

Утверждён

НПЦМ.468243.001РЭ - ЛУ

## СИСТЕМА ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ «ФОТОН»

Руководство по эксплуатации

НПЦМ.468243.001РЭ





ООО Научно-производственный центр «**МИРОНОМИКА**»  
620078, Россия, г. Екатеринбург, ул. Вишневая, д. 46, офис 403  
Тел/факс: (343) 383-40-84(85)

E-mail: [miromomika@mail.ru](mailto:miromomika@mail.ru), Web: [www.miromomika.ru](http://www.miromomika.ru)

---

НПЦМ.468243.001РЭ

## Содержание

1 Описание и работа системы.....	4
1.1 Назначение системы.....	4
1.2 Технические характеристики.....	5
1.3 Состав системы.....	5
1.4 Устройство и работа системы.....	7
1.5 Маркировка.....	24
1.6 Упаковка.....	24
2 Использование по назначению.....	25
2.1 Подготовка системы к использованию.....	25
2.2 Использование системы.....	27
3 Техническое обслуживание системы.....	28
3.1 Общие указания.....	28
3.2 Меры безопасности.....	29
3.3 Профилактический осмотр.....	29
3.4 Восстановление работоспособности.....	30
3.5 Техническое освидетельствование.....	30
4 Хранение.....	31
5 Транспортирование.....	31
Приложение А Разметка щита для крепления пульта управления.....	32
Приложение Б Схема подключения.....	33
Приложение В Схема подключения устройства связи.....	34
Приложение Г Схема электрическая принципиальная.....	36
Приложение Д Схема проверки.....	42
Приложение Е Ссылочные нормативные документы.....	43

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения, эксплуатации и технического обслуживания системы дуговой защиты «ФОТОН» (НПЦМ.468243.001), в дальнейшем именуемой - система. Руководство рассчитано на инженерно-технический персонал служб РЗиА энергетических предприятий, имеющий высшее или среднее специальное образование в области электротехники, электроники и автоматики. В пульте управления на платах управления и накопителя энергии имеются высокие, опасные для жизни напряжения! При ремонтных работах, связанных со вскрытием пульта управления, соблюдайте правила безопасности, изложенные в соответствующем разделе.

## 1 Описание и работа системы

### 1.1 Назначение системы

#### 1.1.1 Система выполняет следующие функции:

- отключение трех выключателей по сигналам от двух датчиков тока и двух магистральных линий датчиков светового потока дугового короткого замыкания;
- блокировку систем АПВ и АВР в случае срабатывания дуговой защиты релейным сигналом;
- УРОВ вводного выключателя в схеме с отдельной работой секций и УРОВ межсекционного выключателя в ремонтных схемах при условии использования специального устройства связи;
- накопление энергии для надежного отключения выключателей с электромагнитным управлением приводом при пропадании в результате аварии оперативного тока;
- постоянный контроль исправности блока накопителя энергии;
- постоянный контроль отсутствия короткого замыкания линий подключения датчиков;
- периодический полный (включая оптический тракт) контроль исправности датчиков, подключенных к линиям сигнализации дугового замыкания;
- формирование релейного сигнала аварии системы дуговой защиты при пропадании питания, неисправности составных частей и линий связи с датчиками;

- фиксация адреса датчика, выдавшего сигнал неисправности или дугового замыкания, и определение по запрограммированной пользователем таблице номера ячейки, в которой установлен неисправный датчик или произошла авария.

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Технические характеристики системы дуговой защиты приведены в таблице 1.

1.2.2 Прибор удовлетворяет требованиям по стойкости к климатическим воздействиям для использования УХЛ группы размещения 3.1 по ГОСТ 15150.

1.2.3 Прибор удовлетворяет требованиям по стойкости к механическим воздействиям для группы М4 по ГОСТ 17516.

## 1.3 Состав системы

1.3.1 В комплект поставки системы дуговой защиты входят:

- пульт управления НПЦМ .468243.002	1 шт.;
- датчик дуги оптический НПЦМ.468172.001	10 - 50 шт;
- устройство связи НПЦМ.468172.002	по зак.
- руководство по эксплуатации НПЦМ.468243.001РЭ	1 экз;
- паспорт, НПЦМ.468243.002ПС	1 экз;
- паспорт, НПЦМ.468172.001ПС	1 экз;
- паспорт, НПЦМ.468172.002ПС	по зак.
- ведомость эксплуатационных документов НПЦМ.468243.001ВЭ	1 экз.

Таблица 1 - Технические характеристики системы дуговой защиты

№ п.п.	Характеристика	Величина	Примечание
1	Напряжение питания пульта управления	(220 +-22)В,	Плата накопителя
		(220+-22)В, 50Гц или (110 - 240) В постоянного тока	Плата управления
2	Мощность, потребляемая системой, не более, В А	5 10	Плата накопителя Плата управления
3	Время работы после пропадания питания переменным током, не менее, с	4	
4	Время готовности с момента подачи питания, не более, мин	5	Определяется зарядом и формовкой конденсаторов накопителя
5	Число независимых токовых входов	2	Уставки по току и времени выдержки для каждого входа независимы
6	Номинальные значения токовых входов, А	1, 5	
7	Основная погрешность обработки уставок по току, не более, %	1	
8	Число линий для подключения датчиков	2	
9	Число датчиков, подключаемых к одному пульту, включая устройство связи, управления, не более	50	
10	Полное время реакции системы на дуговое замыкание, не более, мс	75	
11	Габаритные размеры, мм Пульты управления Датчика	300x230x110 36 Ø34	
12	Масса, не более, кг Пульты управления Датчика	6 0,1	
13	Срок службы, не менее, лет	10	

## 1.4 Устройство и работа системы

### 1.4.1 Конструктивное исполнение системы

1.4.1.1 Система состоит из пульта управления и комплекта датчиков, количество которых может изменяться от 10 до 50 шт, включая при необходимости устройство связи. Связь между пультом управления, датчиками и устройством связи может осуществляться по двум ветвям проводной магистральной линии связи.

Пульт управления размещен в стальном сварном корпусе со съемной лицевой панелью. Корпус снабжен по углам планками для крепления на вертикальной панели сплошной или реечной конструкции. Разметка щита для крепления пульта управления приведена в приложении А. Под лицевой панелью пульта управления расположена плата управления, на которой размещены элементы схемы пульта и самостоятельные конструктивные узлы – накопитель сетевой, обеспечивающий необходимый запас энергии для работы схем управления при пропадании переменного оперативного тока, и накопитель функциональный, запасающий энергию для работы приводов выключателей. На верхней стороне платы управления расположен жидкокристаллический дисплей и кнопки ввода информации. На лицевой панели имеются окно для дисплея и механические элементы пятикнопочной клавиатуры. Трансформаторы тока двух входов размещены на плате управления и связаны с собственным клеммником внешних присоединений проводниками первичных обмоток. Внешние присоединения к пульту управления осуществляются при помощи пружинных зажимов, собранных в три клеммника по функциональному назначению. Клеммники размещены на нижней поверхности корпуса.

1.4.1.2 Датчики размещаются в точеных корпусах из алюминиевого сплава и могут закрепляться специальными гайками на стенках ячеек распреустройства непосредственно или при помощи кронштейнов. На передней плоскости корпуса имеется окно, закрытое заглушкой из органического стекла. Для обеспечения проверки оптического тракта датчика заглушка имеет сверловку, расположенную так, чтобы световой поток светодиода самопроверки, направленный вперед, отражался бы от сверловки в обратном направлении и попадал на светодиод датчика. Плата с элементами датчика располагается на фланце корпуса и сзади закрывается диэлектрической крышкой, через отверстие в которой выведен винтовой зажим для подключения к линии связи с пультом управления.

1.4.1.3 Устройство связи размещено в малогабаритном корпусе отлитом из алюминиевого сплава. На передней поверхности корпуса размещены сигнальные светодиоды контроля функционирования. Клеммные соединители линий связи и команд выведены на нижнюю поверхность. Устройство связи может быть закреплено на сплошной или реечной панели между двумя комплектами дуговой защиты.

#### 1.4.2 Функционирование системы в целом

1.4.2.1 Для функционирования система должна быть собрана по схеме, приведенной в приложении Б. Присоединение устройства связи для реализации функции УРОВ межсекционного выключателя приведена в приложении В. Логическая схема системы приведена на рисунке 1.

Сигналы с трансформаторов тока верхнего и нижнего уровней напряжения поступают на два входа пульта управления, который постоянно производит сравнение величины тока на входе с соответствующей уставкой по току. Уставки по каждому из входов вводятся независимо, что позволяет отдельно задавать уставки по току первичной и вторичной цепей. В случае превышения током какой-либо из уставок, при выключенной уставке РМН, производится отсчет времени, определяемого уставкой по времени для соответствующего входа. Если в течение времени, определенного уставкой по времени, ток не спадает до уровня ниже уставки по току, пульт управления выдает по соответствующему выходу напряжение с накопителя на обмотку привода выключателя. Конденсатор накопителя подключается к внешней цепи на время около 1 с. За это время он разряжается практически полностью.

Если в результате выдачи команды на отключение, выданной первой, авария ликвидирована, и ток на входах снизился до уровня, не превышающего уставки, выдержка времени по второму входу прекращается. В противном случае по истечении второй (большей) уставки по времени выдается команда на отключение по второму каналу.

Если уставка РМН включена, отсчет уставки по времени начинается с момента замыкания внешнего контакта реле минимального напряжения и прекращается в момент выдачи команды на отключение или в момент прекращения тока или в момент размыкания контакта реле минимального напряжения.



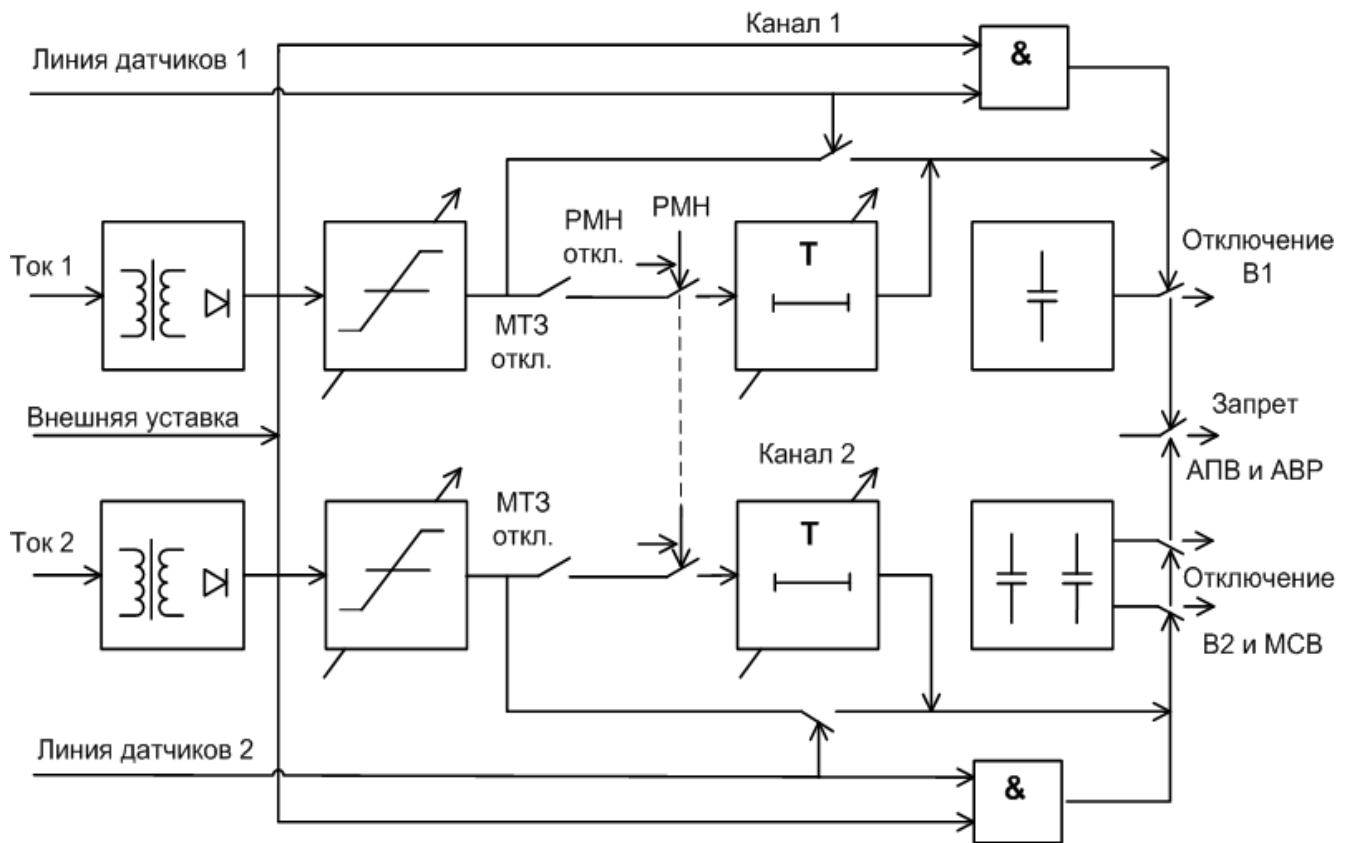


Рисунок 1 - Логическая схема системы дуговой защиты

Для отключения выдержки времени, в случае, если в защищаемом оборудовании зафиксирован световой поток от дугового замыкания, используются сигналы от датчиков светового потока, расположенных в зонах возможного возникновения открытой электрической дуги. Датчик воспринимает световые вспышки в поле своего зрения и генерирует сигнал, содержащий информацию о факте превышения световым потоком некоторого порогового значения, уникальный в системе собственный адрес и признак достоверности передачи адреса. Пульт управления принимает сигнал от датчика, проверяет правильность временных соотношений в сигнале, и выделяет содержащуюся в нем информацию. Информация о вспышке независимо от адреса датчика используется для прекращения выдержки времени в соответствующем канале и выдачи сигнала отключения. Если адрес датчика достоверен, он используется для формирования сообщения о номере аварийной ячейки.

Функция УРОВ вводного выключателя, если она включена, контролирует снижение тока, вызвавшего срабатывание дуговой или токовой защит до величины не превышающей уставки по входу 2. Если за фиксированное время, равное 0,4 с ток не уменьшился до величины, не превышающей уставку, считается, что вводной выключатель не сработал и выдается команда по каналу 1 на отключение выключателя первичной стороны.

Функция УРОВ межсекционного выключателя реализуется при помощи устройства связи, представляющего собой два датчика дуги, объединенных в одном корпусе и снабженных приемниками сигналов о срабатывании дуговой защиты. Сигнал о срабатывании дуговой защиты одной секции принимается одним из каналов устройства связи и через фиксированную выдержку времени 0,4с в виде имитированного сигнала вспышки передается во второй канал. По линии связи сигнал уходит в пульт смежной секции и при наличии сверхуставочного тока на входе приводит к выдаче сигнала на отключение вводного выключателя.

Связь между пультом управления, датчиками и устройством связи осуществляется по двум ветвям двухпроводной магистральной линии связи. По ней осуществляется питание датчиков и передача сигналов тестовых проверок датчиков от пульта к датчикам и ответных сигналов теста и сигналов о световых вспышках от датчиков к пульту управления. Для обеспечения работоспособности линии связи в условиях действия сильных электромагнитных помех принят ряд мер. Сигнал от пульта управления к датчикам передается изменением уровня напряжения в линии при помощи передатчика, имеющего низкое выходное сопротивление. При этом дифференциальное напряжение помехи, суммирующееся с выходным напряжением передатчика, эффективно подавляется и не поступает на входы датчиков. Для передачи сигнала от датчиков к пульту управления используются токовые сигналы, не изменяющие существенно уровень напряжения в линии. Приемники пульта управления реагируют на переменную составляющую тока в линиях, генерируемую датчиком при передаче. В других режимах датчик потребляет строго постоянную величину тока. Для обеспечения арбитража датчиков, одновременно зафиксировавших вспышку, сигналы датчиков из тока преобразуются в напряжение и ретранслируются в линию. Механизм арбитража идентичен используемому в современных последовательных магистральных интерфейсах, например CAN и LIN. Возможен арбитраж до 6 датчиков, одновременно выходящих на линию. При этом прекращение выдержки времени производится по сигналу датчика, завершающего передачу первым в линии, соответствующей одному из каналов НПЦМ.468243.001РЭ

системы. При одновременном срабатывании датчиков на обеих линиях первой выдается команда на отключение во втором канале. Примерные диаграммы напряжения и тока в линиях связи датчиками приведены на рисунке 2.

Такое построение линии связи с датчиками существенно снижает требования к защите самой проводной линии. Необходимым следует считать скручивание проводников, тем более, что датчики не чувствительны к полярности присоединения к линии, и при прокладке линии нет необходимости следить за полярностью линии, что снижает стоимость работ по её прокладке.

Скорость передачи информации по линии связи с датчиками выбрана равной 4800 бит/с. Это, с одной стороны, обеспечивает задержку на доставку информации от датчика к пульту управления не более 2 мс, что не сказывается на общем быстродействии системы, и не предъявляет специальных требований к линии связи с другой стороны. Кроме того, эта скорость является одной из стандартных для последовательного интерфейса RS-232 персональных компьютеров, что позволило создать автономное рабочее место для тестирования и настройки датчиков в виде приставки к ПК, подключаемой к последовательному порту.

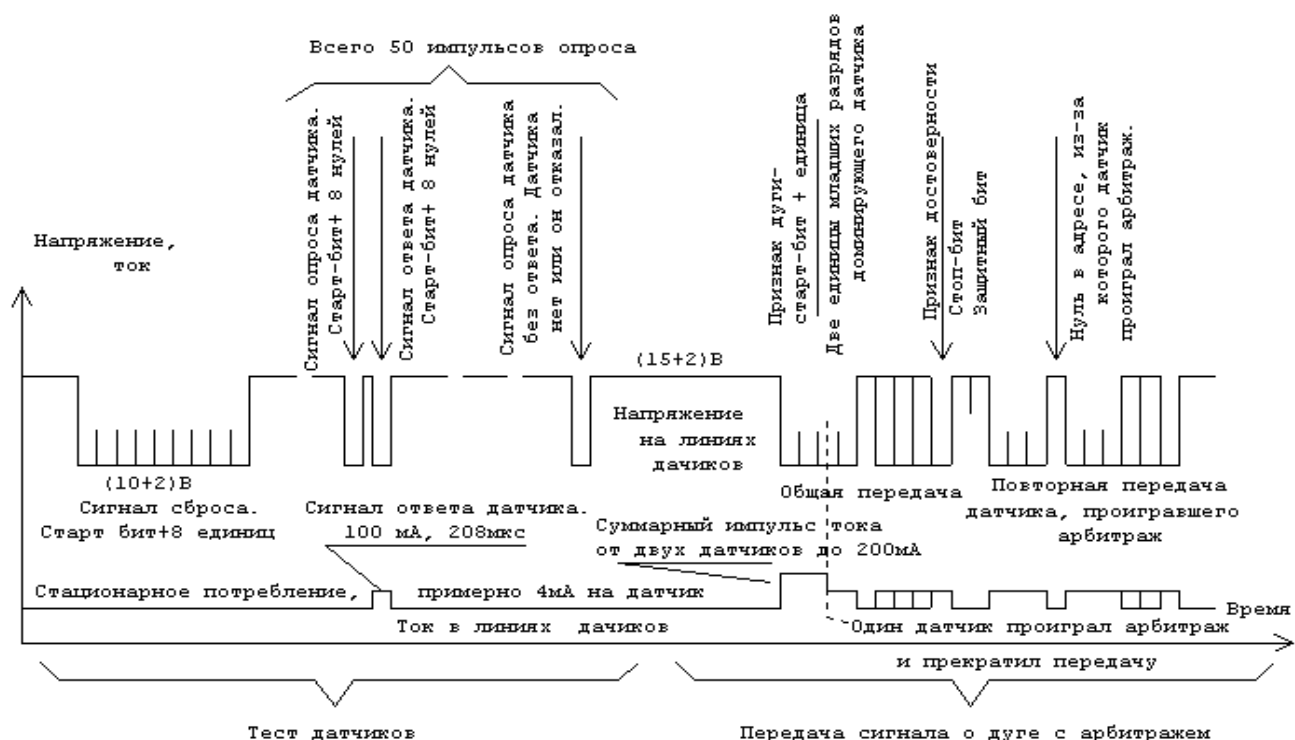


Рисунок 2 - Диаграммы напряжений и токов в линиях связи с датчиками

### 1.4.3 Описание и работа составных частей системы

#### 1.4.3.1 Описание и работа датчика дуги оптического

1.4.3.1.1 Подключение датчика к линии связи осуществляется через диодный мост VD1, что обеспечивает нечувствительность датчика к полярности подключения. Стабилитрон VD2 обеспечивает защиту внутренних цепей датчика от возможных перенапряжений в линии связи. Питание внутренних цепей датчика осуществляется через стабилизатор на микросхеме DA1, резисторе R4 и стабилитроне VD3. Микросхема и резистор образуют источник тока величиной около 4 мА, которого достаточно для питания всего оборудования датчика, стабилитрон обеспечивает номинальную величину напряжения питания основного элемента датчика – микроконтроллера D1.

1.4.3.1.2 Микроконтроллер PIC12C508A фирмы “Microchip” (D1) принимает сигналы теста от пульта управления на один из входов через разделительный конденсатор C1 и резистор R5, который ограничивает ток через внутренний защитный диод входа микроконтроллера. R3 обеспечивает в стационарном состоянии схемы высокий уровень на входе микроконтроллера. Переход напряжения на выводе 6 микроконтроллера в низкий уровень запускает программу фильтрации входной последовательности импульсов и приема команд от пульта управления. В случае если приняты сигнал начала теста и количество импульсов, соответствующее адресу датчика, на выводе 5 микроконтроллера формируется высокий уровень напряжения, открывающий транзистор VT2, и ток разряда накопительного конденсатора C3, протекая через резистор R7 и инфракрасный светодиод VD4, формирует световой импульс, поступающий на фотодиод VD5 через отражатель на корпусе датчика. Фототок фотодиода противоположен по направлению току через резистор R9, открывающему и насыщающему транзистор VT3. Транзистор VT3 закрывается, и на вход 4 микроконтроллера поступает высокий уровень напряжения, означающий, что тест фотоприемника прошел успешно. Микроконтроллер снимает высокий уровень напряжения с вывода 5, и тест фотоприемника завершается. При успешном прохождении теста на выводе 7 микроконтроллера формируется высокий уровень напряжения длительностью 208 мс, который включает генератор тока на транзисторе VT1 и резисторе R2. На время действия этого импульса ток, потребляемый датчиком и линией в целом от пульта управления, возрастает примерно на 100 мА, что позволяет надежно выделить сигнал датчика на фоне стационарного потребления линии датчиков.

НПЦМ.468243.001РЭ

1.4.3.1.3 В дежурном режиме датчика микроконтроллер непрерывно опрашивает логический уровень на входе 4, проверяет длительность высокого уровня напряжения на этом входе и, в случае если эта длительность достаточно велика, генерирует на выводе 7 последовательность импульсов, содержащую информацию о факте фиксации датчиком вспышки, собственный адрес датчика и признак достоверности сигнала. В виде последовательности импульсов тока сигнал передается в линию связи с пультом управления. Одновременно производится контроль сигналов, транслируемых пультом управления. В случае, если передаваемая информация не совпадает с принимаемой, датчик прекращает передачу и пытается повторить её позднее.

#### 1.4.3.2 Описание и работа устройства связи

1.4.3.2.1 Устройство связи содержит два идентичных канала и в своей основе идентично датчику дуги. Кроме описанного выше оборудования датчика, каждый канал содержит оптически развязанный приемник сигнала на отключение выключателя и оптический выход на соседний канал. Кроме того, имеется общий для обеих каналов приемник сигнала с блок-контакта межсекционного выключателя. При отключении межсекционного выключателя устройство связи автоматически прекращает работу. При необходимости эта функция может быть отключена установкой перемычек в каналах устройства связи. Устройство связи питается от линий связи с датчиками дуги связываемых секций и имеет на каждой линии адрес 50, что обеспечивает его проверку аналогично датчику. При приеме от пульта своей секции (от которой производится питание канала) команды на отключение межсекционного выключателя в виде импульса напряжения (200...380)В канал отсчитывает 0,4с и подает импульс излучения на оптический приемник смежного канала, который формирует сигнал идентичный сигналу дуги, транслируемый в пульт и обрабатываемый там по алгоритму дуговой защиты.

#### 1.4.3.3 Описание и работа пульта управления

1.4.3.3.1 Для изучения устройства и работы пульта управления используйте схемы электрические, приведенные в приложениях В.

Пульт управления состоит из следующих функциональных узлов:

- блок накопителя энергии функциональный, отдельная печатная плата;
- блок сетевого накопителя, отдельная печатная плата;
- источник вторичного электропитания, на основной печатной плате;

НПЦМ.468243.001РЭ

- преобразователь переменного напряжения в постоянное, четыре канала, на основной печатной плате;

- схема управления, на основной печатной плате;

- приемопередатчик, на основной печатной плате.

1.4.3.3.2 Блок накопителя энергии функциональный предназначен для хранения запаса энергии, необходимого для задействия привода отключения силовых масляных выключателей. Функцию накопления энергии выполняют высоковольтные конденсаторы С9, С10, С11. Коммутация конденсаторов на заряд или разряд производится при помощи поляризованных реле К1, К2, К3. Поскольку поляризованное реле сохраняет любое своё состояние без затрат энергии, это позволяет подавать питание на обмотки только на время переключения и, соответственно, не расходовать на удержание энергию сетевого накопителя при пропадании во время аварии переменного оперативного тока. Включающие обмотки реле сгруппированы и развязаны диодами так, чтобы обеспечить выдачу необходимого набора выходных сигналов. Отбойная обмотка реле К4 отделена от отбойных обмоток других реле для того, чтобы после окончания выдачи сигналов на отключение, сигналы на запрет АПВ и о факте срабатывания системы сохранялись. Сброс этих сигналов осуществляется только после рестарта пульта управления.

Заряд накопительных конденсаторов осуществляется от блока питания, обеспечивающего гальваническую развязку цепи заряда от сети питания. Напряжение от вторичной обмотки TV1 подается на выпрямитель цепей контроля и управления VD7 и повышающий трансформатор TV2. Вторичная обмотка трансформатора TV2 нагружена на выпрямитель с удвоением напряжения на элементах С2, С4, VD9, VD11, VD16 VD21. Выходное сопротивление выпрямителя достаточно велико, чтобы заряд накопительных конденсаторов вести через маломощные диоды и использовать его для параллельной стабилизации высокого напряжения при помощи управляемого шунта R4, R5 и VT1. Контроль процесса заряда накопительных конденсаторов осуществляется с помощью шунтов R16, R19, R22. Для защиты входных цепей схемы контроля от перенапряжений, возникающих при перезаряде накопительной емкости, указанные резисторы шунтированы диодами, ограничивающими напряжение на шунтах.

1.4.3.3.3 Импульсы напряжения, создаваемые током подзаряда накопительных конденсаторов, на шунтах через мультиплексор D3 подаются на один из входов микроконтроллера D1, используемый как вход встроенного АЦП. По амплитуде импульсов тока подзаряда накопительных конденсаторов программа, НПЦМ.468243.001РЭ

заложенная в микроконтроллер, определяет состояние накопителя. Слишком маленький ток говорит о неисправности цепи заряда. В этом случае формируется сигнал неисправности накопителя. Один из входов мультиплексора D3 подключен к делителю напряжения R6...R9 в цепи напряжения заряда. При превышении напряжением на входе мультиплексора некоторого порога, микроконтроллер при помощи ключа VT1 подключает дополнительную нагрузку R4, R5 и напряжение подзаряда снижается. При малом его значении дополнительная нагрузка отключена. Если напряжение подзаряда в течение длительного времени не достигает заданного значения, так же формируется сигнал неисправности накопителя.

Плата сетевого накопителя предназначена для хранения энергии, необходимой для работы пульта управления во время аварийных просадок сети питания переменного тока в течение 4 с. Так как пульт управления потребляет мощность не более 10 Вт, накопитель должен запасать не менее 40 Дж. Исходя из того, что источник вторичного питания работоспособен при напряжении до 90 В, требуемая емкость конденсаторов определяется так:

$$C = \frac{2E}{(U_1 - U_2)^2} = \frac{2 \times 40}{((220 \times 1,41) - 90)^2} = 0,0016 \text{ Ф} = 1600 \text{ мкФ}$$

Накопитель подключен параллельно основному конденсатору источника питания. В случае питания пульта управления от сети постоянного оперативного тока, сетевой накопитель не требуется и может быть исключен из состава пульта управления.

Источник вторичного электропитания обеспечивает все узлы пульта управления необходимыми номиналами питающих напряжений. Он выполнен по схеме однотактного обратного инвертора на основе специализированной микросхемы фирмы "PowerIntegrations" TOP224YAI DA9. Эта микросхема содержит в своем составе силовой КМОП-ключ и необходимые схемы управления. Она работоспособна в широком диапазоне напряжений питающей сети. Наличие диодного моста VD17...VD20 на входе источника обеспечивает возможность работы от сети переменного тока и независимость от полярности подключения при работе от сети постоянного тока. Импульсный трансформатор TV1 имеет три вторичные обмотки. Одна, гальванически развязанная, на напряжение 20 В и две, имеющие общую точку, на напряжение 12 В. Обратная связь по напряжению, с оптронной

развязкой, снимается с обмотки на 20 В. Источник напряжения +5 В выполнен отдельным ключевым стабилизатором, питающимся от напряжения +12 В.

Преобразователь переменного напряжения в постоянное осуществляет высоколинейное выпрямление напряжения, выделившегося на нагрузке вторичной обмотки трансформаторов тока. Преобразователь имеет четыре идентичных канала А2...А5. Рассмотрение работы произведем на примере одного из них.

Переменное напряжение с нагрузки трансформаторов тока поступает на выпрямитель на сдвоенном операционном усилителе DA2.

Выпрямленное напряжение поступает на активный ФНЧ на операционном усилителе DA3, выделяющей среднее значение. Дополнительная фильтрация производится пассивным фильтром R31, C13.

Для контроля функционирования выпрямителя имеется контрольный канал грубого выпрямления VD8, C10, R21, C15. Отсутствие напряжения на выходе контрольного канала при максимально возможном напряжении на выходе основного канала, свидетельствует об отказе основного канала.

Схема управления включает в себя микроконтроллер PIC16F877 фирмы "Microchip" D2, двустрочный жидкокристаллический символьный дисплей D3, клавиатуру из 5 клавиш S1...S5 и исполнительные ключи D4, D5.

Микроконтроллер сконфигурирован на работу с семью аналоговыми входами, один из которых использован в качестве входа опорного напряжения, формируемого схемой на управляемом стабилитроне DA1. Пять портов микроконтроллера используются следующим образом:

- порт А - аналоговый;
- порт В - управления ППУ и дискретных сигналов;
- порт С - формирует команды для накопителя;
- порты D и E обеспечивают передачу информации на дисплей для отображения и опрашивают клавиатуру.

Укрупненные алгоритмы работы схемы управления при решении задачи дуговой защиты и при работе с клавиатурой приведены на рисунках 3 и 4.

Приемопередатчик сигналов линии связи с датчиками обеспечивает трансляцию на линию связи с датчиками сигналов теста и прием от датчиков сигналов исправности и дуги с реализацией ряда мер по обеспечению работоспособности системы в условиях действия электромагнитных помех.

Передачик построен на основе регулируемого источника напряжения LM317 (КР142ЕН12), выходное напряжение которого определяется падением напряжения НПЦМ.468243.001РЭ



на сопротивлении, включенном между выводом ADJ и общим проводом. Это сопротивление составлено из двух резисторов R53 и R54. Последний может шунтироваться оптронными ключами D8 и D10. D8 используется при передаче, а D10 - при ретрансляции сигналов датчиков для арбитража при одновременной передаче сигналов дуги от нескольких датчиков одновременно. Оptronные ключи позволяют обеспечить гальваническую развязку ППУ и схемы управления и снизить уровень помех, проникающих в схему управления со стороны линии связи с датчиками. D8 управляется микроконтроллером, а D10 - приемником ППУ. Выход передатчика соединен с обеими линиями через симметрирующие дроссели L1, L2, защищающие приемник ППУ от синфазной составляющей внешних помех.

Приемник ППУ двухканальный, оба канала идентичны. Рассмотрим его работу на примере первого канала, верхнего по принципиальной схеме. Основу приемника составляет компаратор K554CA301 DA6. Сигнал на оба входа компаратора, инвертирующий и неинвертирующий, поступает с шунта R34. На неинвертирующий вход, кроме того, подано напряжение смещения от источника питания +12 В через резистор R55. Напряжение на этом входе поддерживается постоянным, независимым от переменной составляющей напряжения на шунте, при помощи конденсатора C22. За счет смещения оно всегда больше постоянной составляющей напряжения на шунте, и выходной каскад компаратора закрыт, ток через выходные оптроны не протекает. Сигналы от датчиков в виде импульсов тока создают на шунте импульсное напряжение, которое превышает среднее значение напряжения. Соответственно меняется соотношение напряжений на входах компаратора, выходной каскад открывается, обеспечивая протекание тока через оптроны D9, D10, D11. Второй канал приемника отличается тем, что его выход работает, на D12 вместо D11.

В состав ППУ входит так же схема триггерной защиты от коротких замыканий линий связи с датчиками. Источником сигнала для схемы защиты являются те же шунты, что и для приемников. Сигналы с шунтов поданы через RC-фильтр на инвертирующий вход компаратора DA4. На его неинвертирующий вход подано регулируемое пороговое напряжение. При превышении напряжением на шунте порогового значения закрывается выходной каскад компаратора, включается оптронный ключ сигнализации замыкания линии, понижается практически до нуля пороговое напряжение, открывается транзистор VT3 и закрывается транзистор VT4, снимая напряжение питания с передатчика. Удержание схемы в устойчивом состоянии обеспечивается за счет обратной связи через резистор R40.

НПЦМ.468243.001РЭ

Микроконтроллер схемы управления может попытаться сбросить защиту, заставив замкнуться оптронный ключ D6. Служебный источник напряжения +12 В для компараторов собран на микросхеме DA9 KP142EH8Б.

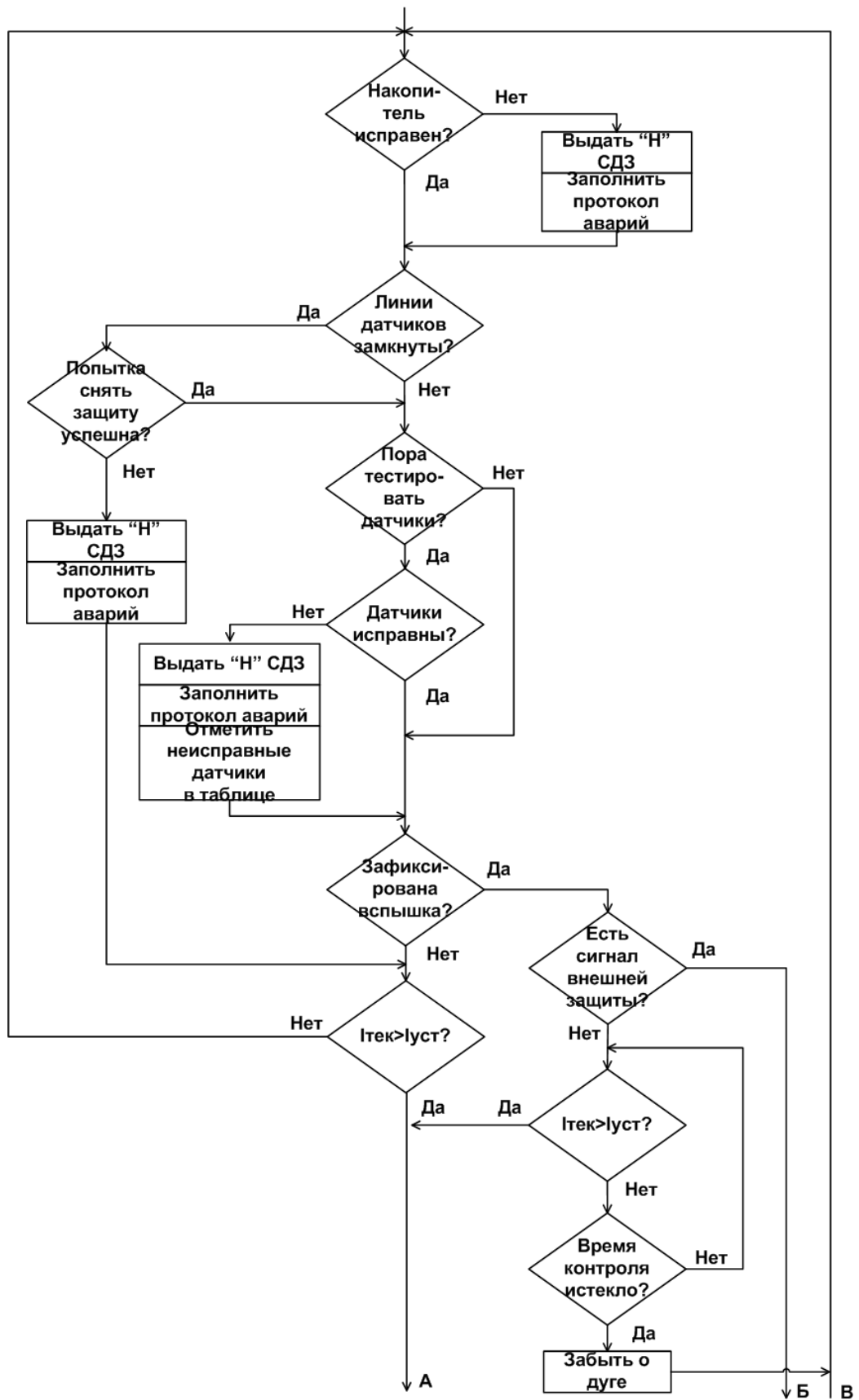


Рисунок 3 - Алгоритм работы системы при решении задач дуговой и токовой защит



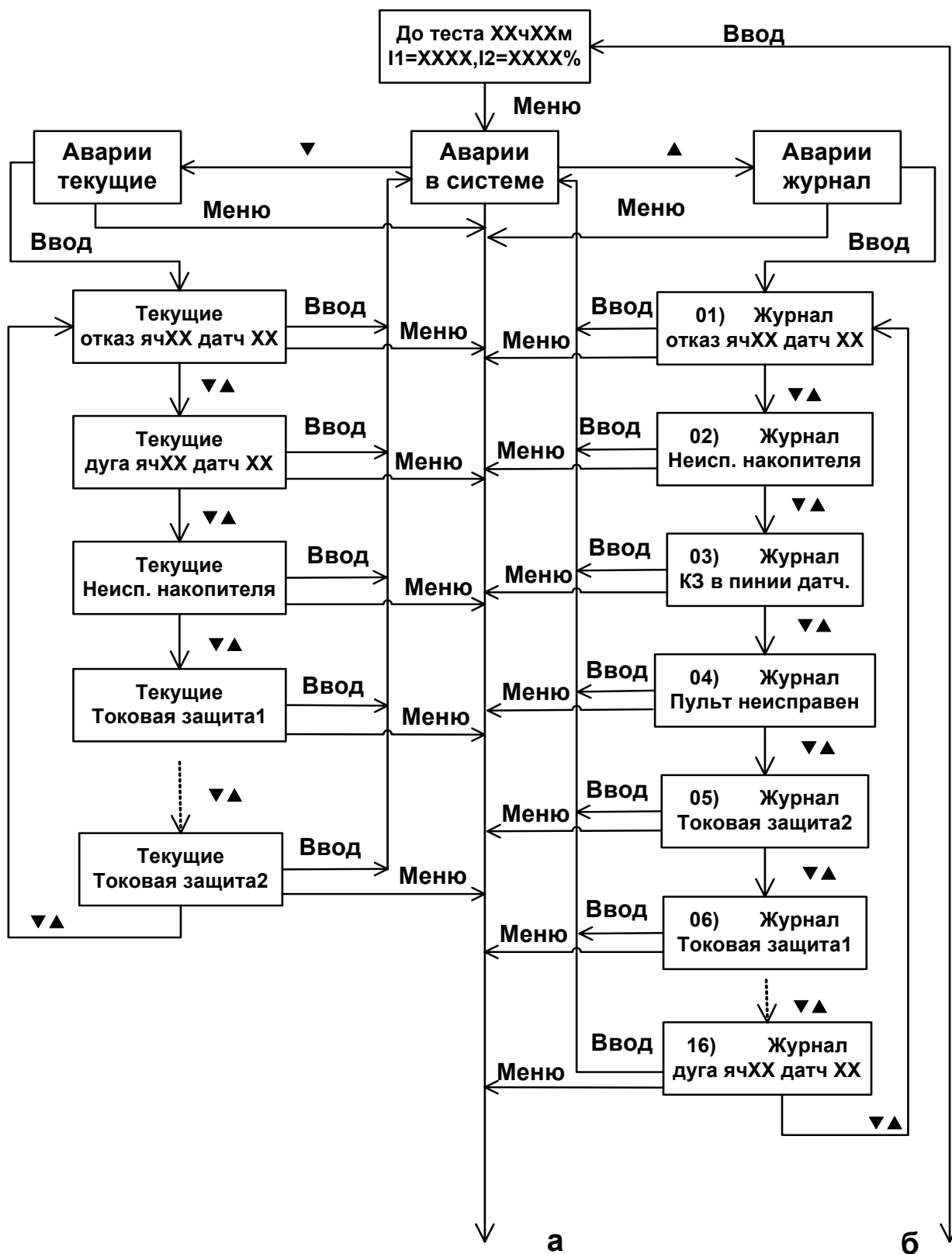
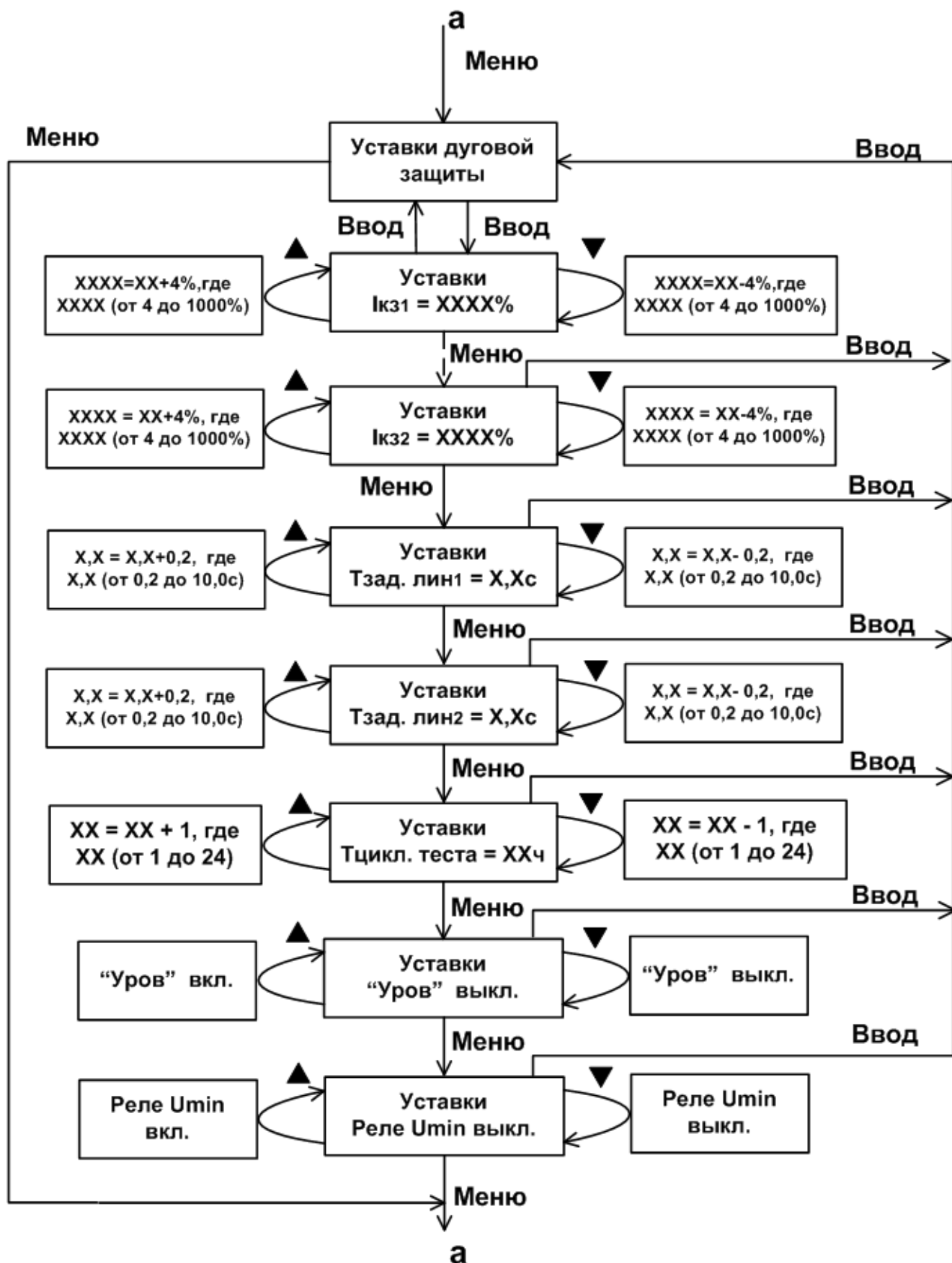


Рисунок 4 – Алгоритм перехода по пунктам меню

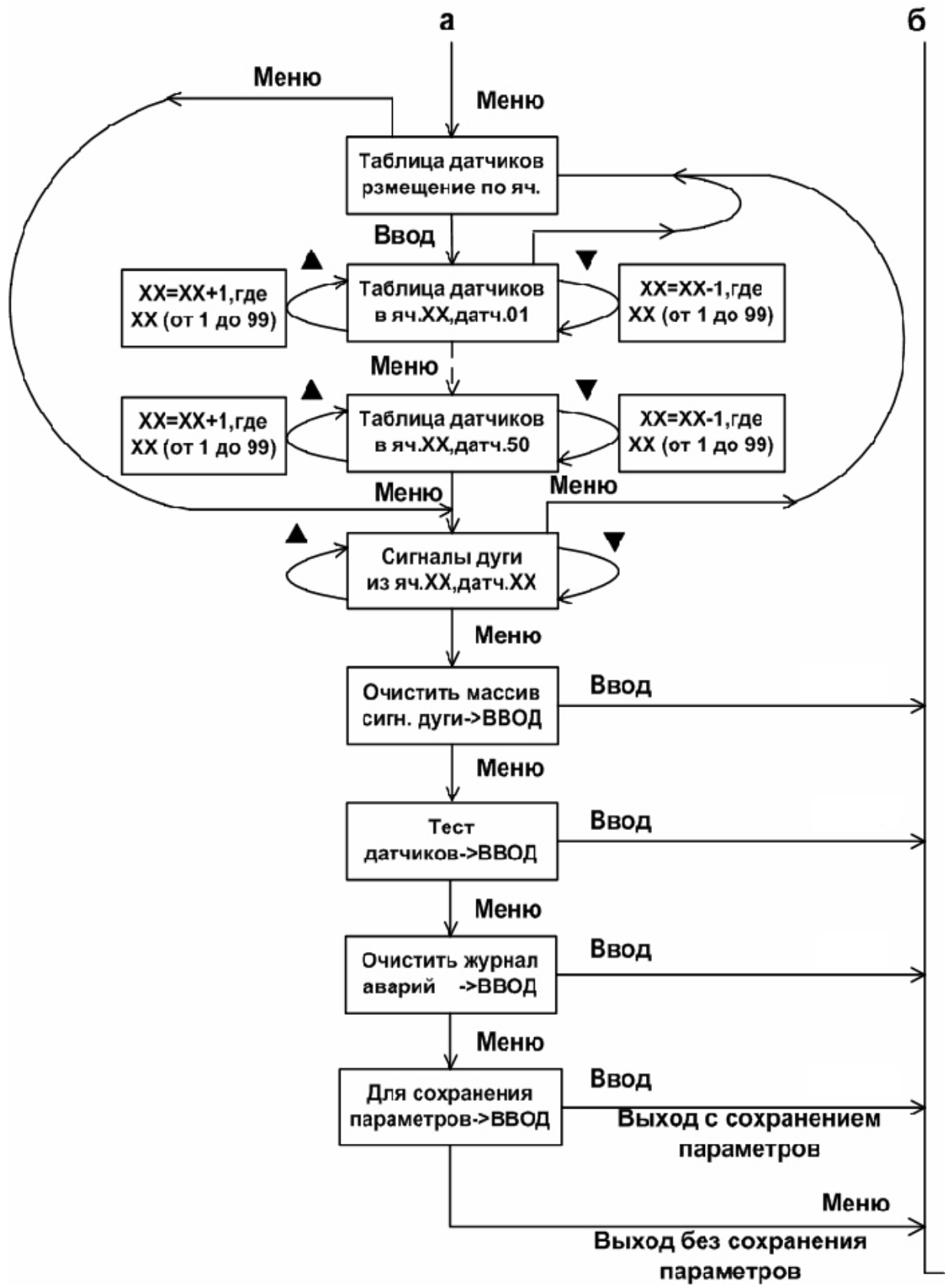
Продолжение рисунка 4

6



6

Продолжение рисунка 4



## 1.5 Маркировка.

Пульт управления маркируется металлическим шильдиком, размещенным на нижней стороне корпуса. На нем имеются фирменный знак предприятия, выпустившего пульт управления, краткое обозначение изделия, его порядковый заводской номер.

Датчики маркируются наклейкой, на которой указывается наименование изделия, его десятичный номер. Заводской номер указывается краской на корпусе изделия и закрывается наклейкой. Заводской номер содержит пять символов, первый из которых - десятичная цифра-номер партии, изготовленной в месяце, указанном вторым символом - шестнадцатеричной цифрой. Третий символ – десятичная цифра – год изготовления. Последние два символа – десятичный адрес датчика.

## 1.6 Упаковка

Пульт управления упаковывается в картонную коробку, в которую вкладывается сопроводительная документация. При неадресных поставках коробка маркируется обозначением изделия и заводским номером.

Комплект датчиков упаковывается в отдельную картонную коробку. В неё так же вкладывается паспорт на комплект датчиков. При неадресных поставках коробка маркируется обозначением изделия и заводским номером, который является общей частью заводского номера каждого из датчиков.



## 2 Использование по назначению

### 2.1 Подготовка системы к использованию

2.1.1 Перед использованием системы дуговой защиты «Фотон» следует внимательно ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации, выяснить принципы организации системы.

#### 2.1.2 Требования к размещению датчиков

2.1.2.1 В процессе ввода системы в эксплуатацию датчики светового потока дуги должны быть размещены на защищаемом оборудовании. При размещении датчиков следует выполнять следующие требования.

Датчики должны располагаться так, чтобы возможные места возникновения открытой дуги в защищаемом оборудовании попадали в поле зрения датчика, составляющее  $\pm 60^\circ$  от оси датчика. Если все возможные места возникновения открытой дуги не попадают в поле зрения одного датчика, в одной ячейке может быть установлено более одного датчика.

Места крепления датчиков должны располагаться не ближе 0,5 м от возможных мест возникновения открытой дуги. Проводники, соединяющие датчик с магистральной линией, должны быть защищены от прямого термического действия дуги размещением за стенкой ячейки защищаемого оборудования, или специальными элементами типа металлорукава.

В поле зрения датчика на расстоянии менее 0,5 м не должно располагаться средств освещения пространства размещения защищаемого оборудования.

Магистральная линия связи между пультом управления и датчиками и ответвления к отдельным датчикам должны выполняться попарноперевитым проводом с числом скруток не менее 20 на 1 м. Суммарное сопротивление линии связи от пульта управления до любого датчика не должно превышать 4 Ом.

К одному пульту управления не допускается подключать датчики из разных комплектов, имеющие одинаковые адреса (два последних символа заводского номера датчика).

Закрепляя датчики на предназначенных местах, фиксируйте соответствие адресов датчиков номерам ячеек распредустройства для последующего программирования таблицы размещения датчиков в пульте управления.

### 2.1.3 Размещение пульта управления

2.1.3.1 Пульт управления размещайте на сплошной или реечной панели так, чтобы дисплей располагался на уровне глаз человека среднего роста. Разметка точек для сверления сплошной панели приведена в приложении А.

### 2.1.4 Подключение пульта управления.

2.1.4.1 Подключите пульт управления к внешним цепям и присоедините датчики к пульту управления в соответствии с выбранной схемой системы дуговой защиты, например типовой, приведенной в приложении Г.

При включении системы дуговой защиты на дисплей выводится сообщение о количестве датчиков, подключенных к пульту управления. Если это число не соответствует числу датчиков, установленных в ячейках распредустройства, выберите клавишей “МЕНЮ” пункт “Таблица размещения датчиков по яч.” и откройте его клавишей “ВВОД”. Клавишей “МЕНЮ” пролистайте таблицу и определите сравнением со списком, сделанным при размещении датчиков, адреса датчиков, отсутствующих в таблице. Проверьте качество присоединения датчиков, например, измеряя напряжение линии на датчике и ток, им потребляемый. При необходимости замените датчик.

### 2.1.5 Заполнение таблицы размещения датчиков

2.1.5.1 При первом включении системы для опробования занесите в память пульта управления таблицу размещения датчиков по ячейкам распредустройства. Наличие этой таблицы позволяет по сигналам датчиков определять не только факт возникновения дугового замыкания, но и фактическое место его возникновения для оперативного принятия мер по его устранению.

Для программирования таблицы размещения датчиков выберите клавишей “МЕНЮ” пункт “Таблица размещения датчиков по яч.” и откройте его клавишей “ВВОД”. Таблица построена по порядку адресов датчиков и при открытии таблицы выводится первый из имеющихся адресов. Нажатием клавиш “Δ” и “∇” установите соответствующий ранее сделанному списку номер ячейки распредустройства. Клавишей “МЕНЮ” пролистайте таблицу и поочередно установите все номера ячеек. По окончании ввода таблицы клавишей “МЕНЮ” выберите пункт “Для сохранения параметров - ВВОД” и выйдите из режима программирования нажатием клавиши “ВВОД”.

## 2.2 Использование системы

### 2.2.1 Ввод уставок

2.2.1.1 Для нормальной эксплуатации системы дуговой защиты “Фотон” введите уставки по току и времени. Величины уставок определите, исходя из параметров защищаемого оборудования. Периодичность тестирования датчиков также является уставкой. Рекомендуется устанавливать эту величину равной 8 или 24 часам. В течение этого времени удерживается сигнал неисправности, вызванный отказом одного из датчиков.

Для ввода уставок выберите клавишей “МЕНЮ” пункт “Уставки” и откройте его клавишей “ВВОД”. Нажатием клавиш “Δ” и “∇” установите требуемое значение указанной в пункте меню “Уставки”. Уставки по току вводятся с дискретом 4 % от номинального значения тока соответствующего входа (1А или 5А), уставки по времени вводятся с дискретом 0,2 с. Клавишей “МЕНЮ” пролистайте список уставок и поочередно установите все значения. По окончании ввода таблицы клавишей “МЕНЮ” выберите пункт “Для сохранения параметров - ВВОД” и выйдите из режима программирования нажатием клавиши “ВВОД”.

### 2.2.2 Анализ информации о неисправностях

2.2.2.1 Пульт управления формирует релейный обобщенный сигнал неисправности и имеет протокол текущих аварий и журнал аварий. Информация, содержащаяся в меню “Текущие аварии”, может совпадать с содержимым “Журнала аварий”. Главное отличие этой информации в том, что “Журнал аварий” это архив аварийной информации, который хранится в энергонезависимой памяти. В протокол и журнал заносятся следующие виды неисправностей и аварийных ситуаций.

2.2.2.2 Срабатывание токовой защиты. При срабатывании любой или обеих токовых защит и выдаче сигналов на отключение выключателей в протокол и журнал заносится соответствующее сообщение.

2.2.2.3 Срабатывание дуговой защиты. При срабатывании дуговой защиты в протокол и журнал заносится сообщение об этом. Адреса сработавших датчиков и соответствующие им номера ячеек распреустройства заносятся в массив срабатывания дуговой защиты, который записывается в энергонезависимую память и сохраняется в случае пропадания питания пульта управления.

2.2.2.4 Замыкание линии связи с датчиками. Сообщение заносится в протокол и журнал аварий. Система продолжает работать в режиме токовой защиты.

2.2.2.5 Отказ датчика. Сообщение об отказе датчика, зафиксированном первым, заносится в протокол аварий, где указывается номер ячейки и адрес датчика. Если имеются множественные отказы датчиков, то полная информация о неисправности датчиков заносится в таблицу размещения датчиков, где рядом с адресом датчика появляется признак неисправности в виде символа “Н”.

2.2.2.6 Отказ функционального накопителя энергии.

2.2.3 Для выбора просмотра текущих аварий в пункте меню “Авария” нажмите “∇”. Для выбора просмотра журнала аварий нажмите “Δ”. Нажмите клавишу “ВВОД” для того, чтобы открыть выбранный режим просмотра аварий. Клавишей “Δ” или “∇” пролистать протокол текущих или журнал аварий. После устранения причины возникновения неисправности или аварийной ситуации очистка списка текущих аварий производится перезапуском пульта управления с помощью клавиши “СБРОС” или выключением и повторным включением питания. Очистка списка датчиков, сработавших в дуговой защите в энергонезависимой памяти, производится из отдельного пункта меню. Очистка журнала аварий производится из отдельного пункта меню.

### 3 Техническое обслуживание системы

#### 3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание системы включает два вида работ – технический осмотр и восстановление работоспособности. Технический осмотр производится с периодичностью, установленной для устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики. Восстановление работоспособности производится по мере необходимости.

3.1.2 Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатацию системы должен производить персонал, имеющий подготовку не менее чем на уровне среднего технического образования в области промышленной электроники и навыки проведения электромонтажных работ.

3.1.3 До введения системы в эксплуатацию обслуживающий персонал должен быть ознакомлен с настоящим руководством по эксплуатации.

## 3.2 Меры безопасности

3.2.1 При подготовке к работе и эксплуатации системы должны соблюдаться требования "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" для электроустановок напряжением до 1000 В.

3.2.2 Подключение внешних присоединений к пульту управления следует производить при отсутствии напряжений на них.

3.2.3 При проведении ремонтных и регулировочных работ с пультом управления надо иметь в виду, что напряжения опасные для жизни, несмотря на наличие специальных сопротивлений утечки, могут сохраняться на накопителях в течение длительного времени.

## 3.3 Профилактический осмотр

3.3.1 Профилактический осмотр должен проводиться с периодичностью, установленной для устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики и предусматривать:

- контроль функционирования пульта управления по индикации;
- удаление загрязнений с защитных стекол дисплея пульта управления и датчиков;
- проверку плотности затяжки винтовых соединений в промежуточных клеммниках линии связи с датчиками.

3.3.2 При проведении профилактического осмотра проведите внеочередной тест датчиков путем нажатия клавиши «СБРОС» или из специального пункта меню. При этом пульт управления индицирует число датчиков, включенных в систему. Сверьте это число с числом датчиков согласно схеме подключения, при необходимости выясните по таблице размещения датчиков места расположения и адреса неисправных датчиков и замените их.

### 3.4 Восстановление работоспособности

3.4.1 Восстановление работоспособности системы дуговой защиты производите по мере возникновения неисправностей в пульте управления и датчиках. При снятии с эксплуатации неисправного элемента системы проведите первичный анализ неисправности для решения вопроса о месте проведения ремонта.

3.4.2 Восстановление работоспособности оптических датчиков дуги должно, как правило, производиться на предприятии-изготовителе. Исключение составляют случаи отказа датчиков из-за выявляемого осмотром нарушения паяных соединений.

3.4.3 Восстановление работоспособности пульта управления на месте эксплуатации производится в следующих случаях:

- нарушение паяных и контактных соединений плат пульта управления;
- отказ широкоходовых элементов схем приемопередатчика, преобразователя переменного напряжения в постоянное, источника питания или функционального накопителя.

В остальных случаях восстановление работоспособности пульта управления должно производиться на предприятии-изготовителе.

### 3.5 Техническое освидетельствование

3.5.1 Проверку технического состояния системы, находящейся в эксплуатации, необходимо проводить при пусконаладочных работах, после ремонта и в соответствии с графиком проверок, но не реже одного раза в год.

3.5.2 Проверка технического состояния системы включает следующие виды проверок, дополняющие автоматические самопроверки:

- проверка коэффициента преобразования от трансформаторов тока до индикации;
- проверка срабатывания выходных реле.

Оба вида проверок требуют отключения входных и выходных цепей пульта управления от основной схемы и их подключения к схеме проверки, приведенной в приложении Г.

3.5.3 Проверку коэффициента преобразования произведите прогрузкой входных трансформаторов тока от внешнего источника, например РЕТОМ. Поочередно на каждый из используемых токовых входов пульта управления кратковременно (на время установления индикации) подайте ток величиной 900 % от номинала. По индикации считайте показания преобразователя. Показания не должны отличаться от эталона более чем на 8 %. При невозможности создать для входов номиналом 5 А ток величиной 45 А допускается прогружать только входы номиналом 1 А, проверив целостность входов номиналом 5 А прозвонкой. При необходимости откорректируйте коэффициент преобразования подстроечными резисторами R29.

3.5.4 Для проверки срабатывания выходных реле подключите к выходам в качестве нагрузки лампы накаливания мощностью 60 Вт. На оба токовых входа от внешнего источника подайте ток, по величине превышающий обе уставки по току, на время, превышающее обе уставки по времени. Контролируйте срабатывание выходных реле по командам токовых защит. При прохождении команды и срабатывании выходных реле конденсаторы накопителя разряжаются на лампы, создавая световые вспышки, по длительности которых можно судить об энергии, запасаемой в накопителе.

## 4 Хранение

4.1 Элементы системы дуговой защиты до установки в места эксплуатации должны храниться в заводской упаковке в складских помещениях в следующих климатических условиях:

- температура воздуха - от минус 10 до плюс 40 °С;
- влажность воздуха - не более 80 % при 25 °С.

## 5 Транспортирование

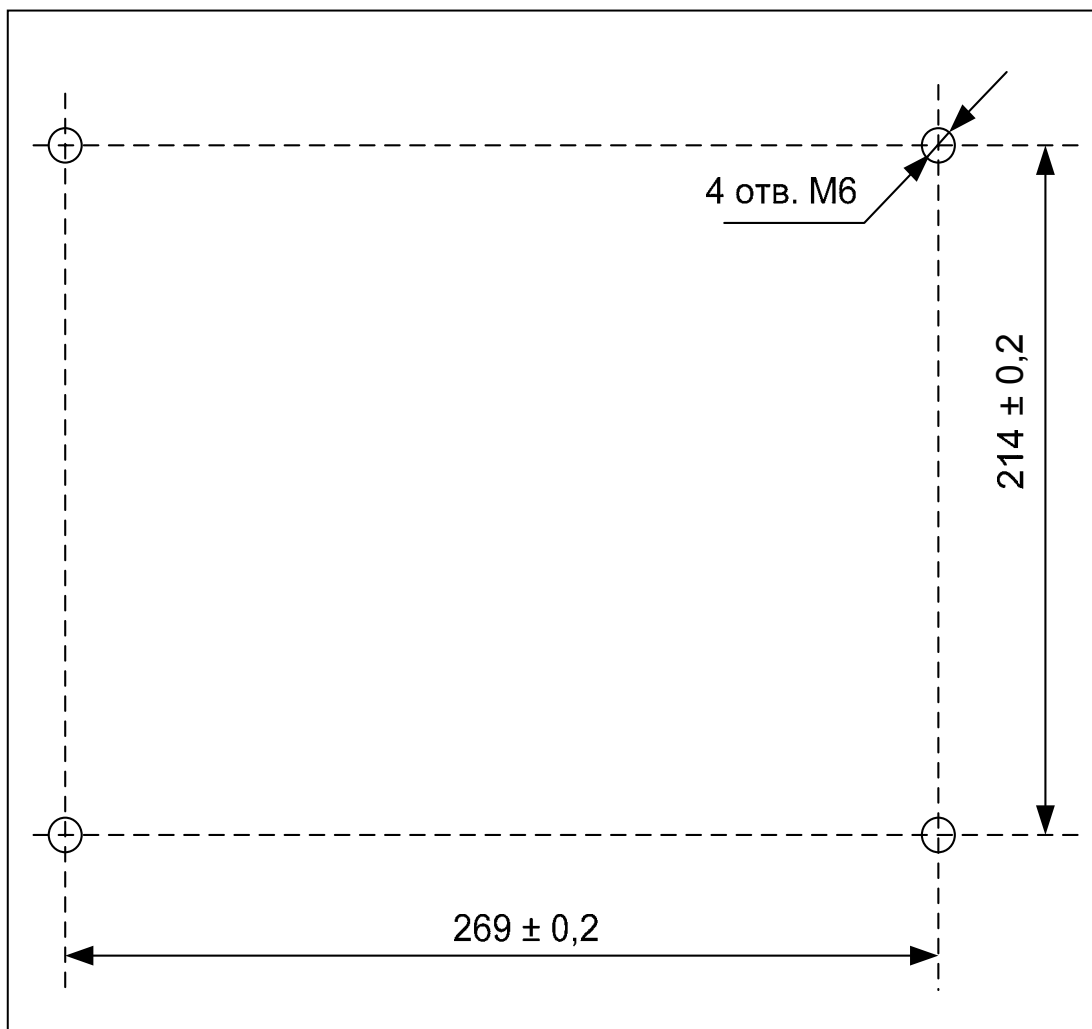
5.1 Транспортирование элементов системы дуговой защиты в заводской упаковке допускается наземным и воздушным транспортом в следующих климатических условиях:

- температура воздуха - от минус 10 до плюс 50 °С;
- влажность воздуха - не более 98 % при 25 °С.

Приложение А

(справочное)

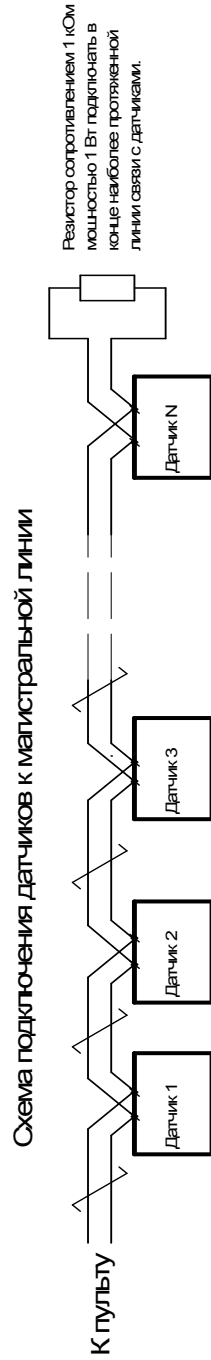
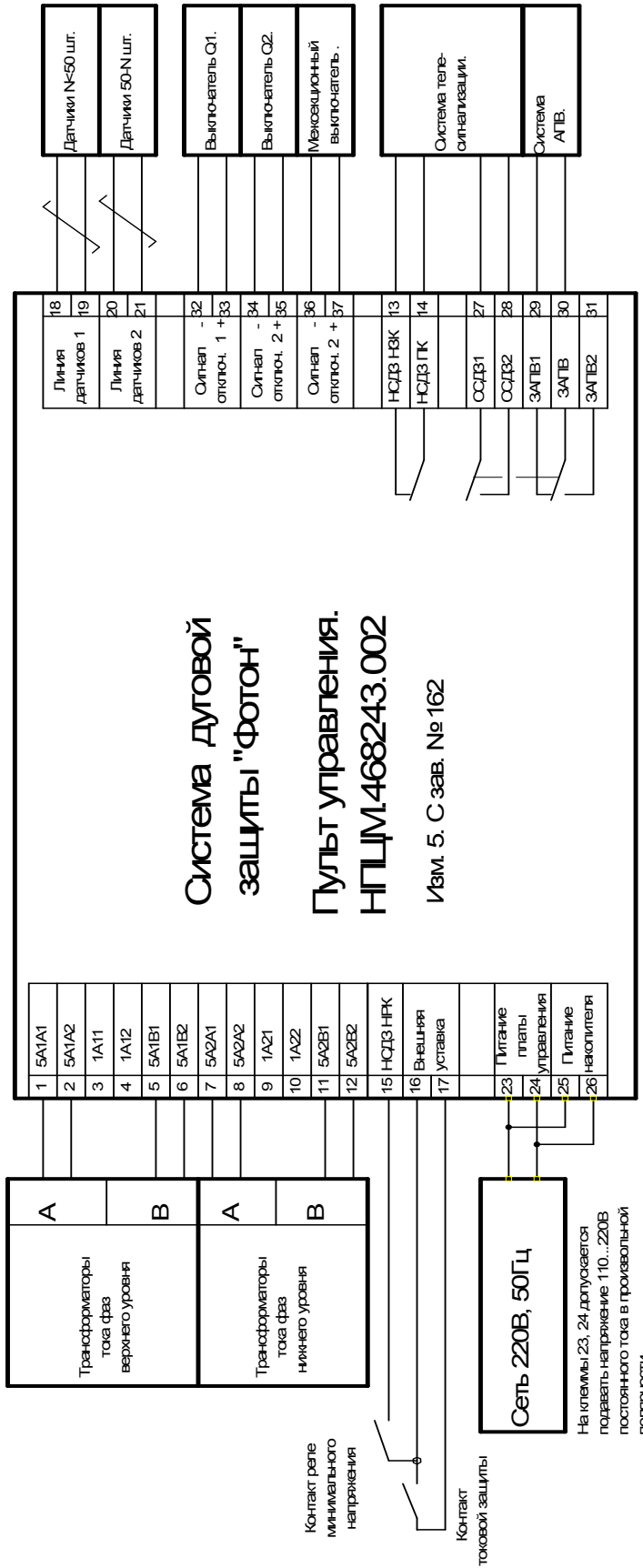
Разметка щитка для крепления пульта управления





Приложение Б  
(справочное)

Схема подключения



# Приложение В

(справочное)

## Схема подключения устройства связи

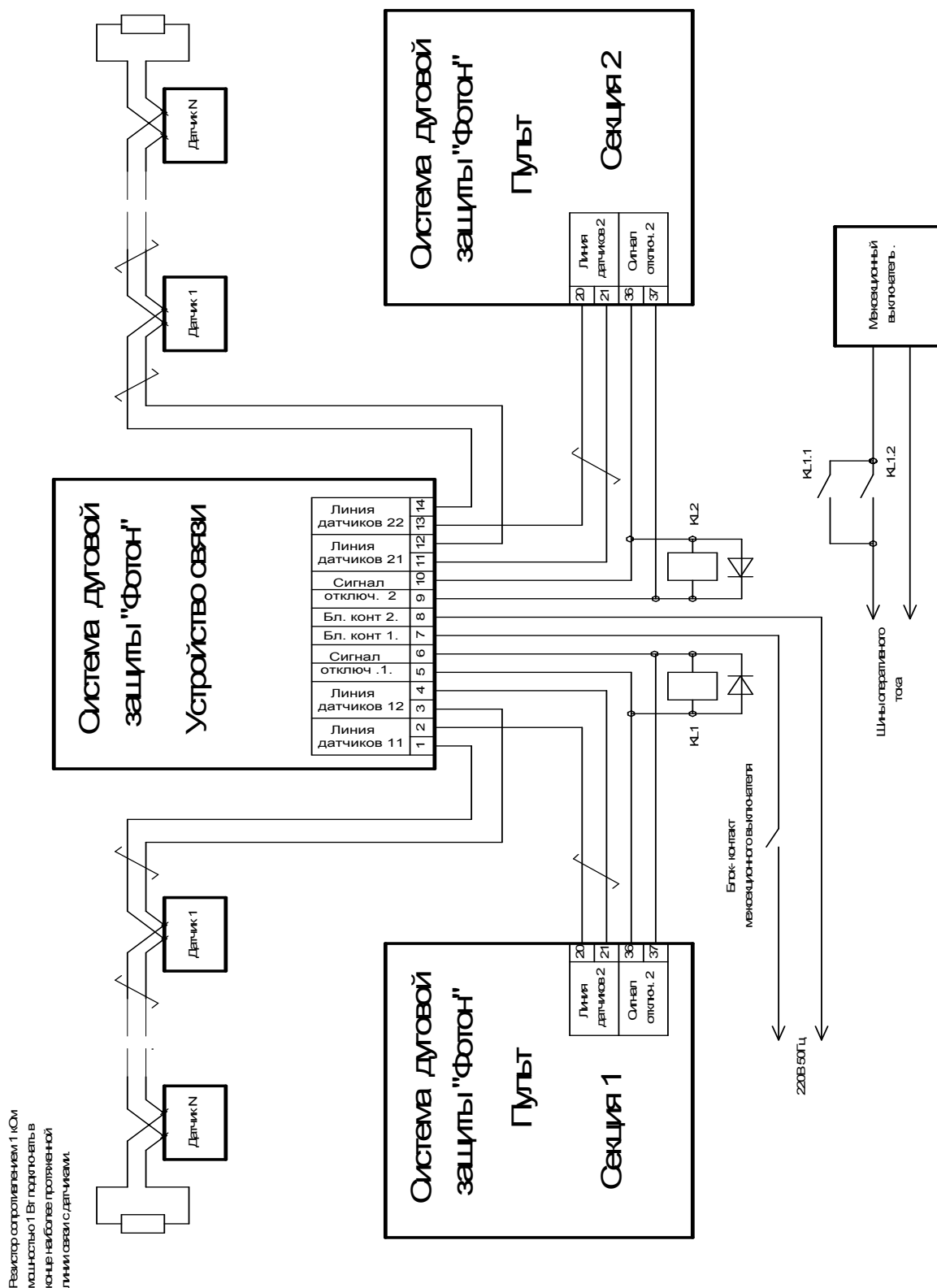


Рисунок В.1 – Подключение устройств связи с использованием

промежуточных реле  
НПЦМ.468243.001РЭ

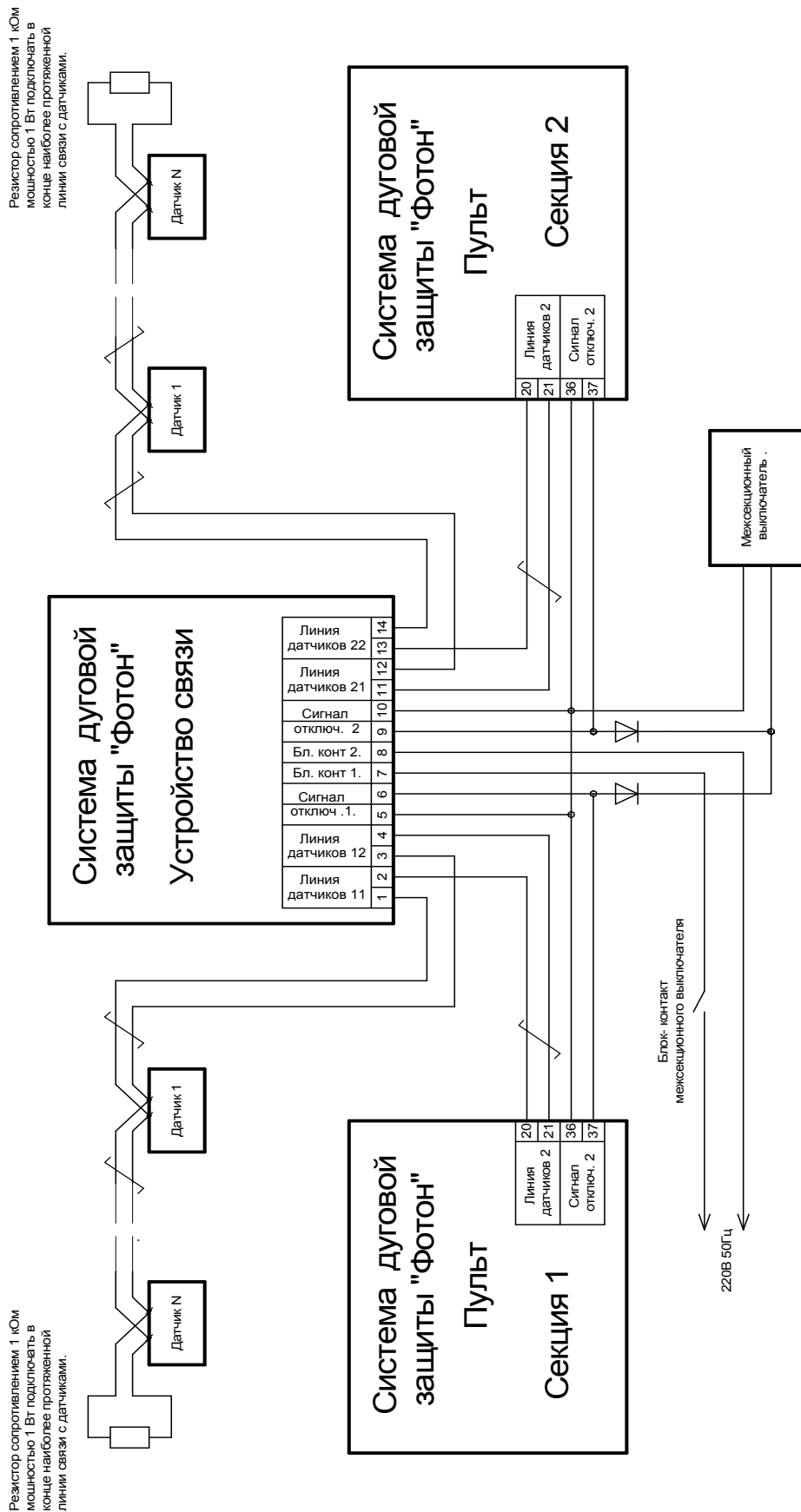


Рисунок В.2 – Подключение устройств связи при непосредственном подключении межсекционного выключателя

Приложение Г  
(справочное)  
Схема электрическая принципиальная

Рисунок Г.1 – Блок управления СДЗ «Фотон»

НПЦМ.468243.001РЭ

Продолжение рисунка Г.1

НПЦМ.468243.001РЭ

Продолжение рисунка Г.1  
НПЦМ.468243.001РЭ

Продолжение рисунка Г.1

НПЦМ.468243.001РЭ

Рисунок Г.2 – Плата накопителя энергии СДЗ «Фотон»

НПЦМ.468243.001РЭ



Рисунок Г.3 – Датчик дуги оптический

НПЦМ.468243.001РЭ

Приложение Д  
(справочное)  
Схема проверки

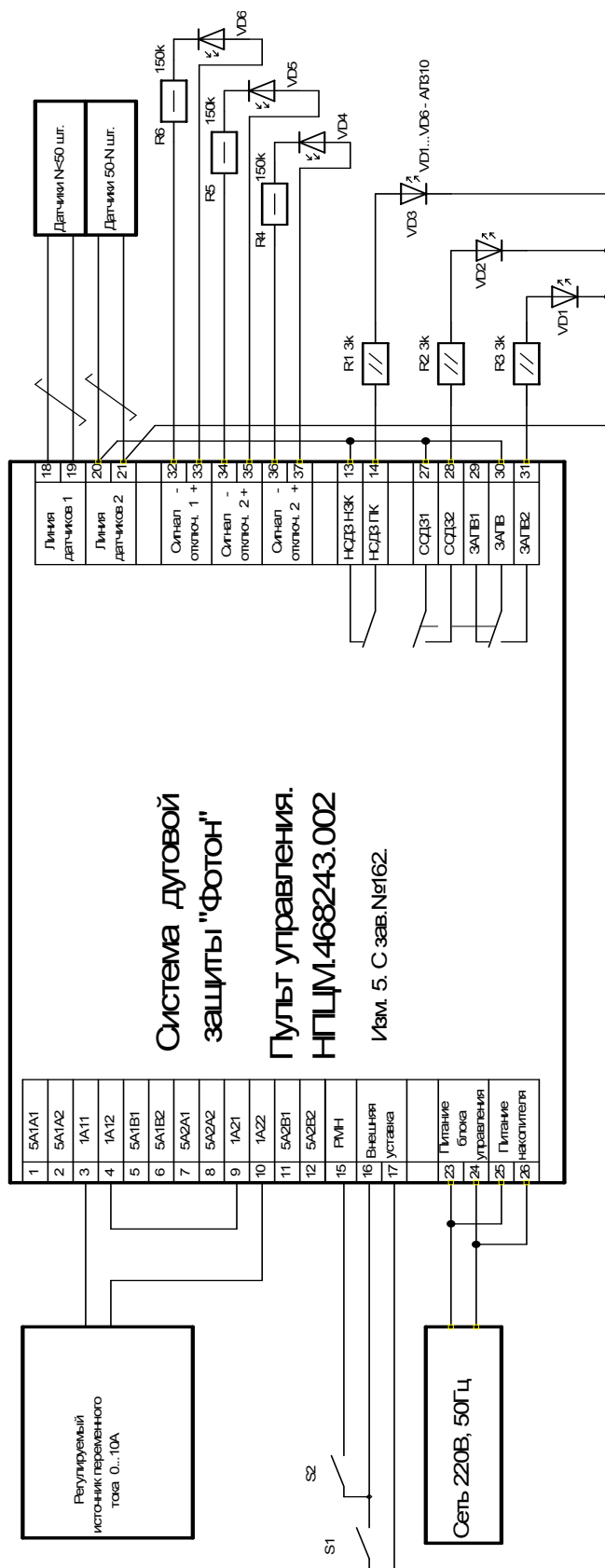
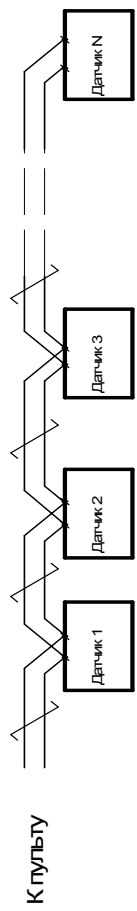


Схема подключения датчиков к магистральной линии при проверках



Приложение Д

(справочное)

Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта перечисления, приложения разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.	1.2.2
ГОСТ 17516-80	Изделия электротехнические. Общие требования в част стойкости к механическим воздействующим факторам.	1.2.3

