



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

Содержание

1 Общие сведения	7
2 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью ПО АРМ-релейщика.....	8
2.1 Подготовка к настройке.....	8
2.2 Настройка резервирования сети Ethernet при аппаратной реализации	9
2.3 Настройка резервирования сети Ethernet при программной реализации.....	13
2.4 Сохранение произведенных изменений	14
3 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью ПО Конфигуратор Free	15
3.1 Подготовка к настройке.....	15
3.2 Настройка резервирования сети Ethernet при аппаратной реализации	16
3.3 Настройка резервирования сети Ethernet при программной реализации.....	16
3.4 Сохранение произведенных изменений	16
4 Возможные неисправности и методы их устранения	17
5 Методология тестирования работоспособности сетей различных топологий и соответствующих алгоритмов резервирования.....	18
Приложение А (обязательное) Общая информация по технологии резервирования сетевого подключения (LinkBackUp).....	19
Приложение Б (обязательное) Общая информация по протоколу PRP.....	20
Приложение В (обязательное) Общая информация по протоколу RSTP	21
Приложение Г (обязательное) Общая информация по протоколу MRP	23
Приложение Д (обязательное) Применяемые топологии резервирования.....	24
Перечень терминов и сокращений	26

Редакция от 31.10.2016

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 ШЭЭ 200 (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 7.1.0.4 и выше.

1 Общие сведения

1.1 Реализованы два варианта обеспечения резервирования сети Ethernet: аппаратное и программное (см. рисунок 1). Аппаратная реализация используется в блоках логики: Л2571, Л2651, Л2653, Л2654, Л2656 и поддерживает способы резервирования: LinkBackup¹⁾, PRP, MRP, RSTP.

Программная реализация используется в блоках логики с двумя и более портами Ethernet (кроме выше перечисленных блоков логики) и поддерживает способы резервирования: LinkBackup¹⁾, PRP.

Терминал поставляется только с одним из вариантов резервирования сети Ethernet.

1.2 Настройка резервирования сети Ethernet производится с помощью программ **APM-релейщика** или **Конфигуратор Free**, 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.

1.3 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»;

1.4 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 патч-корд с разъемами RJ-45 (в зависимости от типа лицевой плиты терминала).

¹⁾ Данный способ резервирования является типовым и применяется в случаях, когда в картах заказа не выбран конкретный тип протокола.

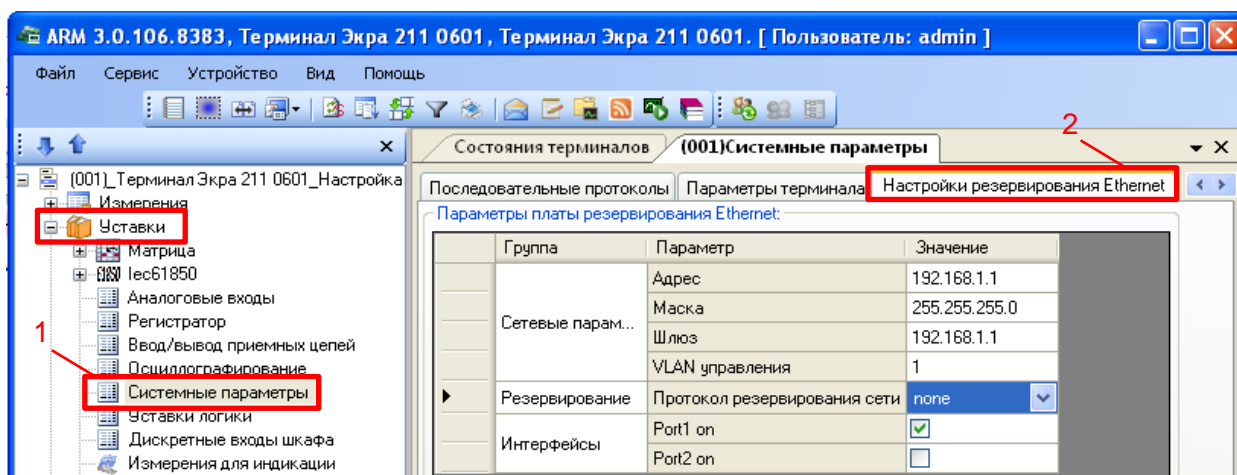
2 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью ПО АРМ-релейщика

2.1 Подготовка к настройке

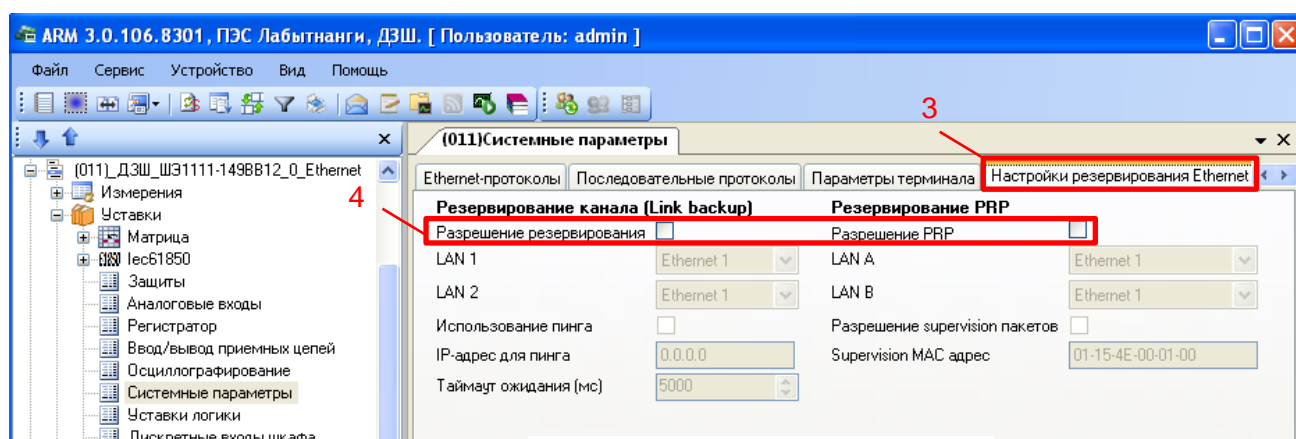
2.1.1 Установить связь с терминалом при помощи программы **Сервер связи** и запустить ПО **АРМ-релейщика** (в соответствии с руководством оператора ЭКРА.00019-01 34 01).

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, обозначения 2 и 3). Варианты отображения вкладки **Настройки резервирования Ethernet** в зависимости от типа блока логики используемого в терминале приведены на рисунке 1.



а – Аппаратная реализация



б – Программная реализация

Рисунок 1 – Варианты отображения вкладки **Настройки резервирования Ethernet** ПО АРМ-релейщика в зависимости от реализации резервирования

2.2 Настройка резервирования сети Ethernet при аппаратной реализации

2.2.1 Общие параметры

Описание общих параметров (см. рисунок 1, а) для всех способов резервирования при аппаратной реализации приведено в таблице 1.

Таблица 1– Описание общих параметров для всех способов резервирования

Группа	Параметр	Описание	Примечание
Сетевые параметры	Адрес	IP адрес модуля резервирования	Данные параметры относятся к модулю резервирования. Параметры терминала для работы в сети Ethernet задаются во вкладке « Параметры связи »
	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.	
Резервирование	Протокол резервирования сети	Выбор способа резервирования: – none; – prp; – rstp; – linkbackup; – mrp	

С завода-изготовителя терминал поставляется со способом резервирования согласно карте заказа. По умолчанию устанавливается способ резервирования LinkBackUp. Если в терминале указан неверный способ, то его можно изменить (см. рисунок 2).

2.2.2 Процедура настройки резервирования по технологии резервирования LinkBackUp

Установить протокол резервирования сети LinkBackUp (см. рисунок 2).

При выборе технологии резервирования LinkBackUp не требуется настройка дополнительных параметров.

На рисунке 2 представлена форма при выборе технологии резервирования LinkBackUp.

Группа	Параметр	Значение
Сетевые парам...	Адрес	192.168.1.1
	Маска	255.255.255.0
	Шлюз	192.168.1.1
	VLAN управления	1
	Протокол резервирования сети	linkbackup

Рисунок 2 – Настройка резервирования по технологии резервирования LinkBackUp

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П. 2.4.

В приложении А приведена общая информация по технологии резервирования LinkBackUp.

2.2.3 Процедура настройки резервирования по протоколу PRP

Установить протокол резервирования сети PRP.

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

Группа	Параметр	Значение
Сетевые парам...	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 Передача контрольных пакетов .

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П. 2.4.

В приложении Б приведена общая информация по протоколу PRP.

2.2.4 Процедура настройки резервирования по протоколу RSTP

Установить протокол резервирования сети RSTP.

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

Группа	Параметр	Значение
Сетевые парам...	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.

Группа	Параметр	Описание
Стр порт 1/2	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.

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П. 2.4.

В приложении В приведена общая информация по протоколу RSTP.

2.2.5 Процедура настройки резервирования по протоколу MRP

Установить протокол резервирования сети MRP.

На рисунке 5 представлена форма при выборе протокола резервирования MRP.

Группа	Параметр	Значение
Сетевые парам...	Адрес	192.168.1.1
	Маска	255.255.255.0
	Шлюз	192.168.1.1
	VLAN управления	1
Резервирование	Протокол резервирования сети	mrp
mrp	Расширенный режим	<input type="checkbox"/>
	VLAN ID	0

Рисунок 5 – Настройка резервирования по протоколу MRP

Описание параметров настройки резервирования по протоколу MRP приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Описание параметров настройки резервирования по протоколу MRP

Группа	Параметр	Описание
mrp	Расширенный режим	В данном режиме обнаружение нарушения соединения происходит при помощи сообщения «Link-down» о появившемся обрыве. Данное сообщение может быть сгенерировано устройством обнаружившим обрыв
	VLAN ID	Номер виртуальной сети

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П. 2.4.

В приложении Г приведена общая информация по протоколу MRP.

2.3 Настройка резервирования сети Ethernet при программной реализации

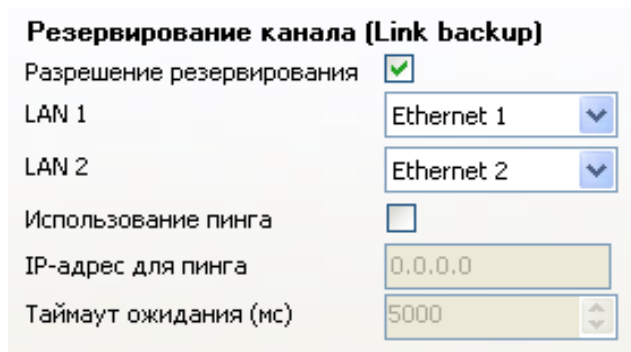
Выбрать требуемый способ резервирования сети Ethernet (см. рисунок 1, обозначение 4).

С завода-изготовителя терминал поставляется со способом резервирования согласно карте заказа. По умолчанию устанавливается способ резервирования LinkBackup. Если в терминале указан неверный способ, то его можно изменить (см. рисунок 1).

2.3.1 Процедура настройки резервирования по технологии резервирования LinkBackup

Выбрать способ резервирования сети LinkBackup (см. рисунок 1, обозначение 4).

На рисунке 6 представлена форма при выборе технологии резервирования LinkBackup.



Резервирование канала (Link backup)

Разрешение резервирования

LAN 1

LAN 2

Использование пинга

IP-адрес для пинга

Таймаут ожидания (мс)

Рисунок 6 – Настройка резервирования по протоколу LinkBackup

Описание параметров технологии резервирования LinkBackup приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание параметров технологии резервирования LinkBackup

Наименование	Значение по умолчанию	Описание
Разрешение резервирования	Признак установлен	Выбор технологии резервирования LinkBackup
LAN 1	Ethernet 1	Сетевой интерфейс
LAN 2	Ethernet 2	Сетевой интерфейс
Использование пинга	Признак не установлен	Использование проверки канала связи до устройства с заданным IP-адресом
IP-адрес для пинга	0.0.0.0	Адрес опрашиваемого устройства
Таймаут ожидания (мс)	5000	Время ожидания ответа на ICMP запрос

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П. 2.4.

2.3.2 Процедура настройки резервирования по протоколу PRP

Выбрать протокол резервирования сети PRP (см. рисунок 1, обозначение 4).

На рисунке 7 представлена форма при выборе протокола резервирования PRP.

Резервирование PRP

Разрешение PRP

LAN A Ethernet 1

LAN B Ethernet 2

Разрешение supervision пакетов

Supervision MAC адрес 01-15-4E-00-01-00

Рисунок 7 – Настройка резервирования по протоколу PRP

Описание параметров протокола PRP приведено в таблице 6.

Таблица 6 – Описание параметров протокола PRP

Наименование	Значение по умолчанию	Описание
Резервирование PRP	Признак не установлен	Выбор протокола резервирования PRP
LAN A	Ethernet 1	Сетевой интерфейс
LAN B	Ethernet 2	Сетевой интерфейс
Разрешение supervision пакетов	Признак не установлен	Контроль приема/передачи контрольных пакетов
Supervision MAC адрес	01-15-4E-00-01-00	Широковещательный MAC-адрес, на который будут отправляться контрольные пакеты

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П. 2.4.

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.

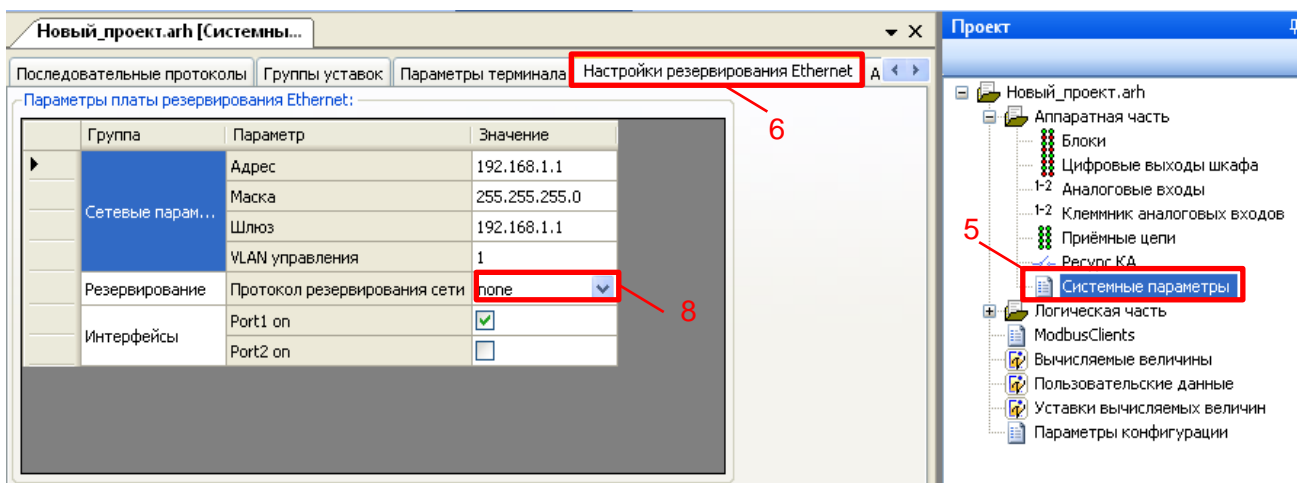
3 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью ПО Конфигуратор Free

3.1 Подготовка к настройке

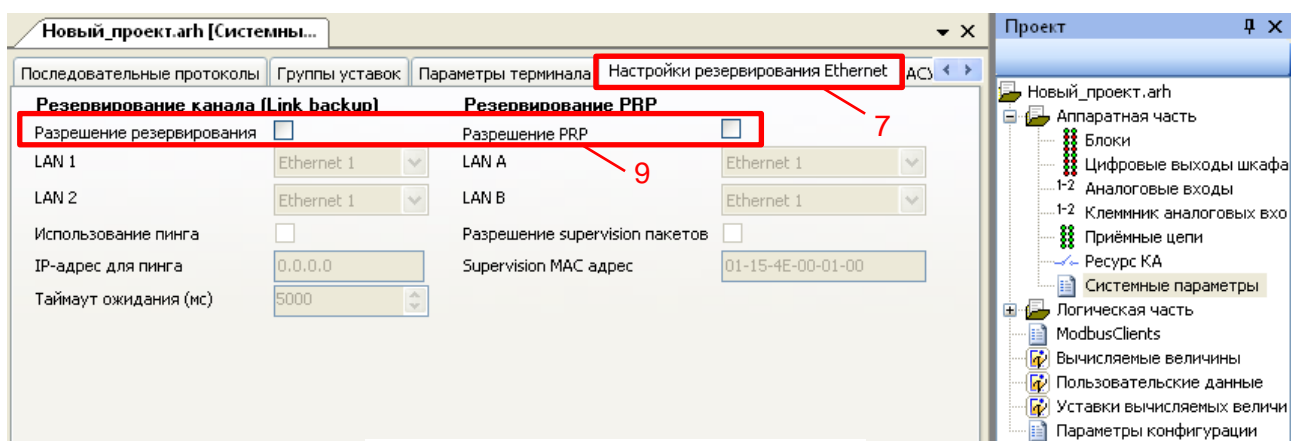
3.1.1 Запустить ПО Конфигуратор Free и открыть конфигурацию терминала для конфигурирования способа резервирования.

3.1.2 В «дереве» проекта ПО Конфигуратор Free выбрать раздел **Системные параметры** и открыть окно, дважды щёлкнув мышкой на соответствующий пункт «дерева» проекта (см. рисунок 8, обозначение 5).

3.1.3 Выбрать вкладку **Настройки резервирования Ethernet** (см. рисунок 8, обозначения 6 и 7). Варианты отображения вкладки **Настройки резервирования Ethernet** в зависимости от типа блока логики используемого в терминале приведены на рисунке 8.



а – Аппаратная реализация



б – Программная реализация

Рисунок 8 – Варианты отображения вкладки **Настройки резервирования Ethernet** ПО Конфигуратор Free в зависимости от реализации резервирования

3.2 Настройка резервирования сети Ethernet при аппаратной реализации

Описание общих параметров для всех способов резервирования при аппаратной реализации приведено в таблице 1.

3.2.1 Установить требуемый протокол резервирования сети Ethernet – параметр **Резервирование** (см. рисунок 8, обозначение 8).

С завода-изготовителя терминал поставляется со способом резервирования согласно карте заказа. По умолчанию устанавливается способ резервирования LinkBackUp. Если в терминале указан неверный способ, то его можно изменить (см. рисунок 8, обозначение 8).

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П.3.4.

Процедура настройки резервирования по технологии резервирования LinkBackUp описана в п.2.2.2.

Процедура настройки резервирования по протоколу PRP описана в п.2.2.3.

Процедура настройки резервирования по протоколу RSTP описана в п.2.2.4.

Процедура настройки резервирования по протоколу MRP описана в п.2.2.5.

3.3 Настройка резервирования сети Ethernet при программной реализации

3.3.1 Выбрать требуемый способ резервирования сети Ethernet.

С завода-изготовителя терминал поставляется со способом резервирования согласно карте заказа. По умолчанию устанавливается технология резервирования LinkBackUp. Если в терминале указан неверный способ, то его можно изменить (см. рисунок 8, обозначение 9).

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ УСТАНОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ НЕОБХОДИМО СОХРАНИТЬ ПРОИЗВЕДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С П.3.4.

Процедура настройки резервирования по технологии резервирования LinkBackUp описана в п.2.3.1.

Процедура настройки резервирования по протоколу PRP описана в п.2.3.2.

3.4 Сохранение произведенных изменений

В главном меню ПО **Конфигуратор Free** выбрать пункт **Файл → Сохранить Ctrl + S**, или нажать сочетание кнопок **«Ctrl+S»**, или **Сохранить как** для сохранения в терминале измененных параметров.

Записать измененную конфигурацию в терминал (в соответствии с инструкцией по замене и восстановлению конфигурации и программного обеспечения ЭКРА.650321.014 И).

4 Возможные неисправности и методы их устранения

Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Возможные неисправности и методы их устранения

Описание неисправности	Возможная причина неисправности	Метод устранения
Подключение обоих портов привело к потере связи с узлами сети	Появление замкнутого пути передачи пакетов	Необходимо отсоединить 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.

5 Методология тестирования работоспособности сетей различных топологий и соответствующих алгоритмов резервирования

5.1 Целесообразно разбить испытания на два этапа:

- проверка статической конфигурации сети;
- проверка способности сети осуществлять свои функции при динамическом изменении

топологии сети.

5.1.1 Проверка статической конфигурации сети

Необходимо проверить, что сеть настроена верно и выполняет свои основные функции по передаче данных. Оценить надежность доставки данных между узлами, количественно оценить выявленные потери данных.

а) Тест канального уровня утилитой `ring`, полагающейся на протокол служебных сообщений ICMP. При проведении теста запускается непрерывный поток запросов состояния удаленного узла. Для чистоты опыта, следует выбрать несколько разнесенных топологических узлов и наблюдать одновременно за своевременностью ответов от этих узлов.

б) Тест полезной нагрузкой, осуществляется:

- формированием циклических GOOSE сообщений от одного терминала к другому;
- созданием дополнительной нагрузки на сеть, путем подведения к терминалам аналоговых сигналов ступенчато изменяемых во времени.

в) Для анализа работоспособности сети следует задать критерии такие как максимально допустимое количество потерянных пакетов ICMP, максимальное время задержки GOOSE сообщения, максимальное количество не принятых GOOSE сообщений в течении длительного интервала времени.

5.1.2 Проверка способности сети осуществлять свои функции при динамическом изменении топологии сети.

На данном этапе при успешном окончании испытаний первого этапа следует проводить мониторинг тех же критериев, но включив в условия испытания воздействия на резервные линии связи. Разрывая по очереди различные резервные участки сети, следует фиксировать изменения в ранее заданных критериях.

5.2 На основании результатов испытаний делается вывод о пригодности схемы резервирования для использования на объектах энергетики.

Применяемые топологии резервирования приведены в приложении Д.

**Приложение А
(обязательное)**

**Общая информация по технологии резервирования сетевого подключения
(LinkBackUp)**

В случае LinkBackUp правильно говорить не о протоколе резервирования, а о технологии резервирования Ethernet подключения на участке от терминала до ближайшего активного оборудования (коммутатора).

Алгоритм резервирования сетевого подключения LinkBackUp

В одном из двух портов проверяется наличие «несущей частоты» Ethernet. Если на этом уровне (MAC) один из портов теряет подключение, происходит переключение на порт, в котором «несущая частота» присутствует. Период проверки состояния подключения составляет 1 с.

Область применения

По умолчанию применяются блоки логики с программной реализацией резервирования сети Ethernet с технологией резервирования LinkBackUp. Блоки логики, обеспечивающие резервирование сети Ethernet с аппаратной реализацией применяются по спецзаказу.

Приложение Б (обязательное)

Общая информация по протоколу PRP

Описание протокола

Механизм резервирования по протоколу PRP (Parallel Redundancy Protocol), описанный в стандарте IEC 62439-3(2016), 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 В (обязательное)

Общая информация по протоколу RSTP

Принцип 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.

Таблица В.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.

Приложение Г (обязательное)

Общая информация по протоколу MRP

Описание протокола

Протокол MRP (Multiple Registration Protocol) описан в стандарте IEC 62439-2 (2016) для промышленных сетей Ethernet с высокой степенью доступности. Стандарт позволяет использовать протокол MRP с оборудованием различных производителей, протокол MRP был специально разработан для промышленных приложений. Протокол MRP открытая реализация протокола кольцевых топологий. MRP поддерживает только кольцевую топологию сети с количеством коммутаторов не более 50, гарантируя заранее определённое время восстановления связи в случае возникновения сбоя. Время восстановления зависит от выбранных параметров протокола MRP и может составлять от 10 до 500 мс, причём максимальное время можно установить заранее. Например, при максимальном времени восстановления, равном 200 мс, типовое значение составит от 50 до 60 мс при средней загрузке сети. Протокол подразумевает объединение в кольцо группы коммутаторов, один из которых берёт на себя роль ведущего (MRM – Media Redundancy Manager). Он контролирует целостность кольца, передавая по кольцу тестовые кадры данных в одну сторону и получая их по цепочке с другой стороны. Для предотвращения коллизий все данные, кроме тестовых кадров, блокируются на одном из двух кольцевых портов MRM-коммутатора, образуя фактически линейную топологию сети. Если ведущий коммутатор не получает тестовые кадры, это означает разрыв кольца, в таком случае он разблокирует второе соединение, восстановив передачу данных. Остальные коммутаторы в кольце играют роль ведомых (MRC – Media Redundancy Clients) и передают тестовые кадры по цепочке с одного кольцевого порта в другой. Также ведомые коммутаторы передают ведущему информацию об изменении состояния их портов. Если MRM-коммутатор получил сообщение от MRC-коммутатора об отказе его кольцевого порта раньше, чем недосчитался тестовых кадров, то он руководствуется этим предупреждением и активирует заблокированное соединение. Такой подход обеспечивает наименьшее возможное время восстановления сети.

Приложение Д (обязательное)

Применяемые топологии резервирования

Д.1 Пример топологии сети с «нулевой потерей кадров» при использовании протокола PRP в терминале показан на рисунке Д.1;

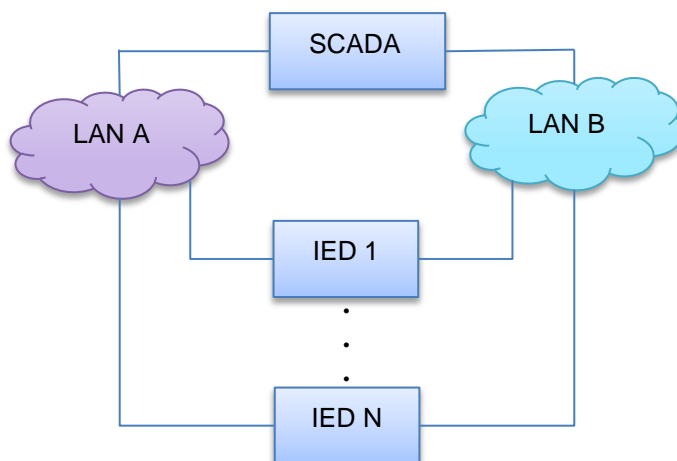


Рисунок Д.1

На портах 1 и 2 устанавливается драйвер PRP или устанавливают сетевую карту с поддержкой PRP.

Д.2 Пример топологии сети с «потерей кадров» при использовании резервирования сетевого подключения (LinkBackup) в терминале показан на рисунке Д.2;

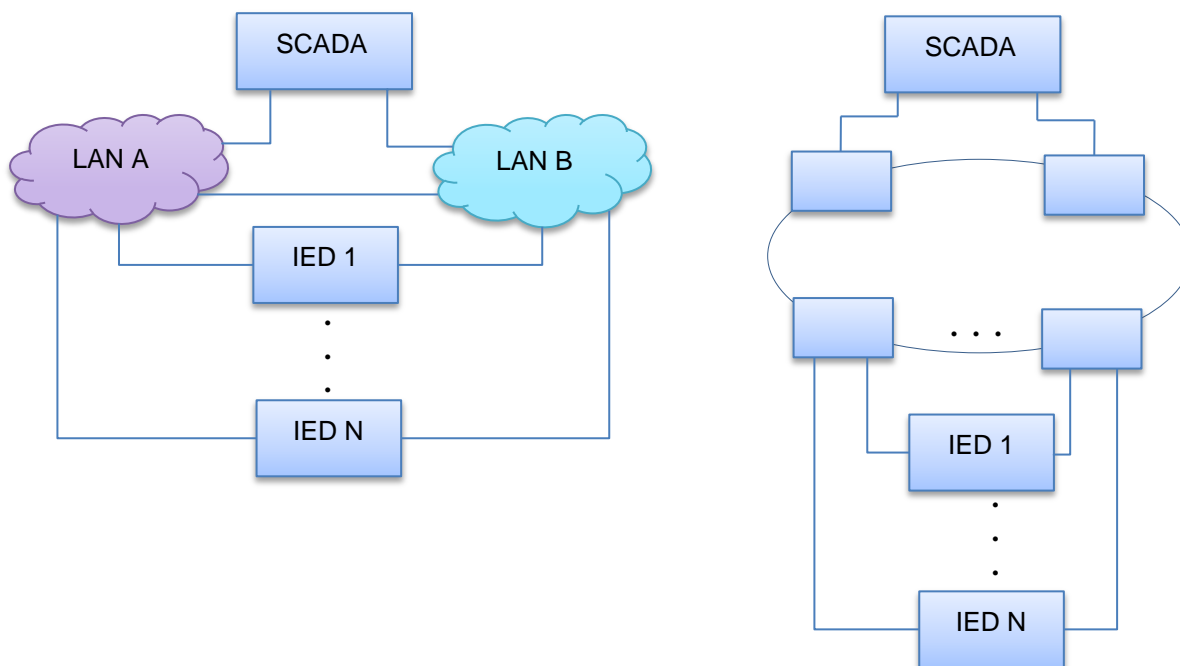


Рисунок Д.2

Д.3 Пример топологии резервирования сети, на основе протокола RSTP в терминале показан на рисунке Д.3.

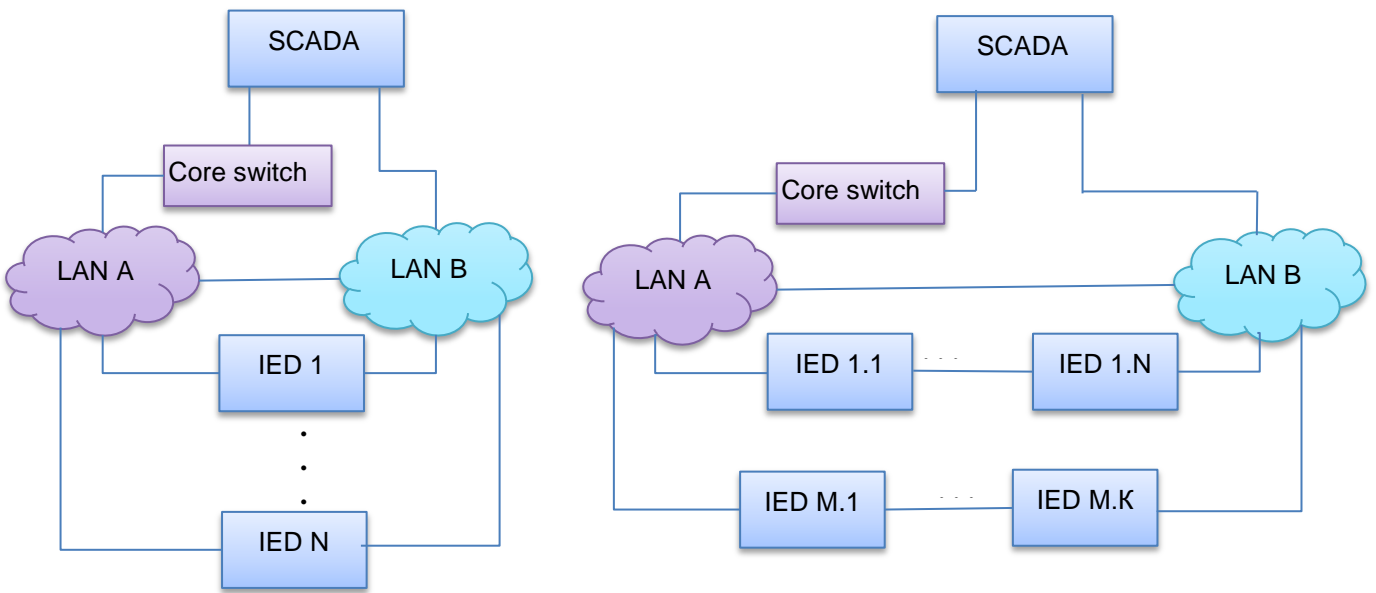


Рисунок Д.3

Д.4 Пример топологии резервирования сети, на основе протокола MRP в терминале показан на рисунке Д.4.

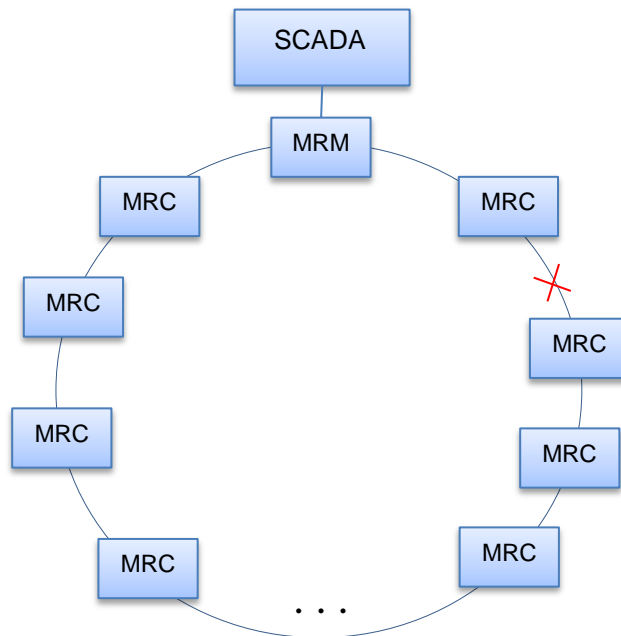


Рисунок Д.4

Перечень терминов и сокращений

АРМ – автоматизированное рабочее место

ИЭУ (IED) – интеллектуальное электронное устройство (Intelligent Electronic Device)

ЛВС (LAN) – локально вычислительная сеть (Local Area Network)

ПО – программное обеспечение

BPDU (Bridge Protocol Data Unit) – пакеты, которыми обмениваются коммутаторы для выбора корневого (root) устройства при реализации протокола STP

DAN (Double Attached Nodefor) – конечные устройства с поддержкой PRP, имеющие два сетевых интерфейса и подключающиеся к двум независимым сетям

ICMP (Internet Control Message Protocol) – протокол межсетевых управляющих сообщений

MMS (Manufacturing Message Specification) – протокол передачи данных по технологии «клиент-сервер», описанный стандартом ИСО/МЭК 9506-1990

MMS Clinet – клиент, реализующий клиентскую часть протокола MMS поверх TCP/IP

MRC (Media Redundancy Clients) – коммутатор, передающий тестовые кадры по цепочке с одного кольцевого порта в другой

MRM (Media Redundancy Manager) – коммутатор, контролирующий целостность кольца, передавая по кольцу тестовые кадры данных в одну сторону и получая их по цепочке с другой стороны

MRP (Multiple Registration Protocol) – протокол резервирования сети Ethernet согласно стандарту IEC 62439-2 (2016)

PRP (Parallel Redundancy Protocol) – протокол резервирования сети Ethernet согласно стандарту IEC 62439-3:2016

RCT (Redundancy Control Trailer) – контрольный маркер, позволяющий идентифицировать дублирующие кадры

RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) – протокол управления резервными соединениями в сети Ethernet, использующий ускоренный алгоритм ветвящегося дерева (Spanning Tree Protocol – STP) согласно стандарту IEEE 802.1D-2004

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

TCP/IP – семейство сетевых протоколов используемых для взаимодействия через ЛВС

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	-	3-14	15-27	-	27	ЭКРА.1652-2016			10.2016