



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО – ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

**ТЕРМИНАЛЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СЕРИИ ЭКРА 200**  
**РЕЗЕРВИРОВАНИЕ СЕТИ ETHERNET**  
ЭКРА.650321.028 И  
Инструкция по настройке

Авторские права на данную документацию принадлежат ООО НПП «ЭКРА».

Снятие копий или перепечатка разрешается только по согласованию с разработчиком.

**Замечания и предложения по инструкции направлять по адресу [e3gd@ekra.ru](mailto:e3gd@ekra.ru)**

## Содержание

1 Общие сведения .....	5
2 Настройка резервирования сети Ethernet .....	6
2.1 Подготовка к настройке .....	6
2.2 Процедура настройки резервирования по протоколу PRP .....	7
2.3 Процедура настройки резервирования по протоколу RSTP.....	8
2.4 Сохранение произведенных изменений .....	9
3 Возможные неисправности и методы их устранения .....	10
Приложение А (обязательное) Общая информация по протоколу PRP .....	11
Приложение Б (обязательное) Общая информация по протоколу RSTP .....	12

Настоящая инструкция содержит указания по настройке резервирования сети Ethernet в терминалах микропроцессорных серии ЭКРА 200 (далее – терминал).

Инструкция распространяется на терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200 (в том числе исполнения для атомных станций), а также шкафы типов ШЭ1110 (ШЭ1110А), ШЭ1110М (ШЭ1110АМ), ШЭ1111 (ШЭ1111А, ШЭ1111АИ), ШЭ1112 (ШЭ1112А), ШЭ1113 (ШЭ1113А) и шкафы серии ШЭЭ200 (в том числе исполнения для атомных станций) (далее – шкаф), реализованные на базе терминалов серии ЭКРА 200.

Описание основных технических характеристик, состава и конструктивного исполнения терминала, а также описание работы с ним приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200».

Приведенный объем операций является достаточным для настройки резервирования сети Ethernet в терминалах, и может быть выполнен квалифицированным персоналом самостоятельно без привлечения специалистов ООО НПП «ЭКРА».

Инструкция актуальна для версий программного обеспечения (далее – ПО) **EKRASMS-SP 3.0.81.6871**, ПО терминала 7.1.0.1 и выше.

## 1 Общие сведения

1.1 Настройка резервирования сети Ethernet производится с помощью программ **Сервер связи** и **АРМ-релейщика**, входящих в комплекс программ **EKRASMS-SP**.

Комплекс программ **EKRASMS-SP**, записанный на компакт-диск, входит в комплект поставки терминала (шкафа). Комплекс программ также можно загрузить с сайта: <http://dev-smssp.ekra.ru>.

Описание процедуры запуска комплекса программ **EKRASMS-SP** при первом использовании (**Быстрый старт**) приведено в руководстве оператора ЭКРА.00019-01 34 01.

Описание работы с программой **Сервер связи** приведено в руководстве оператора ЭКРА.00007-07 34 01.

Описание работы с программой **АРМ-релейщика** приведено в руководстве оператора ЭКРА.00006-07 34 01.

1.2 Перед началом работ необходимо ознакомиться:

– с руководством по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200»;

– с руководством оператора ЭКРА 00019-01 34 01 «Комплекс программ **EKRASMS-SP**. Быстрый старт»;

1.3 Оборудование и ПО, необходимое для настройки резервирования сети Ethernet:

– ноутбук/персональный компьютер с установленным комплексом программ **EKRASMS-SP**;

– кабель соединительный USB 2.0 AmBm или Ethernet с разъемами RJ-45 (в зависимости от типа лицевой плиты терминала).

## 2 Настройка резервирования сети Ethernet

Настройка резервирования сети Ethernet возможна только в программе **АРМ-релейщика**.

### 2.1 Подготовка к настройке

2.1.1 Установить связь с терминалом при помощи программы **Сервер связи** и запустить ПО **АРМ-релейщика** (в соответствии с руководством оператора ЭКРА.00019-01 34 01).

2.1.2 В «дереве» проекта ПО **АРМ-релейщика** выбрать раздел **Уставки** → **Системные параметры** и открыть окно, дважды щёлкнув мышкой на соответствующий пункт «дерева» проекта (см. рисунок 1, обозначение 1).

2.1.3 Выбрать вкладку **Настройки резервирования Ethernet** (см. рисунок 1, обозначение 2).

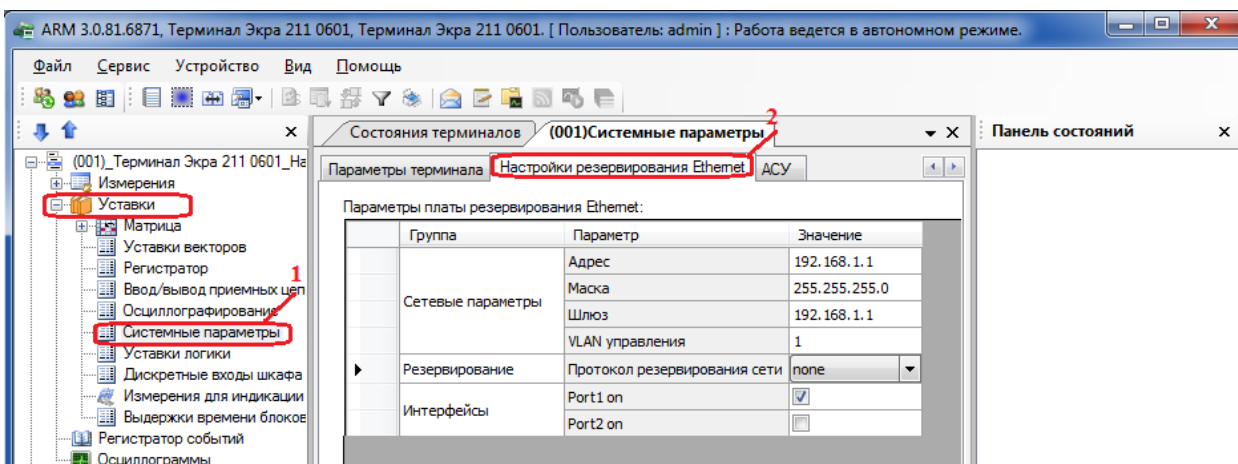


Рисунок 1 – Настройка резервирования сети Ethernet

В таблице 1 приведено описание общих параметров для всех протоколов резервирования.

Таблица 1– Описание общих параметров для всех протоколов резервирования

Группа	Параметр	Описание
Сетевые параметры	Адрес	IP адрес модуля резервирования
	Маска	Маска подсети модуля резервирования
	Шлюз	Шлюз подсети модуля резервирования
	VLAN управления	Виртуальная сеть, через которую будет производиться доступ к настройкам модуля резервирования. Влияет на все протоколы удаленного доступа к модулю резервирования. Для правильной работы VLAN при установке значения, отличного от 0, будет прописан в таблице VLAN на внешних портах модуля

2.1.4 Установить требуемый протокол резервирования сети Ethernet – параметр **Резервирование** (см. рисунок 2).

С завода-изготовителя терминал поставляется с настройками по умолчанию, резервирование сети отключено (см. рисунок 2).

	Группа	Параметр	Значение
	Сетевые параметры	Адрес	192.168.1.1
		Маска	255.255.255.0
		Шлюз	192.168.1.1
		VLAN управления	1
▶	Резервирование	Протокол резервирования сети	none
	Интерфейсы	Port1 on	<input checked="" type="checkbox"/>
		Port2 on	<input type="checkbox"/>

Рисунок 2 – Настройка портов при отключенном резервировании сети

## 2.2 Процедура настройки резервирования по протоколу PRP

При выборе протокола резервирования PRP рекомендуется устанавливать параметры, указанные на рисунке 3.

	Группа	Параметр	Значение
	Сетевые параметры	Адрес	192.168.1.1
		Маска	255.255.255.0
		Шлюз	192.168.1.1
		VLAN управления	1
▶	Резервирование	Протокол резервирования сети	prp
	Prp	Прием контрольных пакетов	<input type="checkbox"/>
		Передача контрольных пакетов	<input type="checkbox"/>
		Передача VDAN пакетов	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 3 - Настройка резервирования по протоколу PRP

Описание параметров настройки резервирования по протоколу **PRP** приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Описание параметров настройки резервирования по протоколу **PRP**

Группа	Параметр	Описание
prp	Прием контрольных пакетов	Включение отслеживания контрольных пакетов (Supervision Packet). Прием пакетов требуется для сбора статистики и диагностики сети PRP.
	Передача контрольных пакетов	Включение формирования контрольных пакетов (Supervision Packet) от данного модуля резервирования. Передача пакетов требуется для сбора статистики и диагностики сети PRP.
	Передача VDAN пакетов	Включение передачи контрольных VDAN пакетов. Данные пакеты содержат дополнительную диагностическую информацию о сетевых устройствах, подключенных к сети PRP через модуль резервирования терминала. Передача контрольных VDAN пакетов осуществляется только при включении параметра <b>Передача контрольных пакетов</b> .

В приложении А приведена общая информация по протоколу **PRP**.

### 2.3 Процедура настройки резервирования по протоколу **RSTP**

При выборе протокола резервирования **RSTP** рекомендуется устанавливать параметры, указанные на рисунке 4.

Группа	Параметр	Значение
Сетевые параметры	Адрес	192.168.1.1
	Маска	255.255.255.0
	Шлюз	192.168.1.1
	VLAN управления	1
Резервирование	Протокол резервирования сети	rstp
Stp	Max age 6..40	20
	Приоритет	32768
Stp порт 1	Port1 стоимость 0..200000000	0
	Port1 auto-edge	<input checked="" type="checkbox"/>
	Port1 guard-tcn	<input checked="" type="checkbox"/>
	Port1 приоритет	0
Stp порт 2	Port2 стоимость 0..200000000	0
	Port2 auto-edge	<input checked="" type="checkbox"/>
	Port2 guard-tcn	<input checked="" type="checkbox"/>
	Port2 приоритет	128

Рисунок 4 - Настройка резервирования по протоколу **RSTP**

Описание параметров настройки резервирования по протоколу **RSTP** приведено в таблице 3.



Таблица 3 – Описание параметров настройки резервирования по протоколу **RSTP**

Группа	Параметр	Описание
Stp	Max age 6..40	Максимальное удаление крайнего коммутатора от корневого коммутатора сети, в пределах которого распространяется действие протокола. Для STP протокола выражается в секундах.
	Приоритет	Приоритет устройства Одна из составляющих, так же как и часть MAC-адреса, при сложении которых формируется числовая последовательность, оказывающая влияние на ранжирование коммутаторов на этапе выбора корневого коммутатора, выбора пути назначения при построении дерева связей сети от корневого коммутатора. Чем ниже номер, тем выше приоритет. По умолчанию – 32768. Диапазон допустимых значений от 1 до 65536.
Stp порт 1/2	Port1/2 стоимость 0..200000000	«Стоимость» пути (величина, обратно пропорциональная пропускной способности пути). Результат суммы стоимости пути (Path cost) текущего коммутатора и стоимости порта является стоимостью пути для следующего коммутатора. Порт с наименьшей стоимостью выбирается в качестве корневого порта - порта с наиболее дешевым путем до корневого коммутатора.
	Port1/2 auto-edge	Автоматическое назначение роли порта. Включает режим автоматического определения конечного устройства. При отсутствии BPDU пакетов от устройства, подключенного к порту, включается режим пересылки. Далее данный порт в топологии RSTP не участвует.
	Port1/2 guard-tcn	Функция защиты порта от распространения сообщений об изменении топологии сети. Включение защиты от атаки ложными сообщениями BPDU об изменении топологии, не содержащих информации о лучшем пути.
	Port1/2 приоритет	Приоритет порта. Чем ниже номер, тем выше приоритет Если стоимость портов оказалась одинаковой, выбор будет происходить по приоритету. Диапазон допустимых значений – от 0 до 240 с шагом 16.

В приложении Б приведена общая информация по протоколу **RSTP**.

#### 2.4 Сохранение произведенных изменений

В главном меню ПО **АРМ-релейщика** выбрать пункт **Устройство → Записать** **уставки в терминал Alt+S** для сохранения в терминале измененных параметров.

### 3 Возможные неисправности и методы их устранения

Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Возможные неисправности и методы их устранения

<b>Описание неисправности</b>	<b>Возможная причина неисправности</b>	<b>Метод устранения</b>
Подключение обоих портов привело к потере связи с узлами сети	Появление замкнутого пути передачи пакетов	Необходимо отключить один из патч-кордов от терминала и проверить настройки протокола резервирования. Также возможно, что неправильно настроены внешние коммутаторы сети Ethernet или сеть не поддерживает выбранный тип резервирования.

## Приложение А (обязательное)

### Общая информация по протоколу PRP

#### Описание протокола

Механизм резервирования по протоколу **PRP** (Parallel Redundancy Protocol), описанный в стандарте IEC 62439-3(2012), основан на использовании как минимум двух одновременно активных соединений между двумя узлами сети таким образом, что отправитель информации посылает кадры данных синхронно по двум Ethernet каналам. Получатель в соответствии с протоколом резервирования принимает первый кадр данных и отклоняет второй. Если второй кадр данных не получен, получатель делает вывод об обрыве связи в соответствующем канале.

#### Область применения

Существуют приложения, где недопустимо даже минимальное время восстановления сети (GOOSE, SV). Для таких приложений необходим совершенно новый подход к вопросу высокой доступности сети. Протокол **PRP** позволяет «бесшовно» (без обрывов) резервировать соединение с мгновенным переключением с основного на резервный канал связи, используя при этом две параллельных сети передачи данных с произвольной топологией, не ограниченной ни кольцами, ни другими структурами.

Дублированные кадры в каждом канале в области данных содержат специальный маркер - RCT, отличающий один кадр от другого в DAN узлах (DAN (Double Attached Node for PRP) - конечные устройства с поддержкой **PRP**, имеющие два сетевых интерфейса и подключающиеся к двум независимым сетям).

С другой стороны для SAN узлов (см. ниже) маркер выглядит как пользовательские данные, что требует от стандартного оборудования Ethernet лишь поддержки более длинных ethernet кадров, например, jumbo frame кадров.

SAN – обычные конечные устройства с одним сетевым интерфейсом (SAN – Single Attached Node), которые могут быть также подключены к **PRP** без поддержки «бесшовного» резервирования.

## Приложение Б (обязательное)

### Общая информация по протоколу RSTP

#### Принцип действия резервирования по протоколу RSTP

- 1) В сети выбирается один корневой мост (англ. Root Bridge).
- 2) Далее каждый отличный мост от корневого моста просчитывает кратчайший путь к корневому мосту. Соответствующий порт называется корневым портом (англ. Root Port). У любого не корневого коммутатора может быть только один корневой порт.
- 3) После этого для каждого сегмента сети, к которому присоединён более чем один порт моста, просчитывается кратчайший путь к корневому порту. Мост, через который проходит этот путь, становится назначенным для этой сети (англ. Designated Bridge), а соответствующий порт — назначенным портом (англ. Designated port).
- 4) Далее корневые и назначенные порты всех мостов формируют древовидную структуру с вершиной в виде корневого коммутатора. Остальные порты блокируются. В итоге получается древовидная структура (математический граф) с вершиной в виде корневого коммутатора.

Таблица Б.1 — «Стоимость» пути в зависимости от скорости передачи (величина, обратно пропорциональная пропускной способности)

Скорость передачи	Стоимость пути (802.1D-1998)	Стоимость пути (802.1W-2001)
4 Мбит/с	250	500000
10 Мбит/с	100	200000
16 Мбит/с	62	1250000
100 Мбит/с	19	200000
1 Гбит/с	4	20000
2 Гбит/с	3	10000
10 Гбит/с	2	2000

#### Важные правила

- 1) Корневым (root) портом назначается порт с самой низкой стоимостью пути (path cost).
- 2) Возможны случаи, когда стоимость пути по двум и более портам коммутатора будет одинакова, тогда выбор корневого (root) порта будет происходить на основании порядкового номера порта.
- 3) По умолчанию коммутаторы не измеряют состояние загрузки сети в реальном времени и работают в соответствии со стоимостью (cost) интерфейсов в момент построения дерева STP.
- 4) Каждый порт имеет свою стоимость (cost), обратно пропорциональную пропускной способности (bandwidth) порта, которую можно настраивать вручную.

### **Алгоритм резервирования по протоколу RSTP**

- По умолчанию после включения коммутаторов в сеть каждый коммутатор считает себя корневым (root).
- Каждый коммутатор начинает посылать по всем портам конфигурационные Hello BPDU пакеты раз в 2 секунды.
- Если мост получает BPDU с идентификатором моста (Bridge ID) меньшим, чем свой собственный, он прекращает генерировать свои BPDU и начинает ретранслировать BPDU с этим идентификатором. Таким образом, в сети Ethernet остаётся только один мост, который продолжает генерировать и передавать собственные BPDU. Он и становится корневым мостом (root bridge).
- Остальные мосты ретранслируют BPDU корневого моста, добавляя в них собственный идентификатор и увеличивая счетчик стоимости пути (path cost).
- Для каждого сегмента сети, к которому присоединены два или более порта мостов, происходит определение designated port — порта, через который BPDU, приходящие от корневого моста, попадают в этот сегмент.
- После этого все порты в сегментах, к которым присоединены два и более порта моста, блокируются за исключением root port и designated port.
- Корневой мост продолжает посылать Hello BPDU раз в 2 секунды.

