механизм безопасного обновления через Интернет или локальную сеть. SD-карта содержит два раздела: активный и резервный. Загрузка прибора выполняется с активного раздела, а обновления устанавливаются на резервный. После успешного обновления активный и резервный раздел меняются местами.

10.2. Порядок обновления

1. Установка обновлений выполняется с помощью команды «update-rootfs»:

- с сайта <https://metrotek.center>;
- с внутреннего ресурса;
- с прибора.

В первых двух случаях необходимо убедиться, что прибор подключён к сети Интернет или к внутренней сети. При установке обновлений с прибора необходимо сетевое подключение между ПК и прибором.

2. Подключиться к прибору по интерфейсу USB или Ethernet (см. раздел 5) под учётной записью «root».

3. При установке обновлений с сайта ввести команду «update-rootfs», в качестве аргумента указать URL архива с обновлениями:

```
# update-rootfs https://metrotek.center/files/etln/latest/name
```

где «name» — имя архива с обновлениями.

Например:

```
update-rootfs
https://metrotek.center/files/etln/latest/rootfs.etln.20151030.tar.gz
Downloading the image tarball from
https://metrotek.center/files/etln/latest/rootfs.etln.20151030.tar.gz
Successfully downloaded the image tarball
Downloaded image: rootfs.etln.20151030.tar.gz
Found root filesystem image version rootfs.etln.20151030.tar.gz.Install? (y/n)
```

4. При установке обновлений с внутреннего ресурса ввести команду «update-rootfs», в качестве аргумента указать URL архива с обновлениями:

```
# update-rootfs http://host/path/name
```

где «host» — IP-адрес или доменное имя узла, содержащего архив с обновлениями;
«path» — путь к архиву с обновлениями;
«name» — имя архива с обновлениями.

5. В случае установки обновлений с прибора:

1) Скопировать файл с ПК на прибор:

```
# scp user@your-host:/any-path/name /path
```

где «your-host» — имя ПК;

«any-path» — путь к архиву с обновлениями на ПК;

«name» — имя архива с обновлениями.

2) Установить обновления:

```
update-rootfs file://path/name
```

где «path» — путь к архиву с обновлениями на приборе;

«name» — имя архива с обновлениями.

6. После успешного обновления в окно терминальной программы выводится сообщение:

```
The update procedure finished successfully.  
The new filesystem has been selected for the next boot.  
Please, reboot the device in order to boot it.  
(Your current system is on SD1. In the case of a fatal error you can recover  
using the 'boot' shell command or the U-boot shell.)
```

В этом сообщении указывается имя текущего активного раздела, в данном случае SD1. Оно потребуется при восстановлении работоспособности прибора (см. раздел 10.4).

Обновленная версия ПО будет использоваться сразу после автоматической перезагрузки прибора.

Примечание. Если возникнет необходимость возврата к предыдущей версии ПО, следует выполнить действия, описанные в разделе 10.3.

Примечание. В случае неудачной попытки обновления для восстановления работоспособности прибора необходимо выполнить действия, описанные в разделе 10.4.

10.3. Восстановление предыдущей версии ПО

Для того, чтобы вернуться к предыдущей версии ПО, следует:

1. Подключиться к прибору по интерфейсу USB или Ethernet (см. раздел 5) под учетной записью «root».
2. Определить имя резервного раздела, введя команду «show-boot». Эта команда выводит список разделов SD-карты с указанием, какой из них является активным. Раздел, не имеющий состояния «Active», является резервным. Например:

```
# show-boot
Loaded image: SD1
Available images:
Name      Status  Mount-point
-----  -
SD1       Active  /tmp/mnt/sd-root1
SD2              /tmp/mnt/sd-root2
```

В этом примере имя резервного раздела — SD2.

3. Ввести команду «boot SD?». В качестве аргумента «SD?» указать имя резервного раздела. Для примера, рассмотренного выше:

```
# boot SD2
...
```

4. После окончания загрузки прибор готов к работе. Номер текущей версии ПО можно проверить командой «show version».

10.4. Восстановление прибора

Если при обновлении прибора возник сбой и новая версия ПО не загружается, для восстановления работоспособности прибора необходимо:

1. Подключиться к прибору по интерфейсу USB (см. раздел 5.2) под учетной записью «root».
2. После успешного подключения ввести команду «reboot».
3. В первые секунды начальной загрузки нажать на клавишу Enter, прервав загрузку и войдя в консоль загрузчика U-Boot.
4. Определить номер активного и резервного раздела. Команда «printenv rootpart» выводит номер активного раздела:

```
# printenv rootpart
rootpart=3
```

В этом примере номер активного раздела — 3. Всего разделов два, их номера 2 и 3. Следовательно, номер резервного раздела — 2.

5. Для восстановления прибора переключиться на резервный раздел:

```
# setenv rootpart 2
```

6. Сохранить изменения:

```
# saveenv
```

```
Saving Environment to MMC...
```

```
Writing to MMC(0)... Timeout on data busy
```

```
Done
```

7. Ввести команду «boot»:

```
# boot
```

```
...
```

8. После окончания загрузки прибор готов к работе. Номер текущей версии ПО можно проверить командой «show version».

11. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание прибора заключается в периодическом внешнем осмотре устройства, блока питания и кабелей с целью содержания в исправном и чистом состоянии.

12. Техническая поддержка

Заявки по всем техническим вопросам принимаются службой поддержки по рабочим дням с 10:00 до 18:00. Обратиться в службу можно:

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

13. Спецификации

13.1. Общие характеристики

Интерфейсы	
Интерфейсы (А и В)	2×RJ-45 (10/100/1000 BASE-T)
Интерфейсы управления	– 1×RJ-45 (10/100/1000 BASE-T); – 1×micro USB AB OTG (host, device); – 1×mini USB В консоль.
Дополнительные функции	– backup-питание; – датчик для мониторинга температуры FPGA.
Физические параметры	
Размеры корпуса прибора (Д×Ш×В)	154×84×38 мм
Масса прибора	0,205 кг
Электропитание	
Напряжение питания	12 В внешний блок питания
Потребляемая мощность	~ 7,5 Вт
Условия эксплуатации	
Диапазон рабочих температур	0–35 °С
Диапазон температур транспортировки и хранения	-10...+45 °С
Относительная влажность воздуха	80 % при температуре 25 °С

13.2. Тестирование

Шлейф (Loopback)	Интеллектуальный шлейф на физическом, канальном, сетевом и транспортном уровнях.
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.

13.3. Дополнительные принадлежности

Кронштейн для крепления на DIN-рейку	Прибор может крепиться на стандартную DIN-рейку с помощью кронштейна, который прикручивается саморезами через подготовленные отверстия в корпусе прибора. Комплект, состоящий из кронштейна и саморезов, поставляется по предварительному заказу.
--------------------------------------	---