



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

**ТЕРМИНАЛЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СЕРИИ ЭКРА 200  
РЕЗЕРВИРОВАНИЕ СЕТИ ETHERNET**

Инструкция по настройке  
ЭКРА.650321.028 И

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Перв. примен.

Справ. №

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

Снятие копий или перепечатка разрешается только по согласованию с предприятием-изготовителем.

**Замечания и предложения по инструкции направлять по адресу [ekra3@ekra.ru](mailto:ekra3@ekra.ru)**

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**ЭКРА.650321.028 И**

Инв. № подл

Разраб.			
Пров.			
Н.контр.			
Утв.			

Терминалы микропроцессорные  
серии ЭКРА 200  
резервирование сети Ethernet  
Инструкция по настройке

Лит.	Лист	Листов
A	2	25
ООО НПП «ЭКРА»		

## Содержание

1 Общие сведения .....	5
2 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью программы АРМ-релейщика .....	7
2.1 Подготовка к настройке .....	7
2.2 Настройка резервирования сети Ethernet при аппаратной реализации .....	8
2.3 Настройка резервирования сети Ethernet при программной реализации ....	11
2.4 Сохранение произведенных изменений .....	13
3 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью программы Конфигуратор .....	14
4 Возможные неисправности и методы их устранения .....	16
5 Методология тестирования работоспособности сетей различных топологий и соответствующих алгоритмов резервирования.....	17
Приложение А (обязательное) Общая информация по технологии резервирования сетевого подключения (LinkBackUp) .....	18
Приложение Б (обязательное) Общая информация по протоколу PRP .....	19
Приложение В (обязательное) Общая информация по протоколу RSTP .....	20
Приложение Г (обязательное) Применяемые топологии резервирования.....	22
Перечень терминов и сокращений.....	24

Инв. № подл		Подп. и дата	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	
Подп. и дата		Подп. и дата	

						<b>ЭКРА.650321.028 И</b>	Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17			3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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);
- шкафы типов ШЭ111Х(А) (далее – шкаф), реализованные на базе терминалов серии ЭКРА 200;
- шкафы серии ШЭЭ 200 (в том числе исполнения для атомных станций) (далее – шкаф);
- прочие устройства, 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) ЕКРАSMS-SP 3.0.125.9722, ПО терминала 7.1.0.6 и ниже.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №					
ЭКРА.650321.028 И						
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	Лист	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4	

## 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: LinkBackup<sup>1)</sup>, PRP, RSTP.

Программная реализация используется в блоках логики с двумя и более портами Ethernet (кроме выше перечисленных блоков логики) и поддерживает способы резервирования: LinkBackup<sup>1)</sup>, PRP.

Терминал поставляется только с одним из вариантов резервирования сети Ethernet.

1.2 Настройка резервирования сети Ethernet осуществляется с помощью программ АРМ-релейщика или Конфигуратор<sup>2)</sup>, входящих в комплекс программ EKRASMS-SP.

Комплекс программ EKRASMS-SP включает следующие программы: Сервер связи, АРМ-релейщика, Конфигуратор и RecViewer.

Комплекс программ EKRASMS-SP, записанный на электронный носитель<sup>3)</sup>, входит в комплект поставки терминала (шкафа). Комплекс программ также можно скачать с сайта<sup>4)</sup>: <http://soft.ekra.ru/smssp/>.

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 «Программа АРМ-релейщика (Комплекс программ EKRASMS-SP)».

Описание работы с программой Конфигуратор приведено в руководстве оператора ЭКРА.00020-01 34 01 «Программа Конфигуратор (Комплекс программ EKRASMS-SP)».

1.3 Перед началом работы 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»;
- с руководством оператора ЭКРА.00007-07 34 01 «Программа Сервер связи (Комплекс программ EKRASMS-SP)»;

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

<sup>2)</sup> Настройка резервирования сети Ethernet доступна для программы Конфигуратор и с бесплатной лицензией (Free).

<sup>3)</sup> Содержится актуальная версия на момент поставки.

<sup>4)</sup> Содержится актуальная версия на текущий момент.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЭКРА.650321.028 И				Лист
				5

- с руководством оператора ЭКРА.00006-07 34 01 «Программа АРМ-релейщика (Комплекс программ EKRASMS-SP)»;
  - с руководством оператора ЭКРА.00020-01 34 01 «Программа Конфигуратор (Комплекс программ EKRASMS-SP)»;
  - с оборудованием для настройки резервирования сети Ethernet.
- 1.4 Оборудование и ПО, необходимое для настройки резервирования сети Ethernet:
- ноутбук (ПК) с установленным комплексом программ EKRASMS-SP (рекомендуется использовать последнюю версию);
  - кабель соединительный USB 2.0 AmBm или коммутационный кабель («патч-корд») с разъемами RJ-45 (в зависимости от типа лицевой плиты терминала).

Инв. № подл	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				6

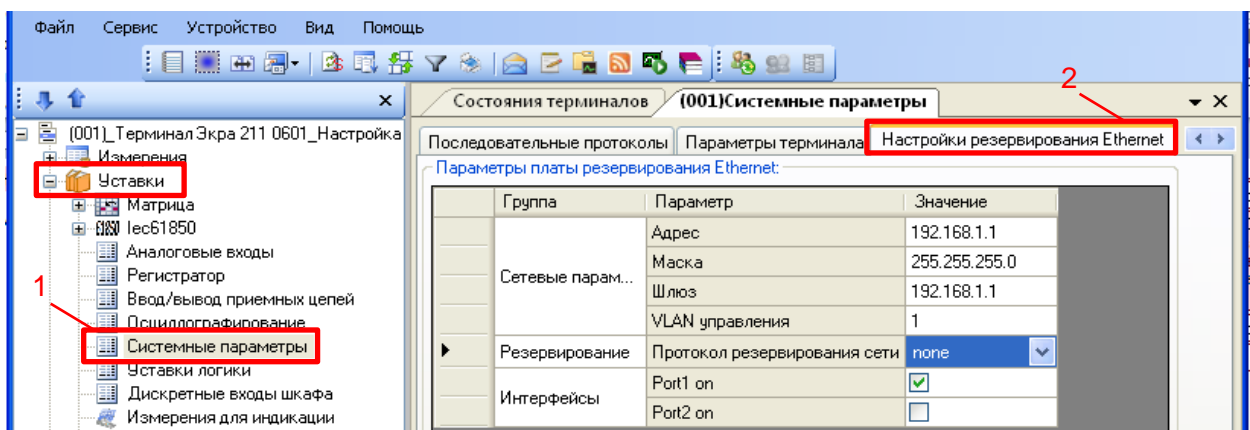
## 2 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью программы АРМ-релейщика

### 2.1 Подготовка к настройке

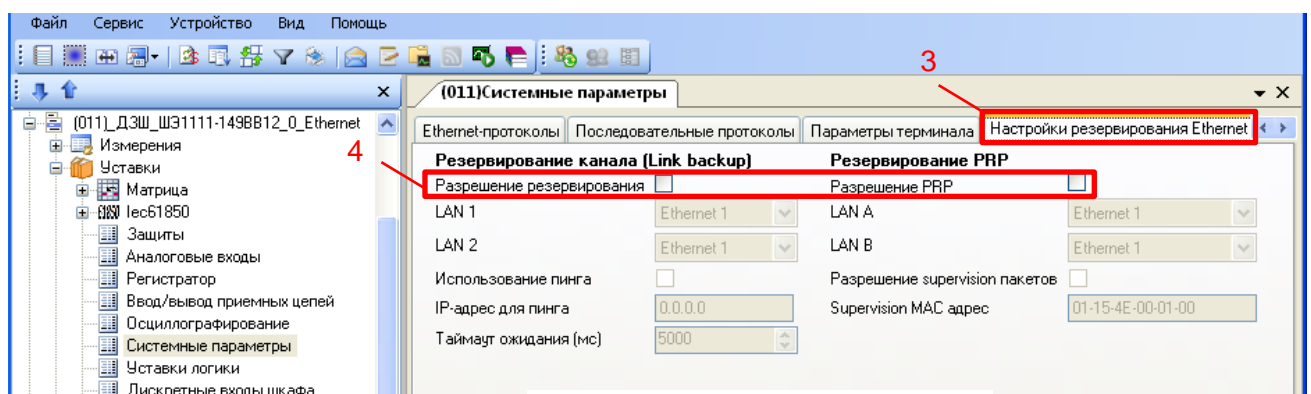
2.1.1 Установить связь с терминалом при помощи программы Сервер связи и запустить программу АРМ-релейщика (в соответствии с руководством оператора ЭКРА.00019-01 34 01).

2.1.2 В «дереве» проекта программы 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

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	

Инв. № подл.						ЭКРА.650321.028 И	Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17			7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

## 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 в разделе <b>Уставки</b> -> <b>Системные параметры</b> во вкладке <b>Параметры связи</b>
	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	

\* Располагается в блоке логики. Адрес модуля резервирования можно определить с помощью специализированного ПО, например, HiDiscovery.

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

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	Подп. и дата

2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8



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 <b>Передача контрольных пакетов</b>
* Располагается в блоке логики.		

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

В приложении Б приведена общая информация по протоколу PRP.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.

Инд. № подл.	Подп. и дата				Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И 9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

## 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

Инд. № подл	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Инд. № подл	2	Зам.	ЭКРА.647-2017	17.07.17	ЭКРА.650321.028 И	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

Группа	Параметр	Описание
Стр порт 1/2	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 содержащими 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.

### 2.3 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 5 представлена форма при выборе технологии резервирования LinkBackUp.

Рисунок 5 – Настройка резервирования по протоколу LinkBackUp

Описание параметров технологии резервирования LinkBackUp приведено в таблице 4.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.

Инд. № подл.	Подп. и дата				Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Таблица 4 – 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

После выбора технологии резервирования LinkBackUp параметры связи (IP-адрес и шлюз) интерфейсов Ethernet 1 и Ethernet 2 станут одинаковыми (см. рисунок 6). В данном случае редактирование параметров связи разрешено только для сетевого интерфейса LAN 1.

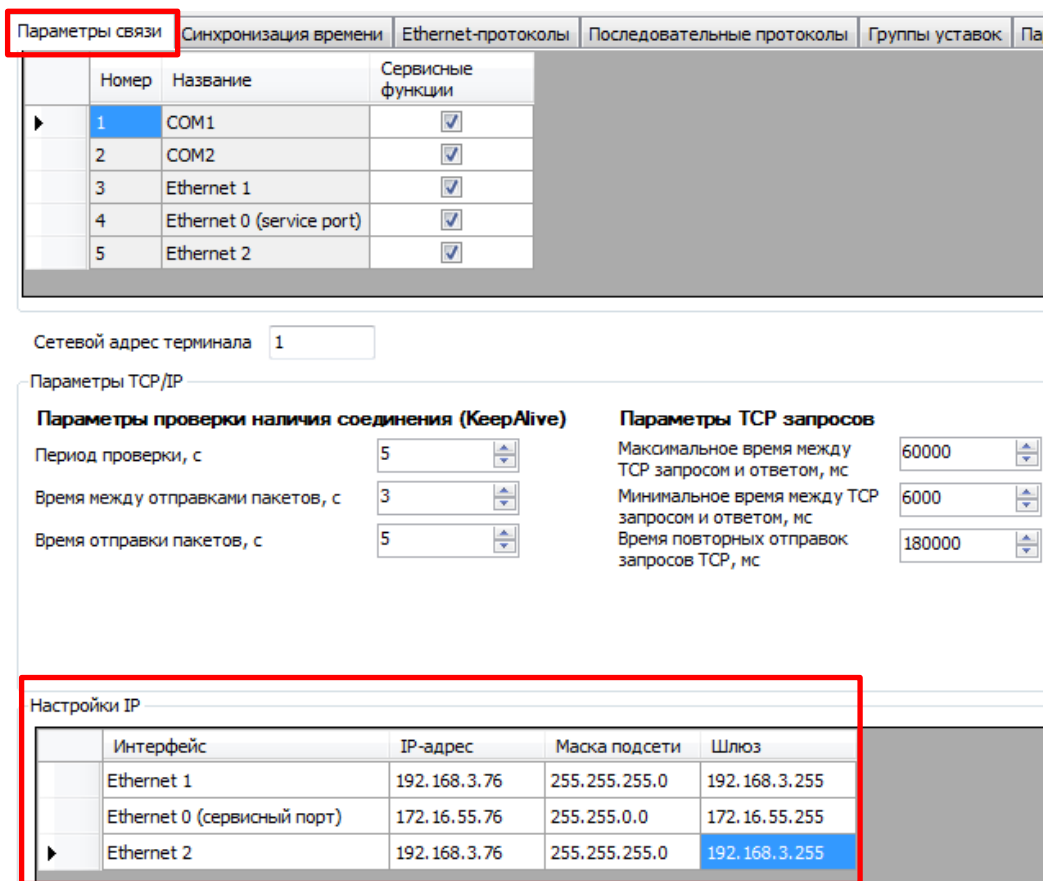


Рисунок 6 – Параметры связи интерфейсов Ethernet 1 и Ethernet 2 после выбора технологии резервирования LinkBackUp

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

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	2	Зам.	ЭКРА.647-2017	17.07.17	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

### 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.

Рисунок 7 – Настройка резервирования по протоколу PRP

Описание параметров протокола PRP приведено в таблице 5.

Таблица 5 – 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

После выбора протокола резервирования PRP параметры связи (IP-адрес и шлюз) интерфейсов Ethernet 1 и Ethernet 2 станут одинаковыми (см. рисунок 6). В данном случае редактирование параметров связи разрешено только для сетевого интерфейса LAN A.

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

### 2.4 Сохранение произведенных изменений

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

Ивл. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ивл. № дубл.	Подп. и дата

2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

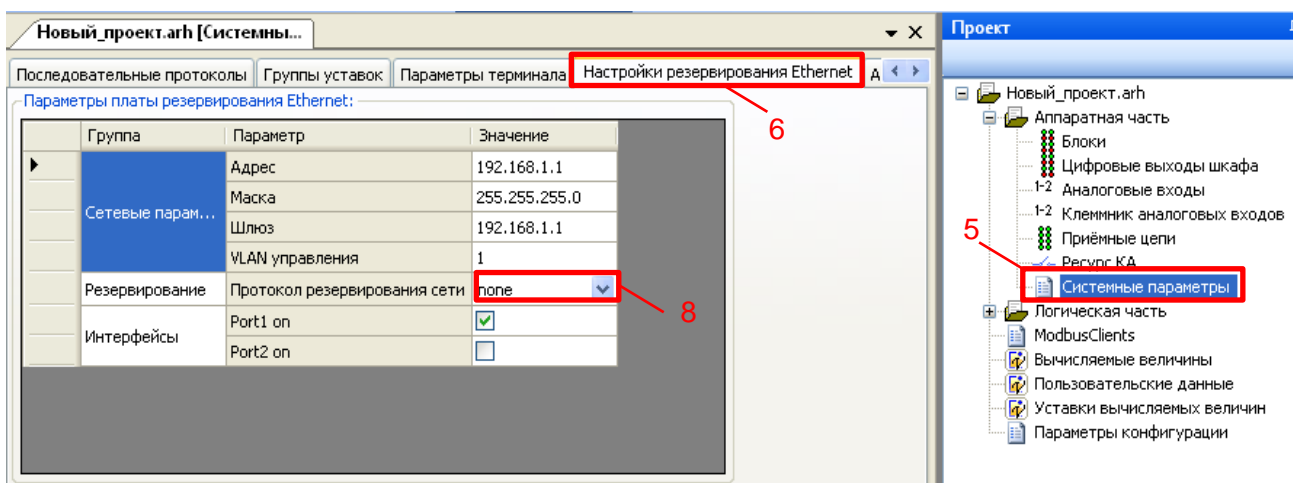
### 3 Настройка резервирования сети Ethernet с помощью программы Конфигуратор

#### 3.1 Подготовка к настройке

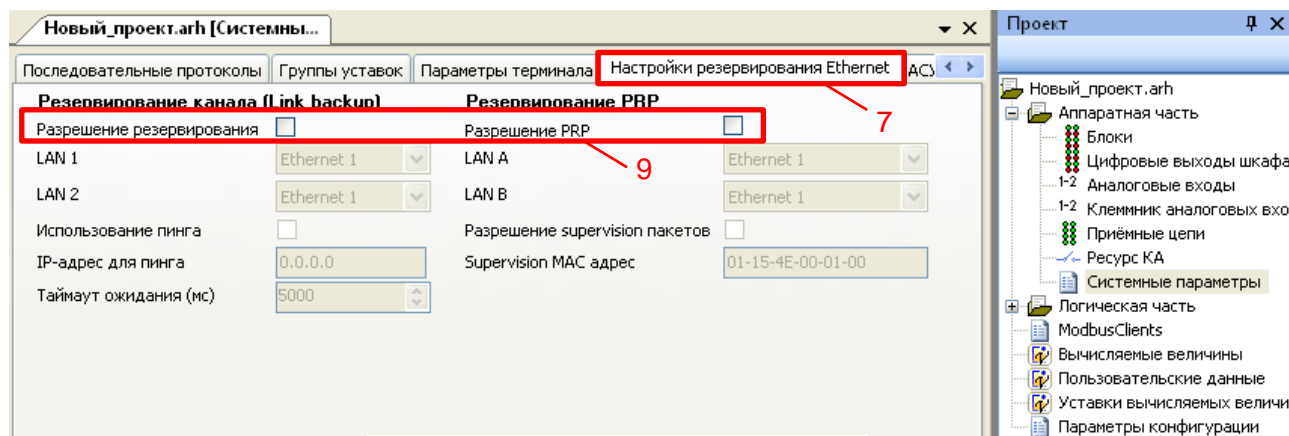
3.1.1 Запустить программу Конфигуратор и открыть конфигурацию терминала для настройки способа резервирования.

3.1.2 В «дереве» проекта программы Конфигуратор 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.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

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.

### 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 программы Конфигуратор выбрать пункт **Файл → Сохранить**, 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).

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

					ЭКРА.650321.028 И	Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17		15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

#### 4 Возможные неисправности и методы их устранения

Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 6.

Таблица 6 - 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 коммутационных кабелей от терминала и проверить настройки протокола резервирования. Также возможно, что неправильно настроены внешние коммутаторы сети Ethernet или сеть не поддерживает выбранный тип резервирования

Инв. № подл	Подп. и дата				ЭКРА.650321.028 И	Лист	
	Взам. инв. №					16	
	Инв. № дубл.						
Подп. и дата							
2				Зам.	ЭКРА.647-2017	17.07.17	
Изм.				Лист	№ докум.	Подп.	Дата



## 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 испытаний, 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.

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 течение 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 Г.

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист 17
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
Подп. и дата					Лист 17
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

**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).

**А.1 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.

**А.2 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.

Инв. № подл	Подп. и дата				ЭКРА.650321.028 И	Лист 18
	Взам. инв. №					
	Инв. № дубл.					
Подп. и дата						
2						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## Приложение Б

(обязательное)

### Общая информация по протоколу PRP

#### Б.1 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.

#### Б.2 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.

Интв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------

					ЭКРА.650321.028 И	Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17		19
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## Приложение В

(обязательное)

### Общая информация по протоколу RSTP

#### В.1 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

#### В.2 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.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

### В.3 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 один 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 один раз в 2 секунды.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Взам. инв. №					
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17	ЭКРА.650321.028 И	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
						21

## Приложение Г

(обязательное)

### Применяемые топологии резервирования

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

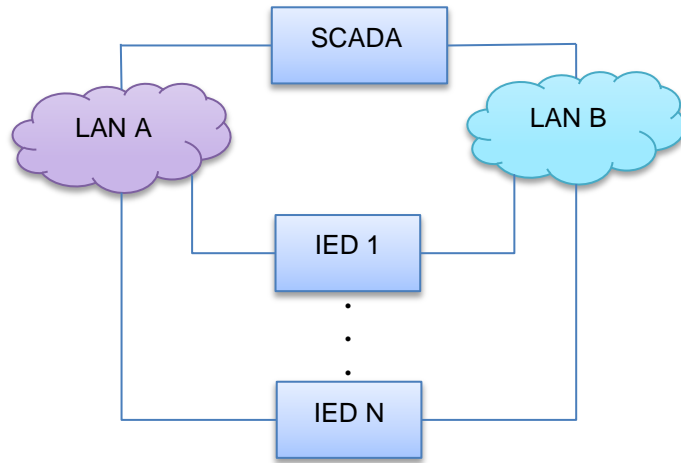


Рисунок Г.1

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

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

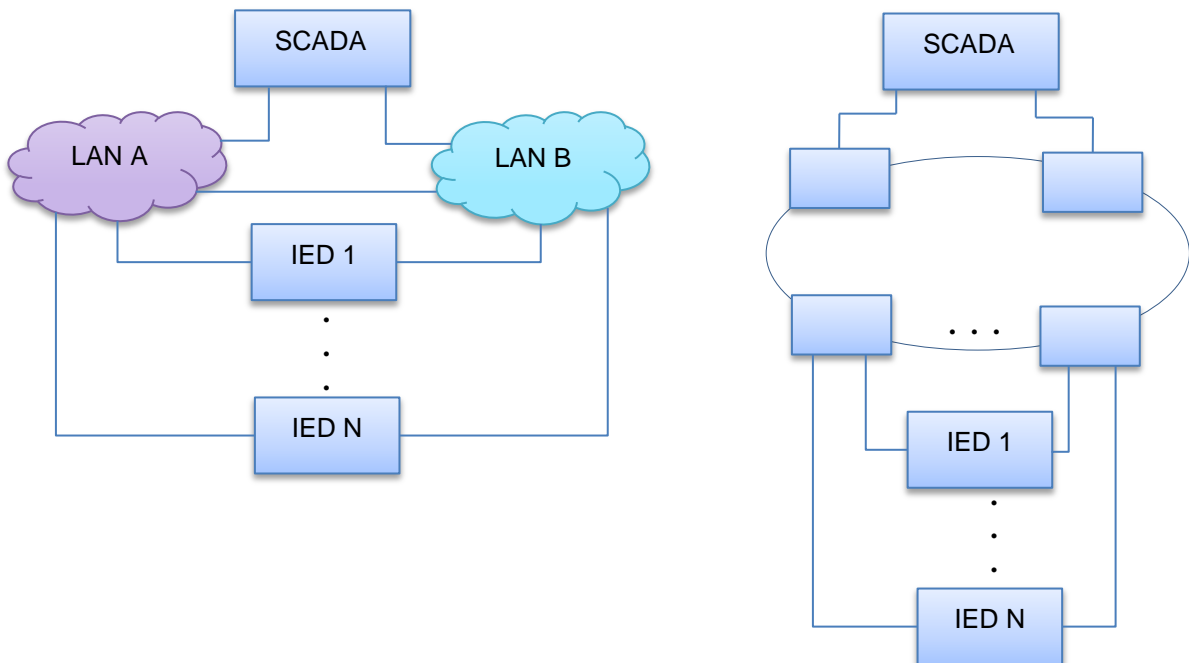


Рисунок Г.2

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.650321.028 И

Лист

22

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

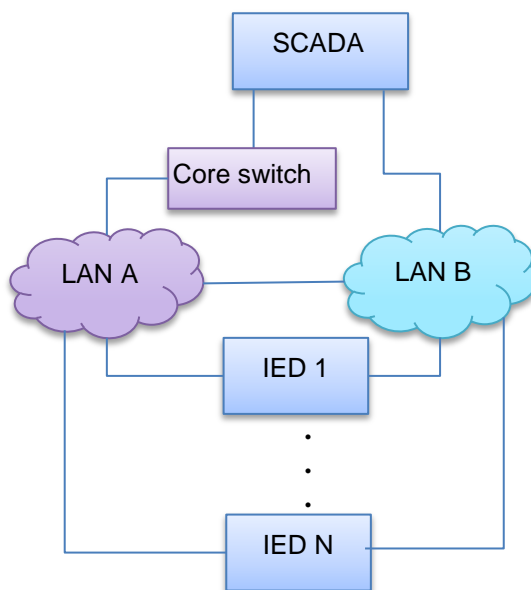


Рисунок Г.3

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЭКРА.650321.028 И				Лист
				23

## 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, контролирующей целостность кольца, передавая по кольцу тестовые кадры данных в одну сторону и получая их по цепочке с другой стороны

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

Инв. № подл	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	

						<b>ЭКРА.650321.028 И</b>	Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17			24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			



**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
2	–	1-25	–	26, 27	25	ЭКРА.647-2017			07.17

Изм.	№ подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					ЭКРА.650321.028 И	Лист
2	Зам.	ЭКРА.647-2017		17.07.17		25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		