

ОКПД 27.11.50.120

**Устройство плавного пуска  
УПП-У-І-Л-НТ**

Руководство по эксплуатации

17.00.000.00 РЭ

**2021 г.**

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о конструкции, принципе действия, технических характеристиках и указания, необходимые для монтажа, эксплуатации и технического обслуживания устройства плавного пуска УПП-U-I-L-NT.

Обозначение устройства плавного пуска:

**УПП-U-I-L-NT**

где:

**УПП** — устройство плавного пуска;

**U** — номинальное входное напряжение;

**I** — номинальный ток;

**L** — количество подключаемых нагрузок.

**N** — количество датчиков тока, подключаемых к устройству.

**T** — тип подключаемых датчиков тока (T - токовый трансформатор).

Значения U, I, L, N, T указаны в паспорте устройства.

В настоящем руководстве приняты следующие сокращения: **УПП** — устройство плавного пуска;

**БИ** — блок индикации;

**МТЗ** — максимальная токовая защита;

**УМТЗ** — ускоренная максимальная токовая защита;

**ЗМТ** — защита от минимального тока;

**ЗММН** — защита от минимального и максимального напряжения;

**ЗНФ** — защита от несимметрии токов фаз;

**ЗОФ** — защита от обрыва фазы;

**БКИ** — блок контроля изоляции;

**ЗПТ** — защита от пульсаций тока;

**ВнЗ** — внешняя защита;

**МЗ** — местная защита;

**ККА** — контроль коммуникационного аппарата;

**УРОВ** — устройство резервного отключения выключателя;

**СШ** — секция шин;

**ПДУ** — пульт дистанционного управления;

**МПУ** — местный пульт управления;

**ТУ** — телев управление;

**АПВ** — автоматическое повторное включение;

**БВР** — блок высоковольтных резисторов;

**ДТ** — Датчик тока. **КА** — Коммутационный аппарат (контактор).

## **Оглавление**

1 Назначение .....	6
2 Технические характеристики .....	7
2.1 Измеряемые параметры .....	7
2.2 Контролируемые параметры .....	8
2.3 Защиты .....	8
2.4 Блок индикации .....	9
2.5 Ввод-вывод .....	10
2.6 Прочие характеристики .....	11
3 Состав изделия .....	12
4 Устройство изделия .....	13
4.1 Датчики тока .....	13
4.2 Блок индикации .....	14
4.3 Блок защиты и управления .....	15
4.4 Блок тиристоров .....	18
4.5 Модуль плавного пуска .....	18
4.6 Блоки защит и автоматики .....	18
4.7 Блок управления .....	18
5 Работа изделия .....	19
5.1 Модуль плавного пуска .....	19
5.1.1 Включение плавного пуска .....	20
5.1.2 Кик-старт .....	20
5.1.3 Плавный пуск .....	21
5.2 Блоки защит и автоматики .....	22
5.2.1 Основы работы блоков защит .....	22
5.2.2 Блок защиты МТЗ .....	23
5.2.3 Блок защиты УМТЗ .....	25

**УПП-У-1-Л-НТ**  
**Руководство по эксплуатации**

---

5.2.4	Блок защиты ЗМТ .....	26
5.2.5	Блок защиты ЗММН .....	27
5.2.6	Блок защиты ЗНФ .....	28
5.2.7	Блок защиты ЗОФ .....	29
5.2.8	Блок защиты БКИ .....	30
5.2.9	Блок защиты ЗПТ .....	31
5.2.10	Блок внешних защит ВнЗ .....	33
5.2.11	Блок местных защит МЗ .....	35
5.2.12	Контроль коммутационного аппарата ККА .....	35
5.2.13	Блок УРОВ .....	36
5.2.14	Блок контроля СШ .....	37
5.2.15	Ограничение частоты пусков .....	37
5.2.16	Проверка МТЗ .....	39
5.2.17	Проверка БКИ .....	40
5.2.18	Защиты по потере связи .....	41
5.2.19	Блок пульта дистанционного управления .....	42
5.2.20	Блок защиты ПДУ .....	43
5.2.21	Блок пульта местного управления .....	44
5.2.22	Блок выходных сигналов состояния .....	44
5.2.23	Блок телеуправления .....	46
5.2.24	Блок обработки ошибок и сигналов состояния .....	46
5.2.25	Блок записи осцилограмм .....	47
5.2.26	Блок защиты по температуре .....	48
5.2.27	Блок управления плавным пуском .....	48
5.3	Блок управления .....	50
5.3.1	Блок Твкл и Твыкл .....	50
5.3.2	Блок таймера выключенного состояния .....	51
5.3.3	Блок измерения сопротивления изоляции .....	51
5.3.4	Блок индикации измеренных параметров .....	52

**УПП-U-I-L-NT**  
**Руководство по эксплуатации**

---

5.3.5 Блок загрузки устройства.....	52
5.4 Работа с блоком индикации .....	53
5.4.1 Главное окно .....	54
5.4.2 Окно ввода пароля .....	55
5.4.3 Окно настроек .....	56
5.4.4 Окно статуса.....	58
5.4.5 Журналы и осцилограммы.....	59
5.4.6 Окно «Нет связи» .....	60
6 Использование по назначению .....	62
6.1 Меры безопасности при работе с устройством .....	62
6.2 Подготовка устройства к использованию .....	62
6.3 Подготовка к работе.....	63
6.4 Калибровка внешних входов .....	63
7 Текущий ремонт .....	64
8 Хранение .....	65
9 Транспортирование.....	65
10 Гарантии изготовителя.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	74

## **1 Назначение**

Устройство плавного пуска (далее — устройство) предназначено для плавного и жесткого пуска трехфазных асинхронных электродвигателей и выполнения функций измерения, защиты, контроля, управления коммуникационным аппаратом, сигнализации и индикации состояния подключенных электродвигателей.

Функционально устройство состоит из модуля плавного пуска и модуля защит.

Модуль плавного пуска содержит регулятор тока, осуществляющий поддержание тока статора электродвигателя в процессе пуска двигателя на заданном уровне. Система регулирования с отрицательной обратной связью использует информацию о токе статора электродвигателя с датчиков фазного тока устройства и других датчиков контроля состояний устройства. Программирование параметров управления позволяет устанавливать ток пуска и параметры стартового импульса (ток и длительность).

Модуль защит состоит из нескольких независимых блоков защит, осуществляющих контроль за измеряемыми параметрами и обеспечивающими отключение нагрузки при обнаружении аварийной ситуации или неисправности.

Климатическое исполнение устройства — УХЛ категории 5.1 по ГОСТ 15150-69. Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой составных частей устройства от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов или воды по ГОСТ 14254-96 соответствует исполнению IP20.

По эксплуатационной законченности составные части устройства относятся к изделиям второго порядка по ГОСТ Р52931-2008.

Воздействие механических факторов внешней среды — М1 по ГОСТ 17516.1-90. Искробезопасные цепи, входящие в состав устройства, выполнены в соответствии с ГОСТ 30852.0-2002, ГОСТ 30852.10-2002, ГОСТ 30852.20-2002.

Устройство предназначено для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$  (от  $+45^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  следует уменьшать номинальный ток на 2% на каждый  $^{\circ}\text{C}$ ) и относительной влажности до 98% без конденсации влаги.

## 2 Технические характеристики

Устройство плавного пуска выполняет функции измерения, защиты, контроля, сигнализации, индикации состояния нагрузки а также обеспечивает плавный пуск подключенных электродвигателей. Устройство позволяет управлять включением/отключением нагрузки в режиме местного управления от панели управления, дистанционного управления от пульта дистанционного управления и телеуправления от дистанционного ПК либо управляющего устройства верхнего уровня.

Устройство обеспечивает самодиагностику при подаче питания и контроль состояния нагрузки во время работы.

В устройстве предусмотрены календарь и часы реального времени.

### Измеряемые параметры

Устройство плавного пуска обеспечивает измерение следующих параметров:

- Фазные токи в цепи нагрузки (нагрузок);
- Линейные напряжения на входе устройства;
- Коэффициент несимметрии фазных токов;
- Коэффициент несимметрии линейных напряжений;
- Сопротивление изоляции;

Диапазоны и точность измерения параметров указаны в паспорте устройства.

#### Параметры БВР:

- БВР конструктивно располагается внутри корпуса устройства плавного пуска;
- БВР формирует наложенное напряжение, подающееся на отходящие контакты, позволяющее измерять ток утечки и вычислять сопротивление изоляции отходящих цепей;
- БВР измеряет напряжение на входных и выходных клеммах устройства, что позволяет компенсировать влияние токов утечек тиристоров при вычислениях.

#### Параметры ДТ:

- Датчики тока конструктивно выполнены отдельными элементами и располагаются вне корпуса устройства;
- Датчики тока не являются законченным устройством и требуют от заказчика самостоятельной намотки тестовой обмотки (10 витков).

## Контролируемые параметры

Устройство плавного пуска обеспечивает контроль следующих параметров:

- Исправность цепей ПДУ;
- Количество коммутаций;
- Работоспособность основных каналов защит;
- Работоспособность канала связи с блоком индикации;
- Работоспособность канала связи с устройством телеуправления;
- Работоспособность и корректность настройки датчиков тока по следующим параметрам: номинальный ток датчиков тока, количество подключенных датчиков тока;
- Работоспособность цепей формирования наложенного напряжения и измерения сопротивления изоляции.

## Защиты

В устройстве плавного пуска реализованы следующие виды защит:

- Защиты от потери связи с БИ (и МПУ) и ТУ. Защиты срабатывают при обрыве связи либо при ухудшении связи ниже критического уровня.
- Трехступенчатая максимальная токовая защита (**МТЗ**). Защищает от превышение тока в нагрузке. Ступень МТЗ-3 позволяет выбрать зависимую характеристику срабатывания в соответствии с МЭК 255-4.
- Ускоренная максимальная токовая защита (**УМТЗ**) — защита, действующая в программируемый интервал времени после включения.
- Защита от минимального тока (**ЗМТ**). Защищает от уменьшения тока в любой из фаз нагрузки ниже порогового значения.
- В случае, если устройство допускает подключение нескольких нагрузок, каждая нагрузка будет иметь персональные блоки защит МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, УМТЗ и ЗМТ.
- Защита от уменьшения линейного напряжения на входе устройства ниже минимального значения и увеличения выше максимального значения (**ЗММН**).
- Защита от несимметрии токов фаз (**ЗНФ**).
- Защита от обрыва фазы (**ЗОФ**) и несимметрии линейных напряжений.
- Блок контроля изоляции (**БКИ**). Защищает от утечек тока на землю. Функционирует при отключенной нагрузке.
- Блок самодиагностики наложенного напряжения. Контролирует наличие наложенного напряжения в блоке БКИ.
- Защита от пульсаций тока (**ЗПТ**). Отключает нагрузку в случае обнаружения в ней пульсаций тока (биений).
- Внешние защиты (**ВнЗ**). Измеряют сопротивление цепи, подключенной к

искроразященным входам устройства и полярность диода, последовательно включенного в цепь. Для каждого канала независимо настраивается время срабатывания, сопротивление срабатывания и требование к наличию диода. Количество каналов внешних защит указано в паспорте устройства.

- Местные защиты (**МЗ**). Срабатывают по сигналам на внутренних входах устройства. Для каждого канала независимо настраивается время срабатывания и полярность входного сигнала. Количество каналов местных защит указано в паспорте устройства.
- Контроль коммуникационного аппарата (**ККА**). Защита анализирует сигналы состояния коммуникационного аппарата. Срабатывает в случае, если сигналы не соответствуют друг другу либо текущему режиму работы.
- В устройстве плавного пуска предусмотрено устройство резервного отключения выключателя (**УРОВ**) — формирование сигнала для вводного распределительного устройства о неотключении выключателя.
- Защита по температуре воздуха. Устройство контролирует температуру воздуха окружающей среды и отключает устройство в случае перегрева.
- Защиты тиристоров. Устройство плавного пуска анализирует качество питающей сети, температуру воздуха и температуры тиристоров, и блокирует включение (либо отключает во время пуска) устройство в случае риска выхода тиристоров из строя.

**ВНИМАНИЕ!** Для корректной работы защиты тиристоров в конечном устройстве необходимо ограничить скорость нарастания фазных токов. Покупатель должен обеспечить корректные режимы работы тиристоров, указанные в приложении В

- Блок защит «Плавный пуск». Анализирует работу устройства при плавном пуске и отключает нагрузку в случае срыва плавного пуска.
- Блок защиты от потери управления ПДУ. Анализирует параметры внешнего входа, к которому подключен пульт дистанционного управления и отключает нагрузку при потере управления от ПДУ.

При срабатывании любой из защит отключается коммутационный аппарат, либо блокируется его включение, и формируется сигнал «АВАРИЯ» или «НЕИСПРАВНОСТЬ».

## **Блок индикации**

Устройство обеспечивает следующую индикацию и органы управления с помощью блока индикации:

- Состояние устройства. При подключенной нагрузке — светится индикатор «ВКЛ», при отключенной нагрузке — светится индикатор «ОТКЛ», при наличии аварии либо неисправности — светится индикатор «АВАРИЯ»,

при готовности устройства к включению — на дисплее светится надпись «ГОТОВ»;

- Текущие измеренные параметры;
- К БИ предусмотрено подключение внешней панели управления из девяти независимых кнопок:
  - Кнопки «Вверх»/«Вниз»/«Ввод»/«Возврат» для навигации по структуре меню и изменения уставок;
  - Кнопки «Вкл»/«Выкл» для управления нагрузкой;
  - Кнопки «Проверка МТЗ»/«Проверка БКИ» для ручной проверки работоспособности соответствующих блоков;
  - Кнопка «Сброс» для сброса сработанной защиты.
- С помощью блока индикации имеется возможность настраивать параметры работы устройства и блоков защит.

## **Ввод-вывод**

**Устройство плавного пуска обеспечивает связь с устройством телеуправления посредством следующих протоколов связи:**

- Modbus RTU;
- Modbus SLIP.

Используемый интерфейс связи: последовательный, искробезопасный RS-485.

**Параметры релейных выходов:**

- Количество релейных выходов — указано в паспорте.
- Максимальное коммутируемое переменное напряжение — 250 В;
- Максимальный коммутируемый переменный ток для активной нагрузки — 12 А;
- Максимально допустимое напряжение изоляции — 5 кВ.

**Параметры внешних искробезопасных входов и выходов для подключения ПДУ:**

- Количество внешних входов — указано в паспорте;
- Диапазон измерения сопротивления внешней цепи — 0 - 300 Ом<sup>1</sup>;
- В устройстве реализована защита от потери управляемости по любому из входов «Внешний вход» или «Вход ПДУ» в случае обрыва или замыкания между собой проводников цепи;
- В устройстве присутствует возможность калибровки внешних входов.

**Параметры внутренних дискретных входов:**

<sup>1</sup>Диапазон измерений может быть увеличен предприятием-изготовителем, но заявленная точность измерения соблюдается только в данном диапазоне

- Максимально допустимый действующий ток через светодиод входа — 10 мА.

## **Прочие характеристики**

**Устройство сохраняет в энергонезависимой памяти:**

- Протоколы включений/отключений устройства: время события и тип события (включение или выключение), источник события (МПУ, ТУ, ПДУ, блок защиты или автоматики);
- Протоколы изменений уставок: время события, измененная уставка, значение уставки до изменения, значение уставки после изменения;
- Протоколы проверок защит: время события, тип события (какая проверка производилась), результат проверки (успешная или неуспешная);
- Журнал аварий и неисправностей: время события, сработавшая защита, значения контролируемых параметров устройства (список сохраняемых параметров приведен в паспорте устройства);
- Аварийные осцилограммы;
- Пусковые осцилограммы;
- Уставки и параметры работы устройства и блоков защит и автоматики;
- Строковые данные (персональные названия устройства и блоков защит);
- Пользовательский и наладочный пароли;
- Текущее значение некоторых регистров, необходимых для функционирования блоков защит и автоматики после отключения питания устройства;

Количество хранимых осцилограмм и записей журналов указано в паспорте устройства.

**Устройство позволяет сохранять персональные названия для последующего отображения на БИ:**

- Внешних защит;
- Внутренних защит;
- Название устройства;

Устройство позволяет ограничивать доступ к изменению уставок системой паролей. Поддерживается три уровня паролей: пользовательский, наладочный и заводской. Более высокий уровень пароля позволяет редактировать уставки с текущим и более низким уровнем доступа.

В устройстве реализована возможность задавать пределы изменений уставок пользователем. Уставки с ограничением имеют две дополнительных уставки («Максимальное значение» и «Минимальное значение»), защищенные заводским паролем. Уставка, изменяемая пользовательским или наладочным паролем не будет выходить за пределы, установленные ограничивающими уставками.

Время технической готовности устройства к работе не более 300 сек.

Устройство предназначено для круглосуточной непрерывной работы.

Габаритные и установочные размеры устройства приведены в приложении А.

### **3 Состав изделия**

В состав изделия входит:

Таблица 1. Состав изделия

<b>Обозначение</b>	<b>Наименование</b>	<b>Кол.</b>
17.00.000.00	Устройство плавного пуска	1
17.02.000.01	Блок индикации	1
17.03.000.xx	Датчик тока	2 - 6 <sup>1</sup>
17.00.000.00 РЭ	Руководство по эксплуатации	1 <sup>2</sup>
17.00.000.00 ПС	Паспорт	1
	Комплект ответных частей разъемов	1
	Описание регистров	1 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Зависит от модификации устройства

<sup>2</sup>Допускается комплектация в бумажном или электронном виде

## **4 Устройство изделия**

Устройство плавного пуска представляет из себя комплект блоков. Структурная схема устройства приведена в приложении Б.

Конструктивно в состав устройства входят следующие блоки:

- Датчики тока.
- Блок индикации.
- Блок защиты и управления.

Функционально устройство состоит из следующих модулей:

- Блок тиристоров.
- Модуль плавного пуска. Обеспечивает плавный пуск подключенных двигателей;
- Несколько независимых блоков защит и автоматики;
- Модуль управления, обеспечивающий обработку команд управления и взаимодействие модуля плавного пуска и блоков защит.

### **Датчики тока**

Датчики тока служат для измерения фазных токов. На каждую нагрузку предусматривается установка двух датчиков тока (фазы А и С, ток фазы В вычисляется программно по формуле  $I_b = -(I_a + I_c)$ ).

На каждый датчик тока наматывается проверочная обмотка для тестирования датчиков (намотка осуществляется покупателем перед монтажом).

Устройство, рассчитанное на работу с двумя нагрузками (с подключением четырех датчиков тока) может эксплуатироваться на одной нагрузке и с одним датчиком тока. В этом случае выходы разъемов, предназначенные для теста датчиков тока, должны быть закорочены перемычкой (см. приложение В).

Обозначение разъемов на датчики тока приведено в таблице 2.

Таблица 2. Обозначение разъемов датчиков ток

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
Проверка	1	Вход проверочной обмотки.
I+	2	Первый контакт измерительной обмотки.
I-	3	Второй контакт измерительной обмотки.
Проверка	4	Вход проверочной обмотки.

Полярность контактов проверочных обмоток значения не имеет. Полярность

контактов измерительных обмоток должна быть одинаковой в пределах устройства.

## **Блок индикации**

Блок индикации состоит из следующих модулей:

1. Управляющий микропроцессор. Предназначен для циклической проверки состояния кнопок местного пульта управления, обеспечивает индикацию на дисплее информации, полученной с БЗУ.
2. Графический OLED-дисплей. Служит для отображения состояния устройства плавного пуска, наименования и значения измеряемых параметров и изменения уставок.
3. Модуль связи. Предназначен для связи с БЗУ и передачи команд от управляющего микропроцессора. Обмен информацией производится по последовательному каналу RS-485. Назначение кнопок разъема приведено в таблице 3.
4. Дополнительная светодиодная индикация:
  - Индикатор «ВКЛ». Если на нагрузку подано напряжение, то индикатор светится, в противном случае — погашен.
  - Индикатор «ОТКЛ». Если нагрузка обесточена, то индикатор светится, в противном случае — погашен.
  - Индикатор «АВАРИЯ». Отображает состояние защит, обеспечивающих устройством. Если сработала хотя бы одна защита — индикатор светится, в противном случае — погашен.
5. Разъем для подключения пульта местного управления. Назначение кнопок и соответствие номерам контактов представлено в таблице 4.

Таблица 3. Обозначение разъема связи БИ

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
+12	1	Контакт питания блока индикации.
А	2	Выход А интерфейса RS-485.
В	3	Выход В интерфейса RS-485.
Общ.	4	Общий контакт.

Таблица 4. Обозначение разъема клавиатуры БИ

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
ВКЛ	1	Включить нагрузку
Проверка МТЗ	2	Проверить работоспособность датчиков тока и блока МТЗ.

Проверка БКИ	3	Проверить работоспособность БВР и блока БКИ.
ОТКЛ	4	Отключить нагрузку.
Сброс	5	Сбросить сигнал защиты.
Общий	6	Общий контакт для подключения кнопок пульта управления.
Возврат	7	Переход на вышестоящий уровень меню или выход из режима редактирования.
Ввод	8	Переход на нижестоящий уровень меню или вход в режим редактирования.
Вниз	9	Переключение между пунктами меню или редактирование (уменьшение значения) параметра.
Резервный	10	Зарезервированный контакт разъема. Должен оставаться неподключенным.
Вверх	11	Переключение между пунктами меню или редактирование (увеличение значения) параметра.

## **Блок защиты и управления**

БЗУ состоит из следующих модулей:

1. Блоки тиристоров. Обеспечивают плавный пуск подключенных двигателей.
2. Блоки драйверов. Обеспечивают управление блоками тиристоров.
3. Управляющий микропроцессор. Предназначен для управления и взаимодействия остальных блоков, обработки команд с устройств управления и обеспечения функционирования защит;
4. Дискретные входы (внутренние входы). Представляют собой светодиоды, подключенные к источнику питания через токоограничительный резистор, и фототранзистор. Предназначены для определения состояния внешней цепи (замкнута/разомкнута). Каждый такой вход может принимать следующие состояния:
  - Светодиод обесточен (цепь разомкнута) — значение «0»;
  - Светодиод запитан (цепь замкнута на общий контакт) — значение «1».
 Обозначение контактов внутренних входов приведено в таблице 5.
5. Дискретные выходы. Представляют собой реле с тремя контактами: общий, нормально разомкнутый, нормально замкнутый. При подаче сигнала «1» реле замыкается. Конструктивно располагаются в двух группах:
  - Внутренние выходы. На них выведены сигналы управления внутренним оборудованием («Вкл» контакторов);

- Внешние выходы. На них выведены сигналы для внешней автоматики («УРОВ», «Авария»). Конструктивно выполнены на отдельном разъеме и гальванически изолированы от внутренних выходов для обеспечения искробезопасности.

Обозначение контактов дискретных выходов приведено в таблицах 6 и 7.

6. Внешние входы. Представляют собой генератор переменного напряжения и аналогово-цифровой измеритель тока. Выполнены в искробезопасном исполнении. Имеют следующие выходные сигналы:
  - Сопротивление подключенной цепи;
  - Полярность диода в подключенной цепи (либо сигнал об отсутствии диода).

Обозначение контактов внешних входов приведено в таблице 8.

7. Модуль связи с БИ. Предназначен для передачи значений и параметров а также приема команд от БИ. Обозначение контактов совпадает с разъемом связи блока индикации и приведено в таблице 3.
8. Модуль связи с устройством телеуправления. Предназначен для передачи значений и приема команд от управляющего устройства. Обозначение контактов приведено в таблице 8.
9. Модуль драйверов тиристоров и БВР. Предназначен для измерения напряжения на тиристорах, синхронизации с сетью и выдачи управляющих импульсов на блок тиристоров;
10. Энергонезависимая память. Предназначена для хранения уставок, журналов и осциллографм;
11. Энергонезависимые часы реального времени. Предназначены для измерения текущего времени в рабочем и обесточенном состоянии устройства.
12. Источник питания собственных нужд. Обеспечивает подачу питающего напряжения на внутренние модули, вентиляторы охлаждения тиристоров и блок индикации. Обозначение контактов разъема питания приведено в таблице 9.

Таблица 5. Обозначение разъема внутренних входов

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
Осн. РПВ	1	
Осн. РПО	2	Входа kontaktов «РПВ» и «РПО» с основного и шунтирующего kontaktоров.
Шунт. РПВ	3	
Шунт. РПО	4	
МЗ №1	5	
МЗ №2	6	Входы местных защит.
Общ.	7	Общий kontakt.

Таблица 6. Обозначение разъема внутренних реле

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
Осн. НР	1	
Осн. П	2	Контакты реле основного контактора.
	3	
Шунт. НР	4	
Шунт. П	5	Контакты реле шунтирующего контактора.

Таблица 7. Обозначение разъема внешних реле

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
УРОВ НР	1	Контакты реле «УРОВ».
УРОВ НЗ	2	
УРОВ П	3	
Авария НР	4	Контакты реле «Авария».
Авария НЗ	5	
Авария П	6	

Таблица 8. Обозначение разъема внешних входов и связи с ТУ

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
Общ.	1	
А	2	Контакты интерфейса RS-485 для связи с устройством ТУ.
В	3	
Внеш. 1	4	
Внеш. 1	5	Вход цепи внешней защиты №1
Внеш. 2	6	
Внеш. 2	7	Вход цепи внешней защиты №2
Внеш. 3	8	
Внеш. 3	9	Вход цепи внешней защиты №3
Внеш. 4	10	
Внеш. 4	11	Вход цепи внешней защиты №4
ПДУ №1	12	
ПДУ №1	13	Вход цепи ПДУ №1

Таблица 9. Обозначение разъема питания

<b>Обозначение</b>	<b>Номер контакта</b>	<b>Назначение</b>
Корпус	1	Общий контакт питания.
Питание	2	Контакт для подачи питающего напряжения. Допустимый диапазон питающих напряжений указан в паспорте устройства.
Корпус	3	Общий контакт питания.

Таблица 10. Обозначение силовых контактов

<b>Обозначение</b>	<b>Назначение</b>
A	Вход УПП
B	
C	
U	Выход УПП
V	
W	

### **Блок тиристоров**

Блок тиристоров обеспечивает управление напряжением на нагрузке во время плавного пуска, а также измерение входных и выходных напряжений устройства.

### **Модуль плавного пуска**

Модуль плавного пуска обеспечивает управление тиристорами, стабилизацию тока и алгоритм плавного пуска.

### **Блоки защит и автоматики**

Блоки защит и автоматики представляют собой набор независимых модулей, обеспечивающих функции защиты и автоматики устройства.

### **Блок управления**

Блок управления обеспечивает работу с аналоговыми датчиками, входами и выходами устройства, а также обеспечивает взаимную работу и координацию всех составных блоков, входящих в состав устройства.

## 5 Работа изделия

### Модуль плавного пуска

Модуль плавного пуска (МПП) обеспечивает плавное включение подключенной нагрузки (двигателя). Регулирование осуществляется изменением напряжения на нагрузке путем подачи управляющих импульсов на последовательно включенные тиристоры. МПП ограничивает ток на нагрузке и стабилизирует его на необходимом уровне (задается соответствующими уставками). Поддерживается функция «кик-старт» — при пуске происходит кратковременный подъем тока, что позволяет двигателю преодолеть начальную нагрузку, требующую повышенного пускового момента.

Кроме того, модуль плавного пуска обеспечивает рабочие режимы блока тиристоров: управление охлаждающими вентиляторами, управление драйверами тиристоров, синхронизация управляющих импульсов с питающим напряжением.

Модуль осуществляет плавный пуск в три этапа, показанных на рисунке 1:

1. Включение плавного пуска.
2. Кик-старт.
3. Плавный пуск.

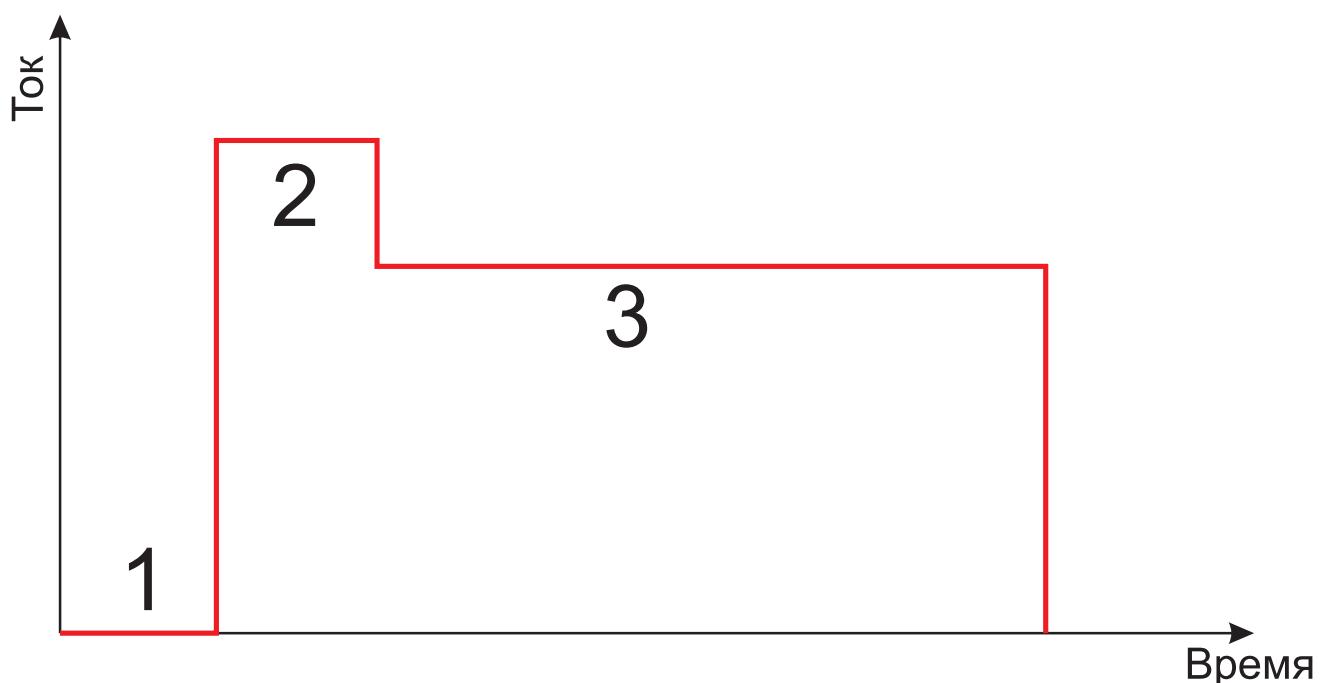


Рисунок 1. Работа модуля плавного пуска

Режим работы модуля плавного пуска задается следующими уставками:

1. **Жесткий пуск** — уставка, включающая и выключающая модуль плавного

пуска. При отключенном пуске (уставка в значении «Да») подключение нагрузки происходит контактором, без задействования МПП.

2. **Номинальный ток, Ток кик-старта, Ток плавного пуска** — три уставки, задающие ток, который будет стабилизироваться МПП на соответствующих этапах. При этом «Номинальный ток» задает базовый ток, относительно которого будут высчитываться токи уставок, а «Ток кик-старта» и «Ток плавного пуска» задают перегрузку относительно базового тока.
3. **Время кик-старта** — задает длительность пускового импульса. Если уставка равна «0», то этап «Кик-старт» пропускается.
4. **Время плавного пуска** — ограничение длительности времени плавного пуска. В случае, если МПП не успеет закончить разгон двигателя, он завершит работу со статусом «Срыв ПП: время».

С целью недопущения эксплуатации блока тиристоров в критических режимах, МПП может ограничить пользовательские уставки безопасными величинами. Реальное значение уставок, которые будут использоваться в работе МПП выводятся в соответствующих регистрах. Ограничиваются следующие уставки:

- **Ток кик-старта, Ток плавного пуска** — в случае, если комбинация базового тока и перегрузки превышает безопасный ток тиристоров, уставка МПП ограничивается безопасным током.
- **Время кик-старта** — так как тиристоры не могут выдерживать большие токи (близкие к предельным), то при высоком значении уставки «Ток кик-старта» время кик-старта может быть ограничено.

## **Включение плавного пуска**

Этап «Включение плавного пуска» происходит после замыкания тиристорного контактора. На этом этапе модуль плавного пуска осуществляет подготовку к включению тиристоров:

- Синхронизация по частоте питающей сети и фазе.
- Синхронизация порядка следования фаз и фазных напряжений.
- Проверка работоспособности драйверов и режима работы тиристоров (питающие напряжения драйверов, температура тиристоров, проверка работоспособности датчиков тока).

При выполнении всех условий модуль плавного пуска переходит на этап «Кик-старт».

## **Кик-старт**

В режиме «Кик-старт» МПП стабилизирует ток на уровне уставки «Ток кик-старта». По истечению времени «Время кик-старта», МПП переходит в режим

«Плавный пуск».

В случае повышения тока существенно выше уставки МПП завершает работу со статусом «Срыв ПП: ток».

### **Плавный пуск**

В режиме «Плавный пуск» МПП стабилизирует ток на уровне уставки «Ток плавного пуска». Завершение работы МПП может произойти по следующим условиям:

- Повышение тока существенно выше уровня уставки. МПП завершает работу со статусом «Срыв ПП: ток».
- Выдача на выход полного напряжения сети. МПП завершает работу со статусом «Завершение работы: полный угол».
- Появление пульсаций в потребляемом токе. Это может произойти при работе на ненагруженный двигатель, либо при появлении электрического либо механического резонанса. МПП завершает работу со статусом «Завершение работы: пульсации тока».
- При появлении в нагрузке тока на углах управления тиристорами, меньших 60 электрических градусов. Это происходит в случае протекания тока через нулевой провод или через землю. МПП завершает работу со статусом «Срыв ПП: ток по земле».

## Блоки защит и автоматики

### Основы работы блоков защит

В основе функционирования всех блоков защит лежит один из компонентов «Выдержка защиты» либо «Выдержка времени».

Структурная схема алгоритма работы компонента «Выдержка защиты» представлена на рисунке 2. На вход компонента поступает сигнал «Условие», равный «1», если условие срабатывания защиты выполнено (например, превышение тока в токовых защитах). В случае, если защита включена и подан сигнал «Условие», формируется сигнал «Warn», запускающий таймер выдержки. Когда значение превысит значение «Выдержка», формируется сигнал «Timer\_Event», выставляющий триггер защиты в положение «Сработал». При этом на выходе компонента формируется сигнал срабатывания защиты, а также по фронту сигнала осуществляется запись в журнал защит<sup>1</sup>.

Сброс защиты возможен по одному из двух условий:

1. Если защита без фиксации, то защита сбрасывается после снятия сигнала «Warn»;
2. При подаче на вход компонента сигнала «Сброс» при снятом сигнале «Warn».

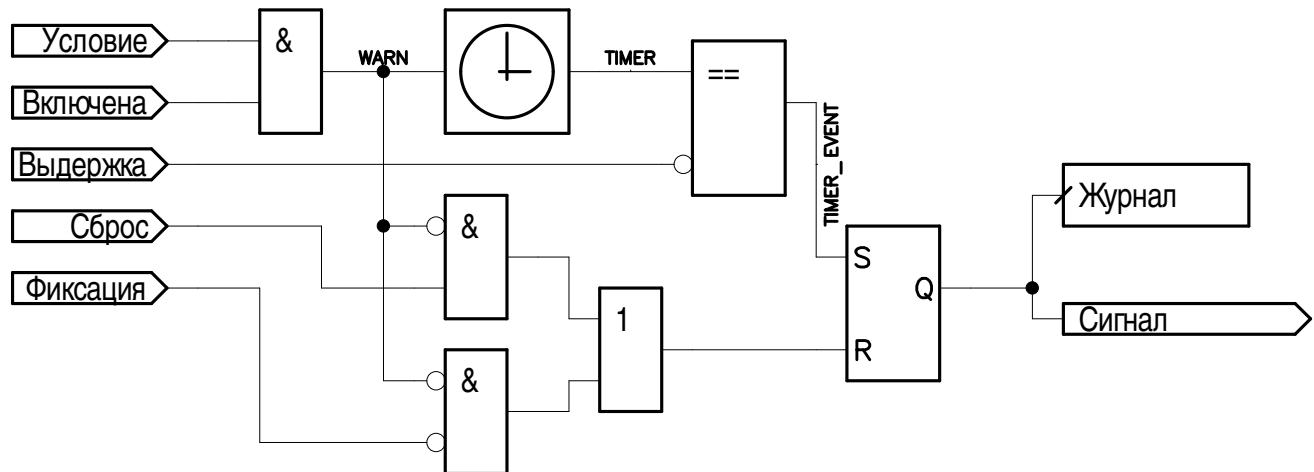


Рисунок 2. Структурная схема компонента «Выдержка защиты»

Структурная схема алгоритма работы компонента «Выдержка времени» представлена на рисунке 3. Компонент работает аналогично компоненту «Выдержка времени», с одним различием: он не пишет события в журналы.

<sup>1</sup>Далее в руководстве при использовании данных блоков предполагается наличие всех уставок (если не указано иное), и поведение, соответствующее описанному в данном пункте руководства (включая наличие выдержки срабатывания защиты и запись в журнал защит).

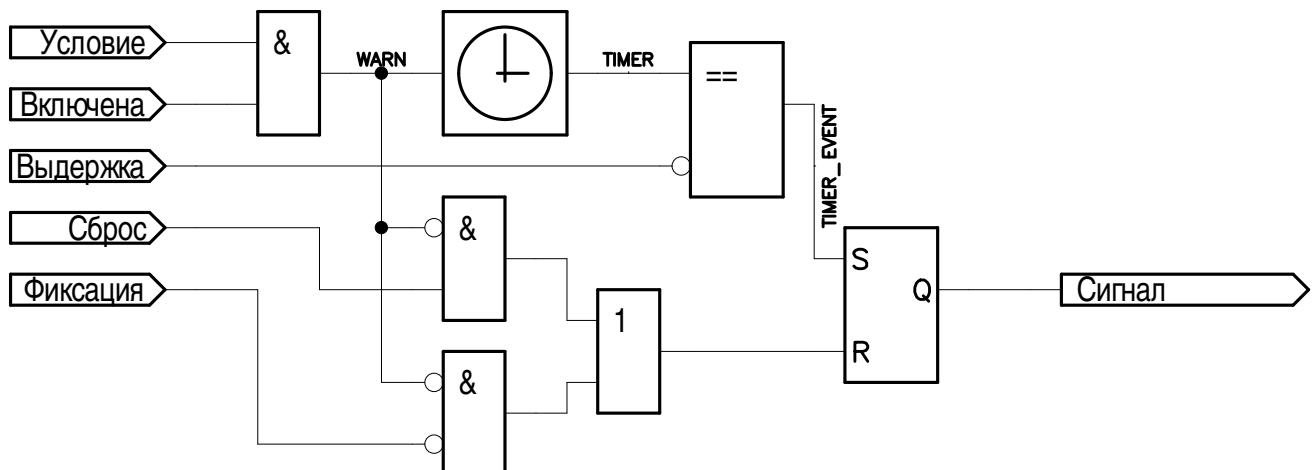


Рисунок 3. Структурная схема компонента «Выдержка времени»

Графическое обозначение этих блоков, применяемое в данном руководстве, представлено на рисунке 4.



Рисунок 4. Условное графическое обозначение компонентов «Выдержка защиты» и «Выдержка времени»

## Блок защиты МТЗ

Блок защиты МТЗ (Максимальная токовая защита) предназначен для защиты нагрузки и КА от токов короткого замыкания и перегрузки. В состав устройства входит три независимых ступени защиты МТЗ:

1. Первая ступень (МТЗ-1) — защита от сверхтоков короткого замыкания;
2. Вторая ступень (МТЗ-2) — защита от тока перегрузки (затянувшегося пуска);
3. Третья ступень (МТЗ-3) — защита от длительного тока перегрузки. В данной ступени есть возможность настроить зависимую выдержку времени.

В случае, если устройство рассчитано на подключение двух нагрузок, каждая из нагрузок будет иметь свои независимые блоки защиты МТЗ. Если уставка «Две нагрузки» установлена в значение «Нет» (устройство работает в режиме одной нагрузки), то блоки защит МТЗ-2, X автоматически отключаются.

Структурная схема алгоритма работы блоков защиты МТЗ-1 и МТЗ-2 представлена на рисунке 5. На вход блока подается максимальный из действующих токов  $I_{max}$ .

Условием срабатывания защиты является превышение током уставки защиты. Сравнивающий компаратор имеет гистерезис на уровне 3% от значения уставки. В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».



Рисунок 5. Структура блока защиты МТЗ

В блоке защиты МТЗ-3 есть уставка «Выбор характеристики», позволяющая выбрать зависимую характеристику согласно МЭК 255-4. Для формирования зависимости выдержки времени от величины перегрузки (вычисляемой как соотношение  $\frac{I_{max}}{I_{уставка\_защиты}}$ ), используется формула  $t = \frac{K}{\left(\frac{G}{G_B}\right)^{\alpha} - 1}$ , где  $K$  и  $\alpha$  — коэффициенты, характеризующие функцию.

В устройстве реализованы следующие варианты характеристик:

1. Независимая характеристика. При выборе данного варианта алгоритм работы блока защиты МТЗ-3 будет аналогичен алгоритму в защитах МТЗ-1 и МТЗ-2;
2. Нормально инверсная характеристика (характеристика 1) —  $K = 0,14$ ,  $\alpha = 0,02$  (соответствует типу «А» по МЭК 255-4, п. 3.5.2);
3. Сильно инверсная характеристика (характеристика 2) —  $K = 13,5$ ,  $\alpha = 1,0$  (соответствует типу «В»);
4. Чрезвычайно инверсная характеристика (характеристика 3) —  $K = 80,0$ ,  $\alpha = 2,0$  (соответствует типу «С»);
5. Длительно инверсная характеристика (характеристика 4)а —  $K = 120,0$ ,  $\alpha = 1,0$ ;
6. Экстремально инверсная характеристика (характеристика 5) —  $K = 800,0$ ,  $\alpha = 3,0$ .

В графическом виде характеристики представлены на рисунке 6.

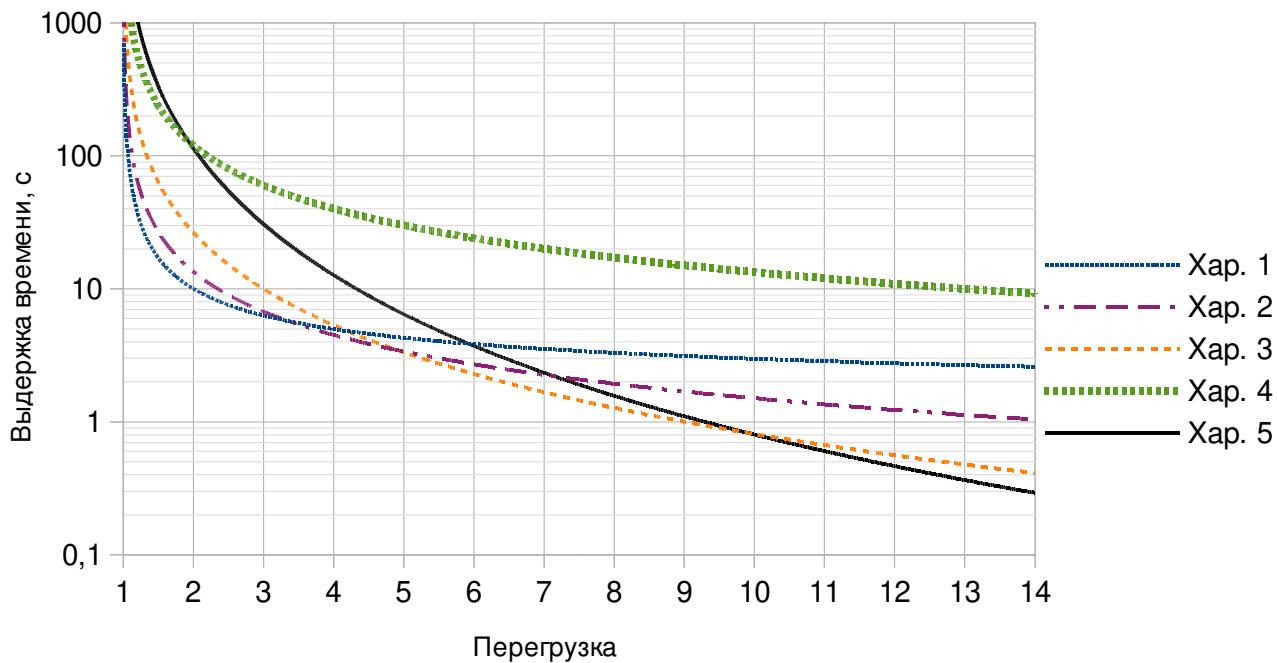


Рисунок 6. Графики зависимых выдержек времени блока защиты МТЗ-3

Структурная схема алгоритма работы блока защиты МТЗ-3 представлена на рисунке 7. Если выбрана независимая характеристика, то алгоритм работы блока соответствует алгоритму работы защит МТЗ-1, МТЗ-2. В случае, если выбрана одна из зависимых характеристик, вычисляется коэффициент перегрузки по току, по характеристике выбирается время срабатывания защиты и подается на вход компонента выдержки времени. В случае срабатывания защиты формируется выходной сигнал «Авария».

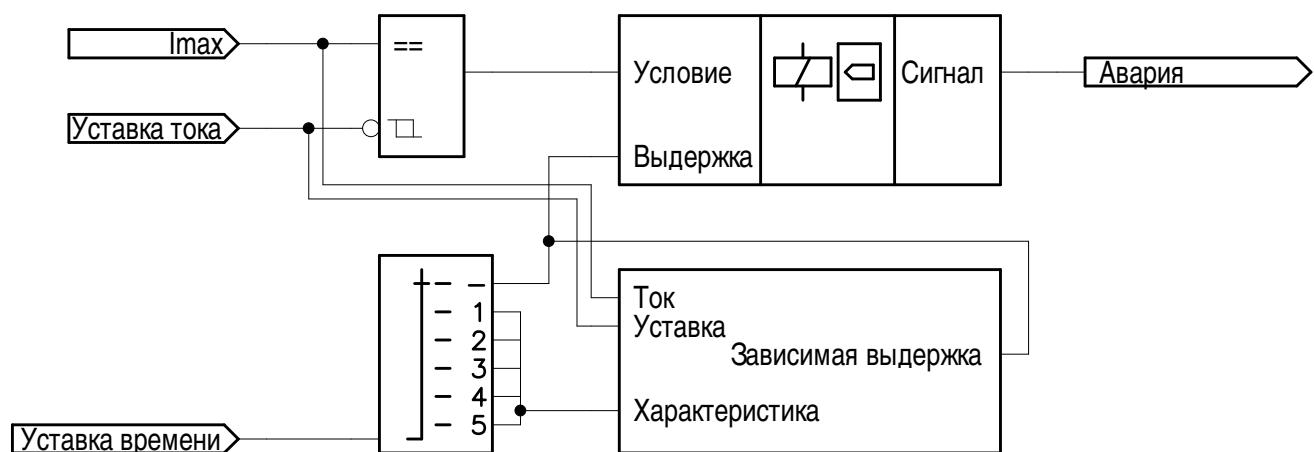


Рисунок 7. Структура блока защиты МТЗ-3

## Блок защиты УМТЗ

Блок защиты УМТЗ (Ускоренная максимальная токовая защита) это дополнительный блок токовой защиты, предназначенный для контроля тока в

период сразу после включения двигателей.

В случае, если устройство рассчитано на подключение двух нагрузок, каждая из нагрузок будет иметь свой независимый блок защиты УМТЗ. Если устройство работает в режиме «Одна нагрузка», то защита УМТЗ-2 автоматически отключается, независимо от настроек.

Структурная схема алгоритма работы блоков защиты УМТЗ представлена на рисунке 8. На вход блока подается максимальный из действующих токов  $I_{max}$  и текущее время включенного состояния  $T_{вкл}$  (время подачи сигнала РПВ основного контактора).

Условием срабатывания защиты является одновременное выполнение двух условий: превышение током уставки защиты и время включенного состояния меньше, чем уставка «Время работы». В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

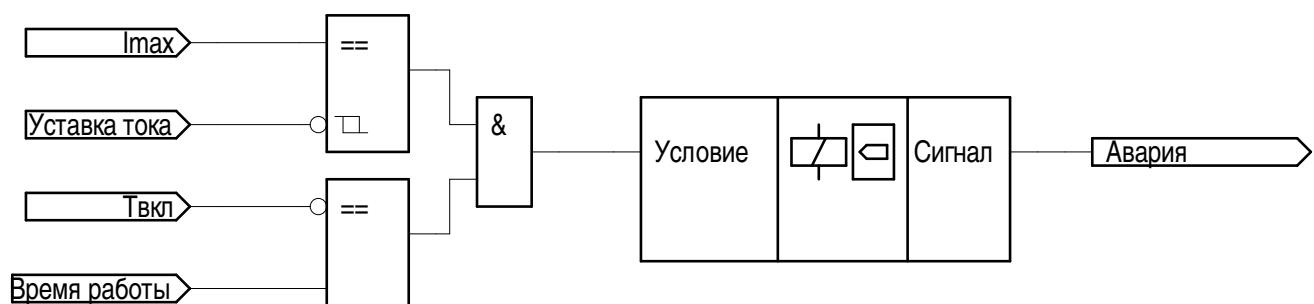


Рисунок 8. Структура блока защиты УМТЗ

## **Блок защиты ЗМТ**

Блок защиты ЗМТ (Защита от минимального тока) предназначен для отключения нагрузки если потребляемый ток ниже установленного предела (в том числе при обрыве нагрузки). Блок вступает в работу спустя программируемое время после включения.

В случае, если устройство рассчитано на подключение двух нагрузок, каждая из нагрузок будет иметь свой независимый блок защиты ЗМТ. Если устройство работает в режиме «Одна нагрузка», то защита ЗМТ-2 автоматически отключается, вне зависимости от настроек.

Структурная схема алгоритма работы блоков защиты ЗМТ представлена на рисунке 9. На вход блока подается минимальный из действующих токов  $I_{min}$  и текущее время включенного состояния  $T_{вкл}$ . Условием срабатывания защиты является одновременное выполнение двух условий: минимальный действующий ток ниже уставки и время включенного состояния больше, чем уставка «Время запуска». В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

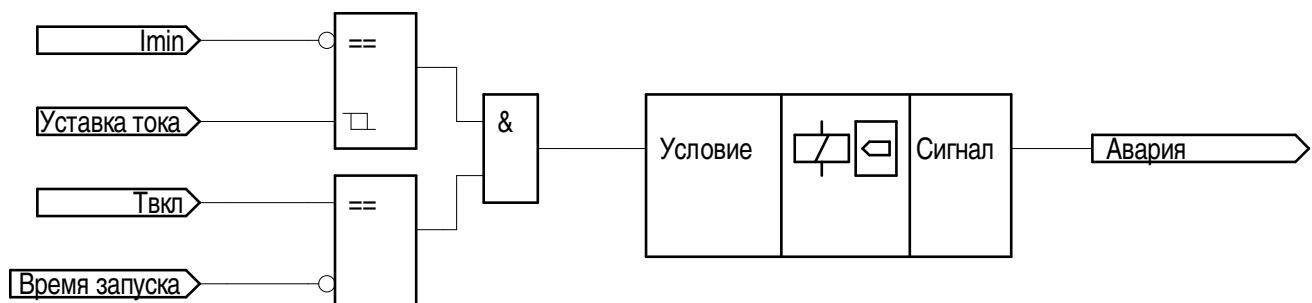


Рисунок 9. Структура блока защиты ЗМТ

### Блок защиты ЗММН

Блок защиты ЗММН (Защита от максимального и минимального напряжения) предназначен для защиты нагрузки от провалов и всплесков напряжения. Блок работает в двух режимах: «Пусковой режим» (при отключенном сигнале РПВ основного контактора и первое время после включения) и «Рабочий режим» (спустя заданное время после включения). Режимы различаются между собой уставками напряжения срабатывания.

Блок защиты ЗММН состоит из двух под-блоков: блок защиты от превышения напряжения и блок защиты от понижения напряжения. Структурные схемы блоков приведены на рисунках 10 и 11. На вход блока подается максимальное из линейных напряжений  $U_{max}$ , минимальное из линейных напряжений  $U_{min}$  и время включенного состояния  $T_{вкл}$ .

Защита от максимального напряжения сработает в том случае, если максимальное из линейных напряжений будет больше текущей уставки. Защита от минимального напряжения сработает в случае, если минимальное из линейных напряжений будет меньше текущей уставки. В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

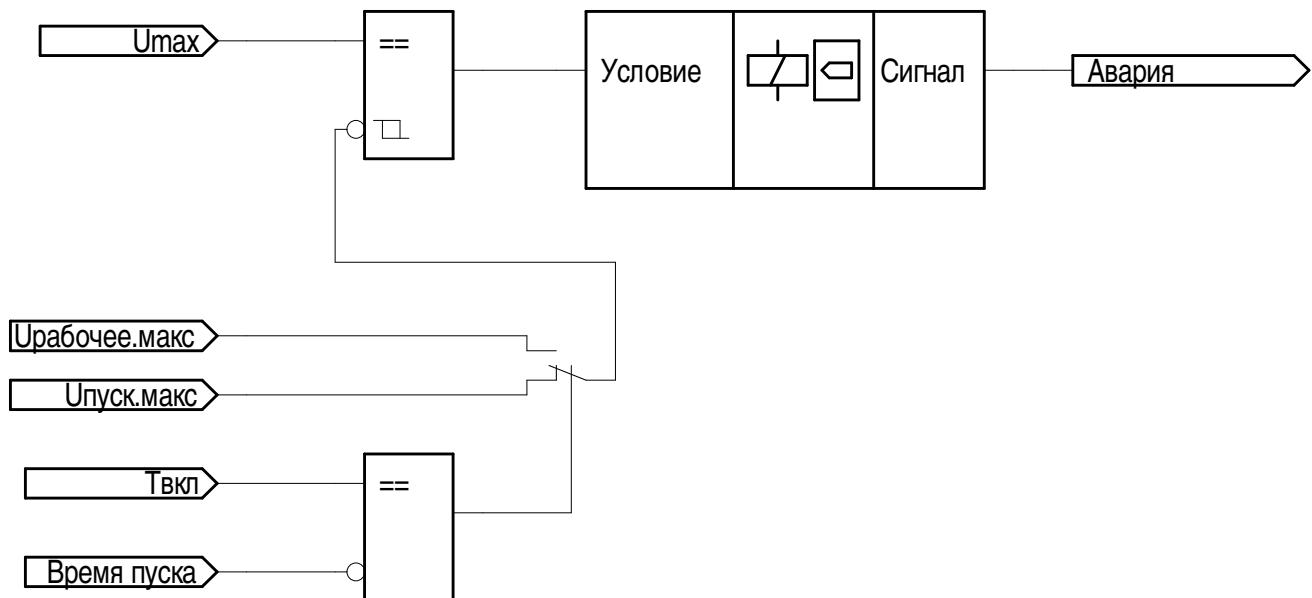


Рисунок 10. Структура блока защиты от максимальному напряжению

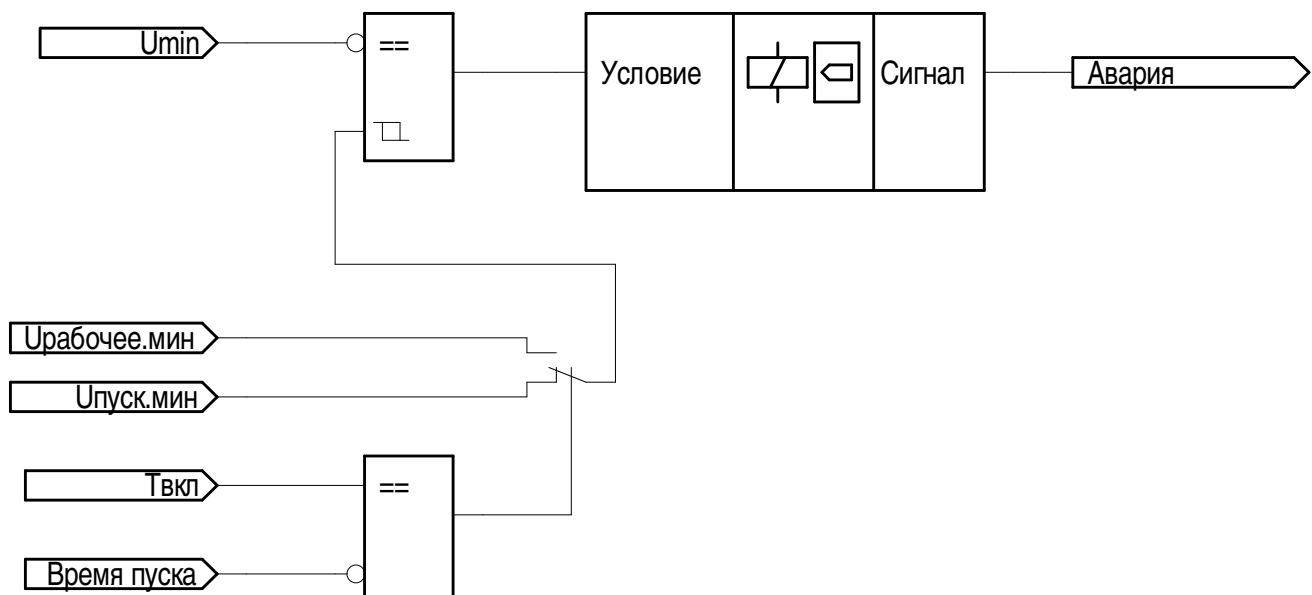


Рисунок 11. Структура блока защиты от минимального напряжения

## Блок защиты ЗНФ

Блок защиты ЗНФ (Задача от несимметрии фаз) предназначен для защиты двигателей от неравномерной нагрузки по фазам. Блок работает в случае, если фазные токи превышают уставку «Минимальный ток» (требуется, чтобы не было ложных срабатываний на малых токах), но не ранее, чем программируемое время после включения.

В случае, если устройство рассчитано на подключение нескольких нагрузок, блоки ЗНФ для каждой нагрузки работают независимо, но имеют одинаковые значения уставок («Задача включена», «Фиксация», «Уставка  $\Delta I$ », «Выдержка», «Время запуска»), но разные выходные сигналы аварии.

Структурная схема алгоритма работы блока защиты ЗНФ представлена на рисунке 12. На вход блока подается значение несимметрии токов фаз  $\Delta I$ , равное  $\frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max}} \times 100\%$ , текущее время включенного состояния  $T_{PVB}$  основной и максимальные токи фаз.

Зашита сработает в том случае, если время включенного состояния больше, чем уставка «Время запуска», максимальный ток фазы больше, чем уставка тока, и несимметрия токов фаз  $\Delta I$  больше уставки. В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

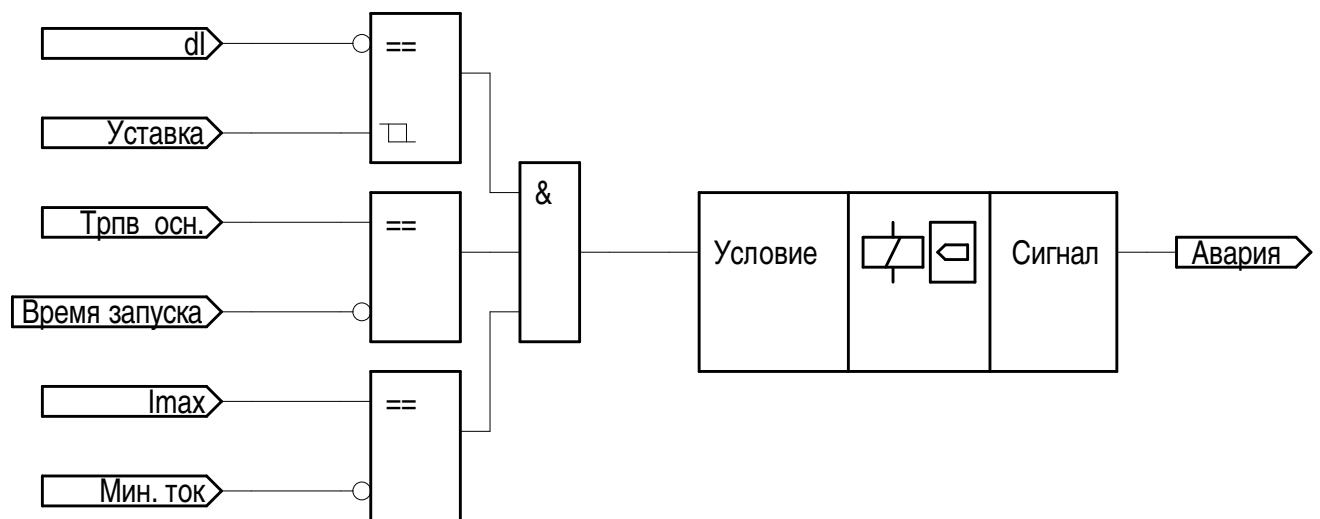


Рисунок 12. Структура блока защиты ЗНФ

## Блок защиты ЗОФ

Блок защиты ЗОФ (Защита от обрыва фаз) предназначен для защиты от обрыва одной или нескольких фаз. Блок вступает в работу спустя программируемое время после включения.

Алгоритм работы блока защиты аналогичен алгоритму ЗНФ. Структурная схема алгоритма работы блока защиты представлена на рисунке 13. На вход блока подается значение несимметрии линейных напряжений  $\Delta U = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max}} \times 100\%$  и текущее время включенного состояния  $T_{PVB}$  основной.

Зашита сработает в том случае, если время включенного состояния больше, чем уставка «Время запуска», и несимметрия напряжений  $\Delta U$  больше уставки. В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

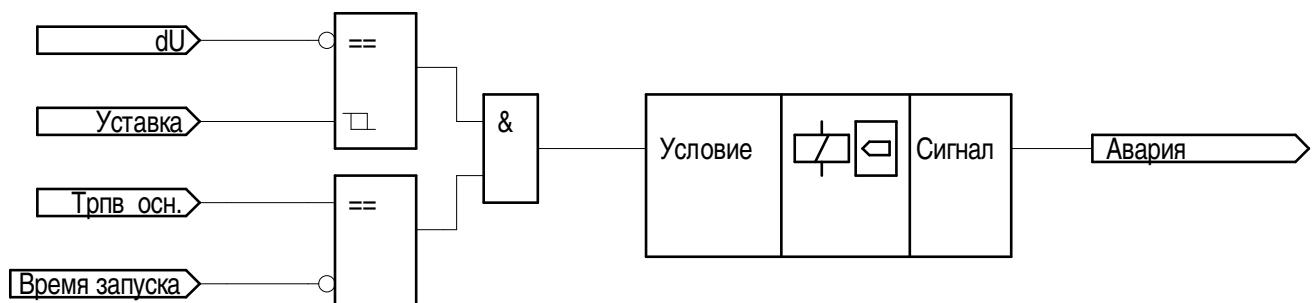


Рисунок 13. Структура блока защиты ЗОФ

## **Блок защиты БКИ**

Блок защиты БКИ (Блок контроля изоляции) предназначен для контроля сопротивления изоляции между фазами отходящего присоединения и землей при отключенном КА. БКИ состоит из двух под-блоков: непосредственно блок контроля изоляции и блок контроля наложенного напряжения.

На работу данных блоков влияет состояние блока «Тест БКИ»: при проведении проверки БКИ работа данных блоков прекращается.

Структурная схема алгоритма работы блока контроля наложенного напряжения представлена на рисунке 14. Данный блок всегда включен и всегда с фиксацией. На вход блока подается время сигнала «ВЫКЛ» и величина наложенного напряжения. Когда время наличия сигнала РПО основного контактора превышает уставку, на блок БКИ подается наложенное напряжение для измерения сопротивления, также этот сигнал поступает на вход блока контроля изоляции. Значение наложенного напряжения сравнивается со значением  $U_{\text{налож.мин.}}$ . (неизменяемое значение).

Защита сработает через фиксированную (неизменяемую) выдержку времени в случае, если наложенное напряжение подано, но не достигло установленного уровня. При срабатывании защита на выходе блока формируется сигнал «Неисправность». Кроме того из компонента выдержки защиты сигнал Warn подается на вход блока контроля изоляции.

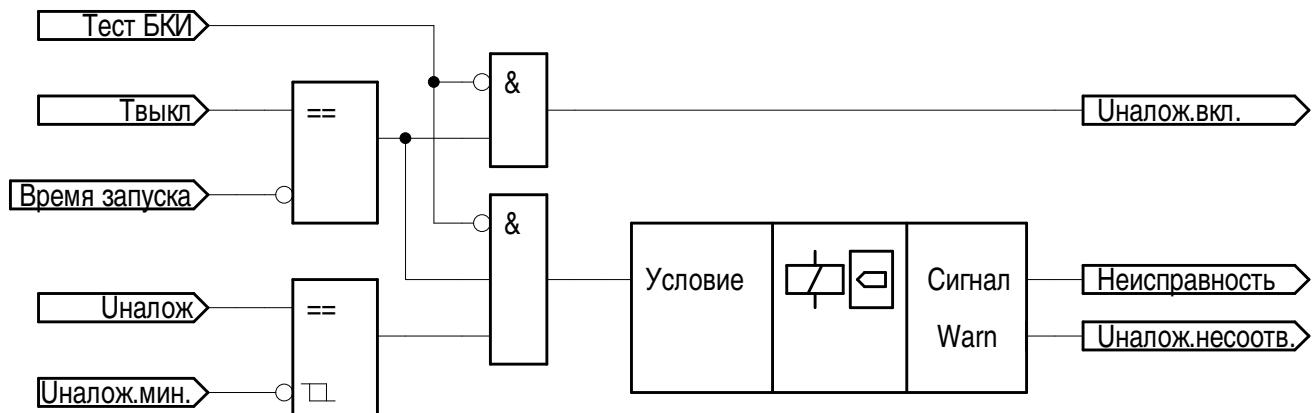


Рисунок 14. Структура блока контроля наложенного напряжения

Структурная схема алгоритма работы блока контроля изоляции представлена на рисунке 15. На вход блока подается минимальное значение из сопротивлений трех фаз  $R_{min}$ , и два сигнала с блока контроля наложенного напряжения: сигнал «Наложенное напряжение подано» и сигнал «Warn» (сигнализирующий о несоответствии величины наложенного напряжения).

Задача сработает в том случае, если подано наложенное напряжение, величина напряжения соответствует необходимой и значение  $R_{min}$  меньше, чем величина уставки. В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

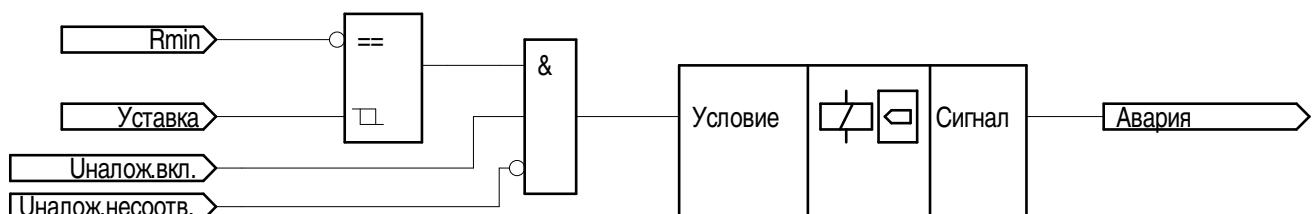


Рисунок 15. Структура блока контроля изоляции

## Блок защиты ЗПТ

Блок защиты ЗПТ (Защита от пульсаций тока) предназначен для защиты двигателей от пульсаций и биений. Защита производится посредством измерения потребляемого тока и анализа его формы.

В случае, если устройство рассчитано на подключение нескольких нагрузок, блоки ЗПТ для каждой нагрузки работают независимо, но имеют одинаковые значения уставок и один выходной сигнал аварии.

Структурная схема алгоритма работы ЗПТ представлена на рисунке 16. Блок защиты состоит из следующих функциональных модулей:

1. Измеритель временных интервалов. Формирует на выходе импульсы с периодом  $T_{измерения}$ . Данный период определяет периоды анализа сигнала и,

соответственно, частоту фиксируемых пульсаций;

2. Детекторы минимума и максимума. Получают на вход минимальный ток фаз и максимальный ток фаз соответственно и определяют разброс считанных значений на периоде измерения ( $T_{измерения}$ ). Данные значения используются непосредственно модулями анализа токов;
3. Регистры, хранящие последние три значения максимумов и минимумов на периоде;
4. Три блока определения пульсаций. Каждый из блоков получает на вход минимальное и максимальное значение токов на периоде, на выходе формирует пульсацию тока на этом периоде. Таким образом на выходе трех блоков формируются значения пульсаций на последних трех периодах измерения. Формирует на выходе единичный сигнал, если все три значения пульсаций превышают значение уставки пульсаций. Это основной модуль, определяющий логику работы защиты;
5. Блок определения тока включения. Получает на вход максимальные токи на последних трех периодах измерения и формирует на выходе единичный сигнал если все три тока превышают значение уставки «Ток включения». Этот модуль предотвращает ложные срабатывания защиты в случае, если ток нагрузки ниже установленного значения;
6. Блок анализа. Получает на вход по три последних значений максимальных и минимальных токов на периоде, и выдает на выход единичный сигнал, если эти величины соответствуют установившемуся режиму работы. Этот модуль предотвращает ложные срабатывания защиты в случае неаварийного изменения величины потребляемого тока.

Условием срабатывания защиты является одновременное выполнение следующих условий на трех последних периодах:

1. Все пульсации токов на последних трех периодах должны превышать значение уставки пульсаций;
2. На трех последних периодах ток должен превышать значение «Ток включения»;
3. Ток не должен иметь форму, характерную для штатной работы подключенных двигателей;
4. Вышеперечисленные условия должны соблюдаться на всем периоде выдержки защиты (Уставка «Выдержка»).

В случае срабатывания защиты на выходе блока формируется сигнал «Авария».

Например, если ожидаемый период пульсаций тока в нагрузке составляет 2 с (значение уставки  $T_{измерения}$  равно 2 с) и уставка «Выдержка» равна 10 с, то анализироваться будет период времени в 6 с (разбитый на три периода анализа по 2 с каждый), а защита сработает спустя 10 с непрерывных пульсаций.

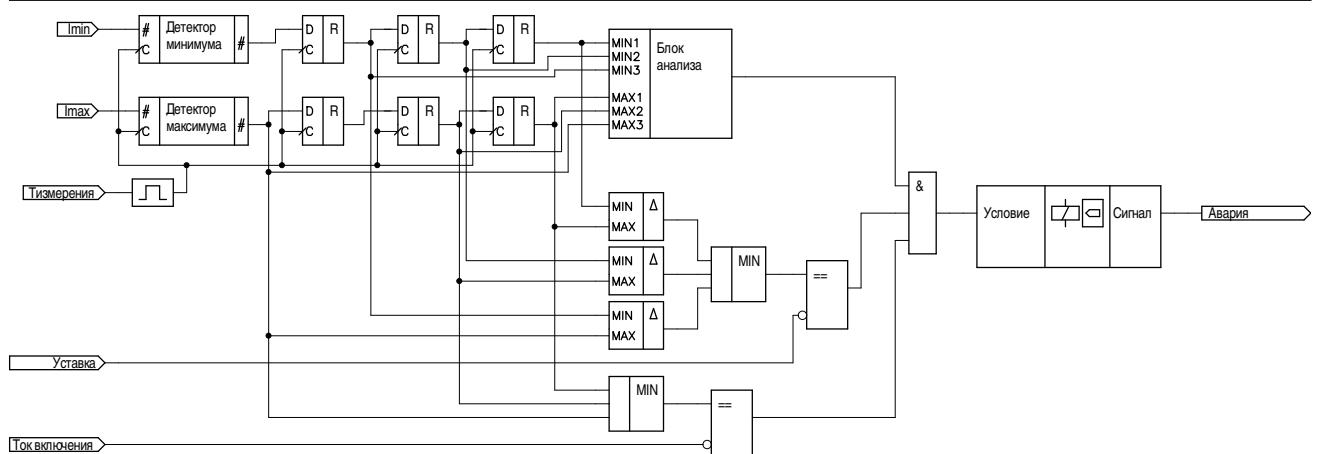


Рисунок 16. Структура блока защиты ЗПТ

### Блок внешних защит Вн3

Блок Вн3 (внешних защит) предназначен для защиты присоединения и КА по сигналам от устройств внешней автоматики. Блок внешних защит состоит из нескольких независимых каналов (количество указано в паспорте устройства). На вход блока подается измеренное сопротивление внешней цепи и состояние последовательного диода. Анализ измеренного сопротивления позволяет гибко подстраивать параметры работы устройства под параметры цепей внешней автоматики, а также использовать данный блок для защиты по сопротивлению цепи (например, использовать в качестве внешней цепи терморезистор).

Структурная схема блока Вн3 приведена на рисунке 17.

Состояние диода сравнивается с уставкой «Требуется диод». В случае, если диод требуется, но во внешней цепи его нет, формируется сигнал ошибки по диоду «Diode\_Warn».

Сопротивление внешней цепи сравнивается с уставками «Сопротивление срабатывания защиты»  $R_{cраб}$  и «Сопротивление выключения защиты»  $R_{выкл}$ . В зависимости от соотношения уставок  $R_{cраб}$  и  $R_{выкл}$  возможны два варианта формирования сигнала ошибки «R\_Warn»:

1.  $R_{cраб}$  больше чем  $R_{выкл}$ . В этом случае сигнал ошибки формируется при  $R > R_{cраб}$ , и снимается при  $R < R_{выкл}$ ;
2.  $R_{cраб}$  больше чем  $R_{выкл}$ . В этом случае сигнал ошибки формируется при  $R < R_{cраб}$ , и снимается при  $R > R_{выкл}$ .

Защита сработает в том случае несоответствия наличия диода либо несоответствия сопротивления (другими словами, при наличии хотя бы одного из сигналов «Diode\_Warn» и «R\_Warn»). В случае срабатывания формируется сигнал «Авария».

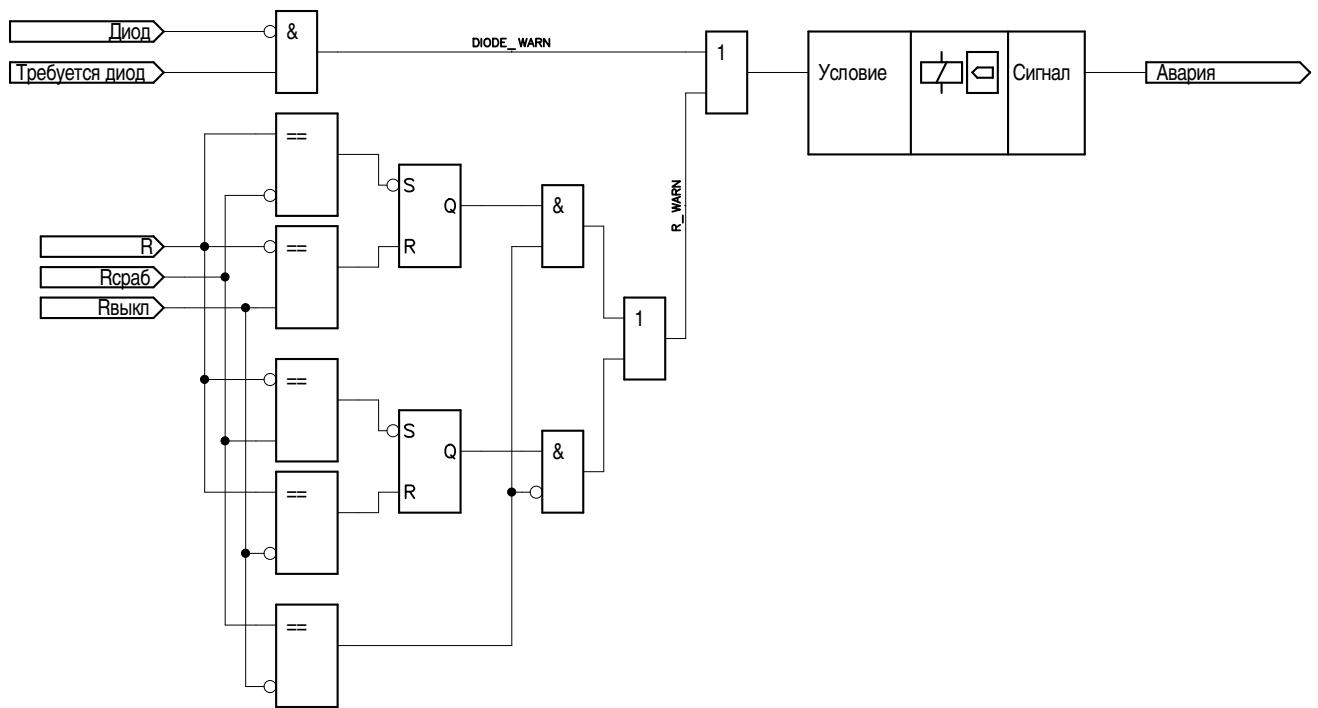


Рисунок 17. Структура блока внешних защит Вн3

В устройстве присутствует возможность калибровки трех параметров внешних входов:

- Калибровка нулевого сопротивления (короткозамкнутого внешнего входа) — устройство измеряет и впоследствии компенсирует при измерениях собственное сопротивление цепей внешних входов (включая собственное последовательное сопротивление в схеме внешнего входа);
- Калибровка падения напряжения на подключенном диоде — устройство измеряет падение напряжения на диоде, что позволяет при последующих измерениях компенсировать влияние падения напряжения на диоде при вычислениях сопротивления. Диоды калибруются в обоих положениях — при прямом включении, и при обратном включении.

Калибровка позволяет компенсировать коммутационные сопротивления (разъемов, проводов) и вычислять сопротивление непосредственно схемы, подключенной к внешнему входу (ПДУ, блоков защит).

**ВНИМАНИЕ!** Заявленная точность измерения сопротивления внешних ходов устройством достигается при условии правильной калибровки подключенных диодов!

Процедура калибровки внешних входов описана в главе 6.4 «Калибровка внешних входов», страница 63.

## **Блок местных защит МЗ**

Блок МЗ (местных защит) предназначен для защиты присоединения и КА по сигналам от устройств местной автоматики и сигналов, поступающих по внутренним входам управления. Блок местных защит состоит из нескольких независимых каналов (количество указано в паспорте устройства). На вход блока подается сигнал с внутреннего входа.

Структурная схема блока МЗ приведена на рисунке 18.

Сигнал с внутреннего входа сравнивается с уставкой <”Сигнал срабатывания защиты”>. В случае, если сигнал соответствует уставке, срабатывает защита. При срабатывании защиты формируется сигнал «Неисправность».

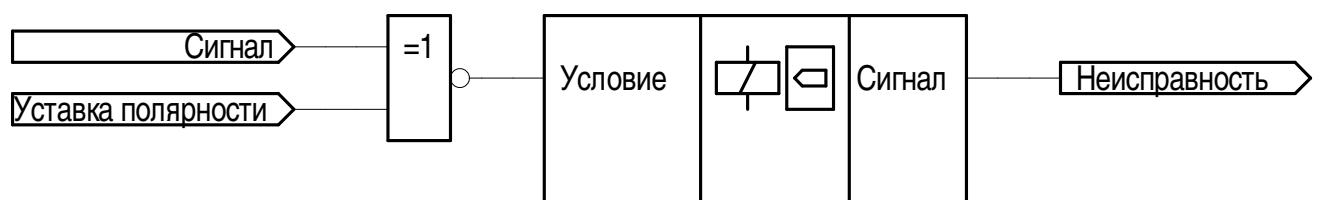


Рисунок 18. Структура блока местных защит МЗ

## **Контроль коммутационного аппарата ККА**

Блок ККА (контроль коммутационного аппарата) предназначен для защиты присоединения от неисправностей в цепях управления КА. На вход блока поступают следующие сигналы:

1. Сигнал реле управления основным и шунтирующим контактором «Реле основной» и «Реле шунтирующий»;
2. Сигналы контроля «Реле положения включено»: «РПВ основной» и «РПВ шунтирующий»;
3. Сигналы контроля «Реле положения отключено»: «РПО основной» и «РПО шунтирующий».

Структурная схема блока ККА приведена на рисунке 19.

Защита сработает в случае соблюдения любого из следующих условий:

1. При наличии сигнала включения реле присутствует сигнал «Реле положения отключено»;
2. Присутствует сигнал «Реле положения включено» при отсутствии сигнала включения реле;
3. Сигналы «РПО» и «РПВ» одного и того же контактора равны между собой.

При срабатывании защиты формируется сигнал «Неисправность».

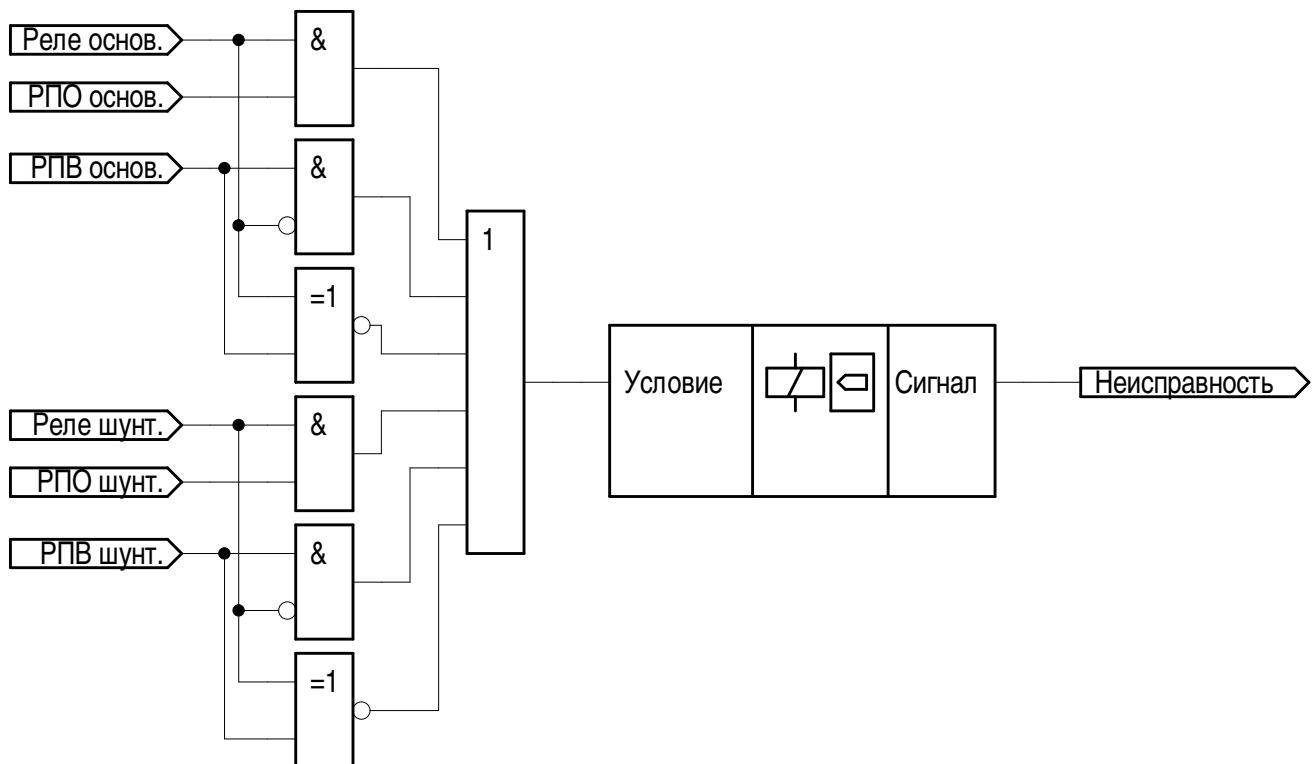


Рисунок 19. Структура блока ККА

## Блок УРОВ

Блок УРОВ (Устройство резервного отключения КА) предназначен для сигнализации вводному КРУ о неотключении КА. Устройство должно быть отключено, но отключения по каким-то причинам не произошло и в нагрузке протекает ток, то устройство формирует сигнал вышестоящему КРУ на его отключение. На вход блока УРОВ подаются максимальные из действующих фазных токов в нагрузках, сигнал на реле основного контактора и сигнал «Реле положения включено» основного контактора.

Структурная схема блока УРОВ приведена на рисунке 20.

Защита срабатывает в том случае, если основной контактор должен быть отключен (сигнал на реле основного контактора равен «0»), однако отключения не произошло (сигнал включенного состояния контактора равен «1»), и хотя бы в одной из нагрузок протекает ток, превышающий уставку «Уставка минимального тока»<sup>2</sup>. При срабатывании защиты формируется сигнал «неисправность» и замыкается реле «УРОВ».

<sup>2</sup>Можно отключить контроль минимального тока, установив «Уставку минимального тока» в значение «0». В этом случае защита сработает при сигнале на реле, равном «0» и сигнале РПВ, равном «1» без дополнительных условий.

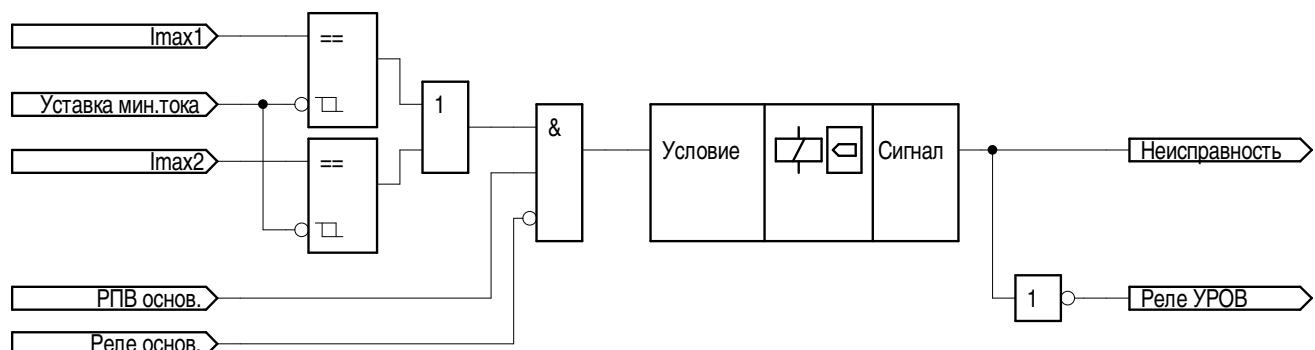


Рисунок 20. Структура блока УРОВ

## Блок контроля СШ

Блок контроля СШ (секции шин) предназначен для контроля напряжения питания устройства, для сигнализации о провале напряжения на вводном фидере и для блокировки включения нагрузки на время выдержки блока контроля СШ.

Структурная схема блока контроля СШ приведена на рисунке 21. На вход блока подается напряжение  $U_{ab}$  (вычисляемое из измеренного напряжения питания устройства плавного пуска, номинального напряжения питания и номинального напряжения  $U_{ab}$ ) и сигнал «ВЫКЛ» (устройство выключено). Контроль секции шин работает только при выключенном устройстве. Если напряжение  $U_{ab}$  выдерживается больше уставки напряжения в течение времени выдержки, то на выходе формируется сигнал «Готовность СШ».

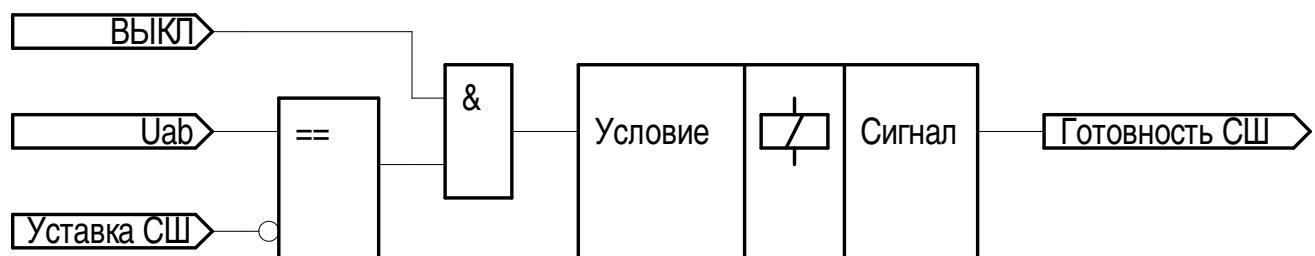


Рисунок 21. Структура блока контроля СШ

## Ограничение частоты пусков

Блок ограничения частоты пусков (ОЧП) предназначен для защиты нагрузки путем недопущения большого количества пусков за период времени.

Блок имитирует подсчет нагрева, и представляет из себя счетчик, резко увеличивающийся при каждом включении и плавно уменьшающийся по экспоненциальному закону со временем. Счетчик тепла ограничен значением 100% (или 1,0). Включение КА блокируется, если это включение (и сопутствующее ему увеличение счетчика) приведет к превышению счетчиком значения 1,0.

Пример работы блока показан на рисунке 22. На данном графике приведено

значение счетчика нагрева (черная линия) и граничное значение (красная линия), при превышении которого блокируется включение КА. В данном примере произведено три последовательных включения (в моменты времени 0, 100 и 200 секунд), после чего блок заблокировал включение. Через 15 минут счетчик «остыл» до граничного значение, и блок разрешил включение. Через 36 минут было произведено еще два включения, после чего блок ОЧП опять заблокировал включение, и разблокировал его через 30 минут.

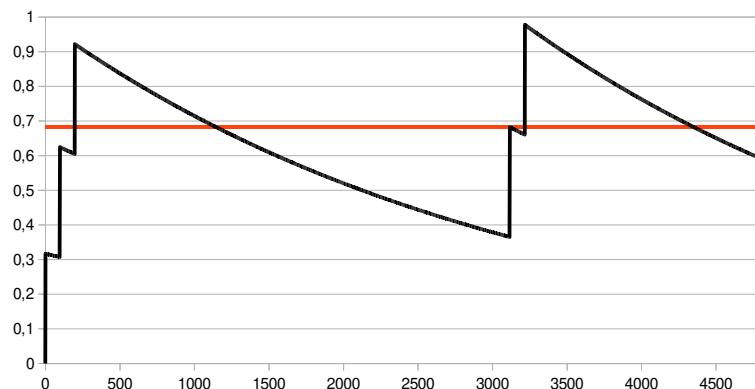


Рисунок 22. Пример работы блока ОЧП

Работа блока определяется двумя уставками: «Период пусков» и «Количество пусков».

Уставка «Период пусков» определяет минимальное время между двумя пусками на счетчике, «нагретом» до 100%. На рисунке 23 показан данный режим работы при значении уставки «Период пусков» равном 600 секунд (10 минут). Блок «нагрет» до состояния 100%, до порогового значения он «остывает» за 600 секунд, и после включения «нагревается» опять до 100%.

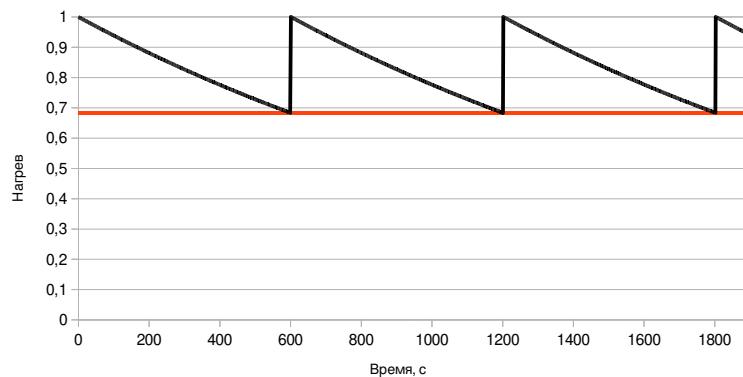


Рисунок 23. Работа блока ОЧП при нагреве 100% и уставке «Период пусков» 600 секунд

Уставка «Количество пусков» определяет максимальное количество включений с почти «холодного» (5%) блока ОЧП. На рисунке 24 показан данный режим

работы при значении уставки «Количество пусков» равном 5. Блок «нагрет» до состояния 5%, что позволяет сделать ему 5 последовательных пусков, пока он не «перегреется».

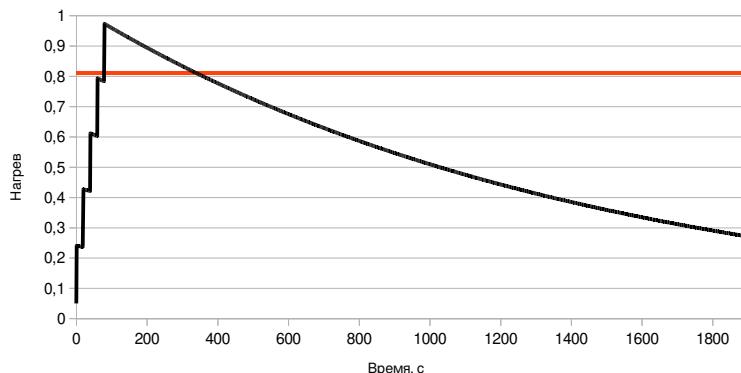


Рисунок 24. Работа блока ОЧП при нагреве 5% и уставке «Количество пусков» 5

Таким образом, уставка «Количество пусков» определяет максимальное количество последовательных пусков после длительного простоя, а уставка «Период пусков» - длительность блокировки включения (или скорость «охлаждения» блока). На рисунке 22 график показывает значение счетчика при начальном нагреве 0% и уставках «Количество пусков» равном 3 и «Период пусков», равном 1200 с.

Если значение счетчика после включение будет меньше 100% либо блок ОЧП выключен, на выход блока подается сигнал «Готовность ОЧП»

## Проверка МТЗ

Блок проверки МТЗ проверяет следующие параметры токовых защит:

- Проверка наличия датчиков тока.
- Соответствие подключенных датчиков тока схеме включения и уставке «Две нагрузки».
- Проверка номинального тока датчиков тока и его соответствие уставке «Тип датчиков тока».
- Исправность измерительных и проверочных цепей.

Успешное прохождение проверки МТЗ является одним из требований работы модуля плавного пуска.

Стартовая проверка МТЗ (проверка при включении устройства) всегда включена, при непрохождении проверки блок выдает сигнал «Неисправность», всегда «С фиксацией». В случае непрохождения стартовой проверки включение нагрузки блокируется до устранения неисправности и перезагрузки устройства по питанию. Проверка МТЗ проводится только в выключенном состоянии устройства.

Проверка МТЗ проводится следующим образом:

1. Стабилизатором тока на тестовой обмотке формируется проверочный ток известной величины.
2. С датчиков тока считаются измеренные токи.
3. По наличию либо отсутствию измеренных данных делается вывод о наличии и исправности датчиков тока. Результат сравнивается с уставкой «Две нагрузки»: при схеме включения с одной нагрузкой должны быть подключены только два датчика тока (на фазах А1 и С1), при схеме включения с двумя нагрузками должны быть подключены и исправны все четыре датчика тока (А1, С1, А2, С2).
4. В соответствии с коэффициентом трансформации (определенным количеством витков тестовой обмотки) вычисляется номинальный ток датчиков тока. Он должен соответствовать уставке «Тип датчиков тока».
5. При непрохождении хотя бы одного из этапов на выходе блока формируется сигнал «Неисправность». Сигнал сбрасывается по приходу сигнала «Сброс» за исключением случая, если этот сигнал выставлен стартовой проверкой МТЗ.

## **Проверка БКИ**

Блок проверки БКИ проверяет следующие параметры контроля сопротивления изоляции:

1. Проверка работоспособности блока формирования наложенного напряжения.
2. Величина наложенного напряжения.
3. Исправность измерительных цепей, задействованных в блоке контроля сопротивления изоляции.

При непрохождении проверки на выходе блока формируется сигнал «Неисправность», тип сигнала - всегда «С фиксацией». Стартовую проверку (при включении устройства) можно включить либо выключить соответствующей уставкой. В случае непрохождения стартовой проверки включение нагрузки блокируется до исправления ситуации и перезагрузки устройства по питанию.

Проверка БКИ проводится следующим образом:

1. Отключается источник наложенного напряжения. Выдерживается время, необходимое чтобы цепи разрядились.
2. Проверяется факт отсутствия напряжения на шинах, измерительные цепи должны показать значения, соответствующие нулевому напряжению.
3. Включается источник наложенного напряжения. Выдерживается время, необходимое для зарядки цепей.
4. Измеряется величина наложенного напряжения, измеряются параметры,

контролируемые блоком контроля изоляции. Величины сравниваются с ожидаемыми.

5. Отключается источник наложенного напряжения.
6. В случае непрохождения хотя бы одного этапа, формируется выходной сигнал «Неисправность». Сигнал по приходу сигнала «Сброс» за исключением случая, если этот сигнал был выставлен стартовой проверкой.

### **Защиты по потере связи**

Защиты по потере связи предназначены для защиты от потери управляемости при повреждении линии связи с МПУ (защита «Связь с БИ») и с ТУ (защита «Связь с ТУ»). Блоки защит анализируют количество успешно принятых пакетов на соответствующих портах.

Защита по потере связи с МПУ всегда включена, без фиксации, в случае ошибки формирует сигнал «Неисправность». Структурная схема алгоритма работы представлена на рисунке 25. Блок принимает на вход сигнал «Количество пакетов в секунду», если это число меньше, чем уставка, формируется сигнал ошибки.

Защита по потере связи с ТУ включается соответствующей уставкой, без фиксации. От защиты по МПУ отличается тем, что автоматически отключается при отключении управления с ТУ. Блок принимает на вход сигнал «ТУ включен» и «Количество пакетов в секунду». Если скорость связи будет меньше, чем 1 пакет в секунду на протяжении 5 секунд формируется сигнал ошибки. Структурная схема алгоритма работы представлена на рисунке 26.

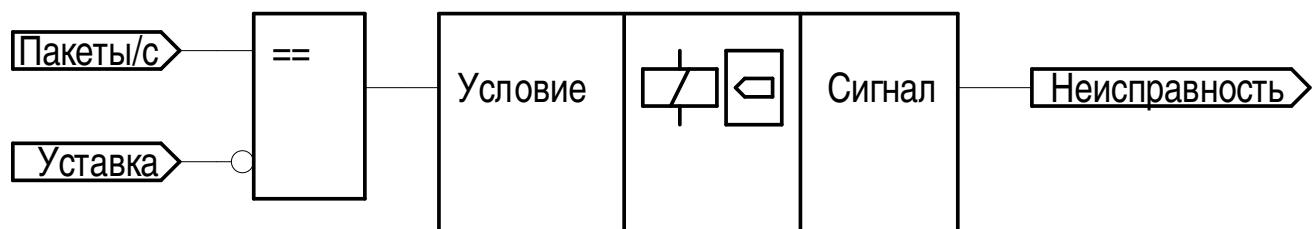


Рисунок 25. Структура блока защиты по потере связи с БИ

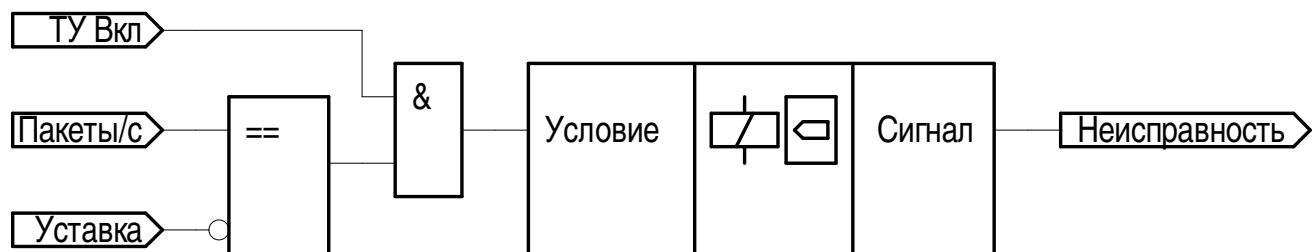


Рисунок 26. Структура блока защиты по потере связи с ТУ

## Блок пульта дистанционного управления

Блок пульта дистанционного управления (ПДУ) для включения и выключения КА от выносного устройства управления. Блок ПДУ подключается к разъему внешнего входа. Количество блоков ПДУ указано в паспорте устройства.

Блок ПДУ имеет внутреннее состояние (Включено/выключено). Подача команды «Пуск» или «Стоп» производится при смене состояния блока ПДУ. Начальное состояние блока при включении — «Включено», что таким образом блокируется подача сигнала «Пуск» при включении устройства с зажатой кнопкой «Включить» на ПДУ. Переключение в состояние «Выключено» происходит при понижении сопротивления внешней цепи выше уровня, заданного уставкой  $R_{выкл}$ , переключение в состояние «Включено» — при сопротивлении внешней цепи ниже уровня, заданного уставкой  $R_{вкл}$ .

Структурная схема блока ПДУ приведена на рисунке 27. На вход блока подается измеренное сопротивление внешней цепи и состояние последовательного диода. Непосредственное измерение сопротивление и состояния диода позволяет гибко подстраивать параметры работы блока под параметры цепей дистанционного управления.

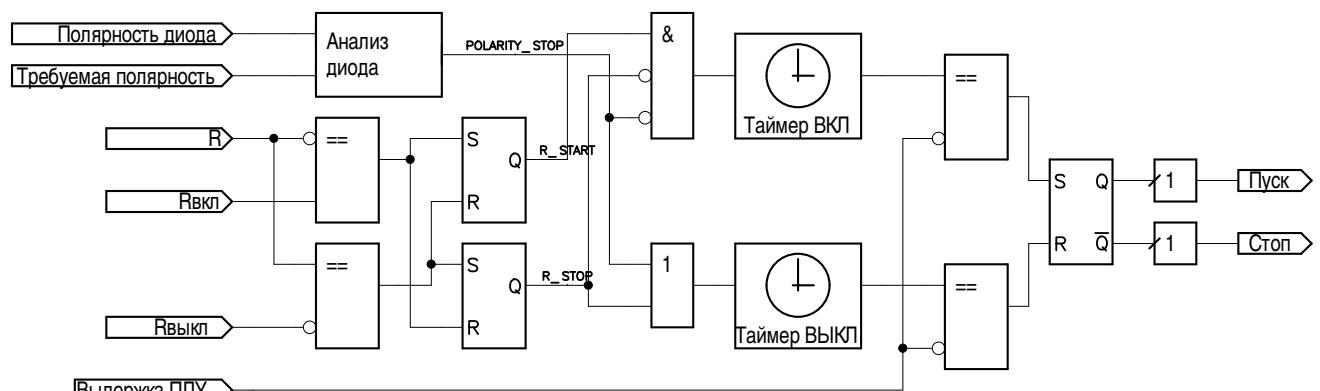


Рисунок 27. Структура блока ПДУ

Компонент «Анализ диода» сравнивает уставку «Требуемая полярность» и текущую полярность диода, и выдает сигнал «Стоп по диоду» («POLARITY\_STOP») если они не совпадают. Существуют следующие варианты:

- «Полярность неважна». В цепи ПДУ должен быть установлен диод, полярность установки диода неважна. Сигнал ошибки подается в случае отсутствия диода в цепи;
- «Требуется прямая полярность», «Требуется обратная полярность». В цепи ПДУ должен быть установлен диод, причем полярность установки важна. Сигнал ошибки подается при отсутствии диода в цепи либо при наличии диода неправильной полярности;

Два компаратора сравнивают измеренное сопротивление цепи с уставками включения и выключения. В случае если сопротивление цепи превышает значение уставки « $R_{выкл}$ », то формируется сигнал «Стоп по сопротивлению», если сопротивление цепи ниже значения уставки « $R_{вкл}$ », то формируется сигнал «Старт по сопротивлению».

Данные сигналы поступают на таймера:

- Таймер ВКЛ — запускается, если присутствует сигнал «Включение по сопротивлению», и отсутствуют оба сигнала выключения.
- Таймер ВЫКЛ — запускается, если присутствует хотя бы один из сигналов выключения.

Таймера по переполнению выставляют триггер блока ПДУ в состояние «1» (Включен), либо «0» (выключен). При изменении состояния блока формируется сигнал «Пуск» либо «Стоп».

Для обеспечения заявленной точности измерений сопротивления внешний вход, к которому подключен пульт дистанционного управления, необходимо откалибровать. Возможности калибровки такие же, как и у входов внешних защит (глава 5.2.10 «Блок внешних защит ВнЗ», страница 33), процедура калибровки внешних входов описана в главе 6.4 «Калибровка внешних входов», страница 63).

## Блок защиты ПДУ

Блок защиты ПДУ предназначен для формирования сигнала ошибки при потере управления (короткого замыкания на линии связи).

Структурная схема блока ПДУ приведена на рисунке 28. На вход блока подается измеренное сопротивление внешней цепи и состояние последовательного диода. В случае, если диод в цепи отсутствует и сопротивление цепи ниже значения уставки  $R_{выкл}$  выдается сигнал «Неисправность».

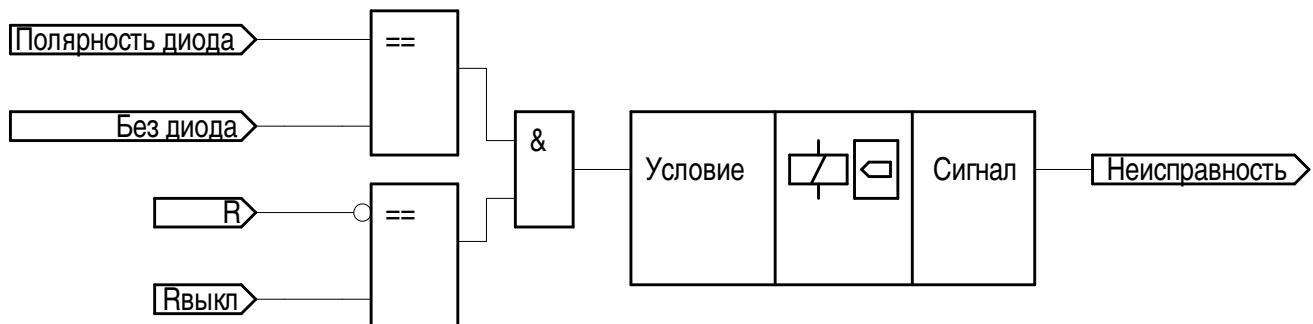


Рисунок 28. Структура блока защиты ПДУ

## Блок пульта местного управления

Блок пульта местного управления (МДУ) предназначен для считывания сигналов с блока индикации и выдачу команд на включение КА, выключение КА, запуск проверок и сброс защит. Блок имеет возможность отключения подачи команд «Пуск» и «Стоп» от БИ.

Структурная схема блока МПУ приведена на рисунке 29. На вход блока подаются состояния пяти кнопок на панели управления. При изменении состояния кнопки с «0» на «1» на выход блока подается соответствующий сигнал, причем сигналы «Пуск» и «Стоп» подаются лишь при значении уставки «МПУ включен» равной «Да». На сигнале «Стоп» предусмотрена обработка состояния при включении устройства: если включить устройство с зажатой кнопкой «Вкл» сигнал «Пуск» сформирован не будет.

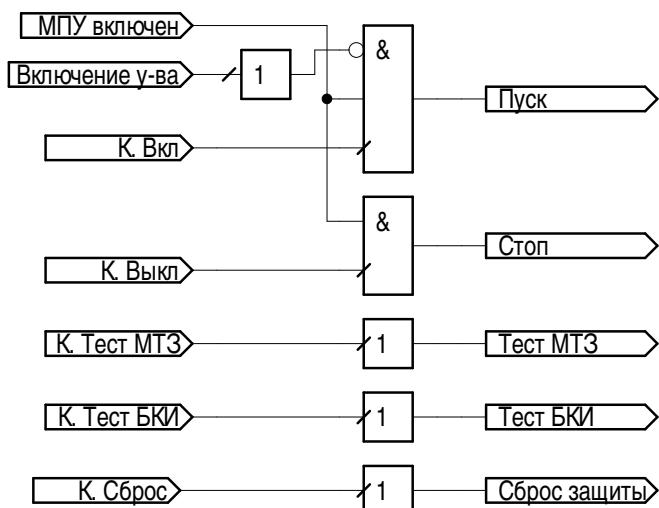


Рисунок 29. Структура блока МПУ

## Блок выходных сигналов состояния

Блок выходных сигналов состояния предназначен для формирования сигналов для индикации на БИ и использования в блоках защиты и автоматики.

Структурная схема блока МПУ приведена на рисунке 30. Блок формирует на выходе четыре сигнала состояния: «ОТКЛ», «ВКЛ», «АВАРИЯ», «ГОТОВ».

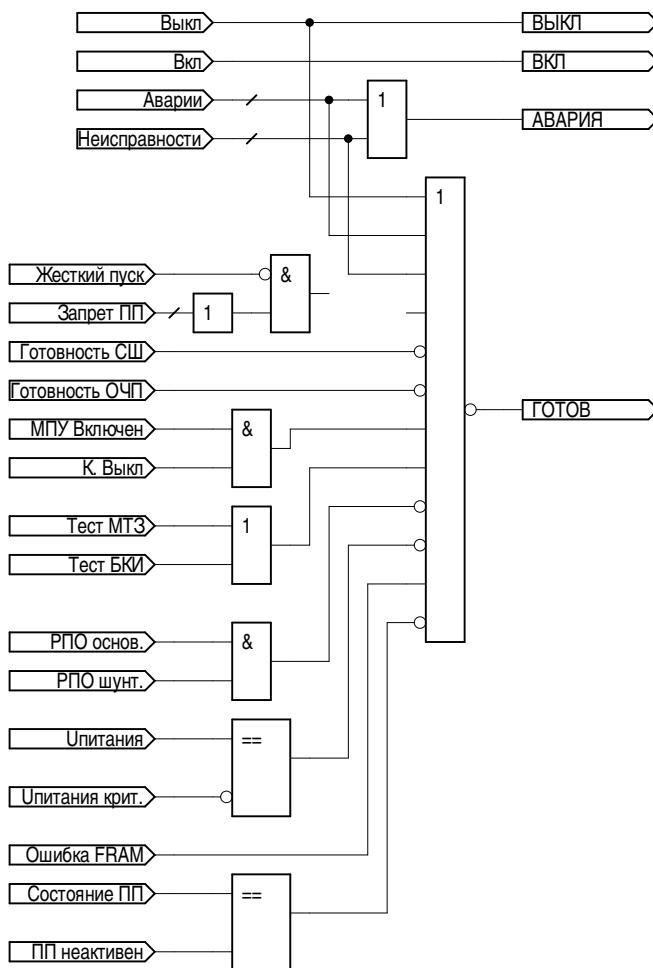


Рисунок 30. Структура блока выходных сигналов состояния

- Сигналы «Выкл» и «Выкл» выводятся из блока управления (см. п. 5.3.1 на стр. 50).
- Сигнал «АВАРИЯ» установлен если в устройстве есть хотя бы одна несброшенная авария или неисправность;
- Сигнал «Готов» отсутствует в случае, если соблюдается хотя бы одно из нижеперечисленных условий:
  1. В устройстве есть хотя бы одна авария;
  2. В устройстве есть хотя бы одна неисправность;
  3. Выставлен сигнал «Выкл»
  4. Устройство настроено в режим мягкого пуска и присутствует хотя бы один фактор, запрещающий включение ПП (см. п. 5.1.1, стр. 20).
  5. Отсутствует сигнал готовности с блока контроля напряжений секции шин;
  6. Отсутствует сигнал разрешения с блока ограничения числа пусков;
  7. Блок местного пульта управления включен и зажата кнопка «ВЫКЛ»;
  8. Проводится любая из проверок (МТЗ или БКИ);
  9. Присутствует сигнал «РПО» с любого из контакторов.

10. Пониженное напряжение питания устройства.
11. Присутствует ошибка энергонезависимой памяти (FRAM).
12. Блок управления плавным пуском находится в состоянии, отличном от «ПП Неактивен» (см. п. 5.2.27, стр. 48).

### **Блок телеуправления**

Блок телеуправления (ТУ) предназначен для считывания сигналов с устройства управления верхнего уровня и выдачу команд на включение КА, выключение КА, запуск проверок и сброс защит. Блок имеет возможность блокирования прохождения вышеперечисленных команд.

Структурная схема блока ТУ приведена на рисунке 31.

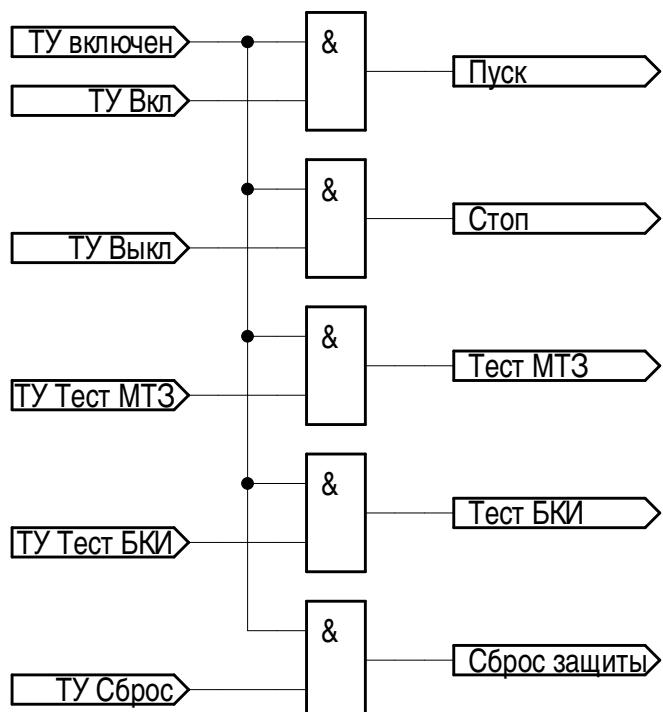


Рисунок 31. Структура блока ТУ

### **Блок обработки ошибок и сигналов состояния**

Блок обработки ошибок предназначен для отключения КА в случае возникновения аварии или неисправности, обработки команды «Сброс защиты» а также для последовательной выдачи на устройства индикации (БИ и телеуправление) перечня сработавших защит.

Структурная схема алгоритма работы блока представлена на рисунке 32.

Блок формирует команду «Стоп» в случае, если хотя бы один блок выдает сигнал «Авария» или «Неисправность», и при этом отсутствует сигнал «Выкл».

Компонент «Память аварий» запоминает, какие сигналы «Авария» или

«Неисправность» приходили на вход блока, и выдает на выход один из них. Этот сигнал поступает на устройства индикации (БИ или ТУ) для отображения.

Помимо этого данный блок формирует временные сигналы для отображения на блоке индикации, такие как: успешное прохождение теста, информация о срыве плавного пуска и пр. В случае наложения нескольких временных сигналов одновременно они отображаются на блоке индикации последовательно, от более позднего к более ранним.

Сигнал «Сброс» (с БИ или ТУ) либо сбрасывает текущий временный сигнал (при его наличии), либо отправляет сигнал «Сброс» на блок защиты, если есть сработавшие и несброшенные аварии либо неисправности.

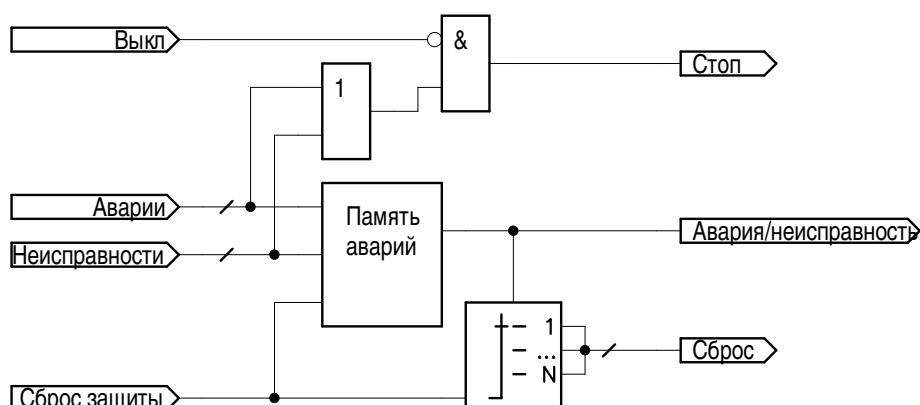


Рисунок 32. Структура блока обработки ошибок

## Блок записи осцилограмм

Блок записи осцилограмм предназначен для записи пусковых и аварийных осцилограмм. Количество хранимых пусковых и аварийных осцилограмм указано в паспорте устройства.

Блок записи осцилограмм пишет в память измеренные значения фазных токов и линейных напряжений. В случае обнаружения триггера записи, блок сохраняет в энергонезависимую память измерения, полученные за некоторое время до и после обнаружения триггера. Для аварийных осцилограмм данные до триггера показывают динамику развития аварийной ситуации, данные после прихода триггера - процесс отключения нагрузки. Для пусковых осцилограмм данные до триггера отображают состояние питающей сети без нагрузки, после триггера - процесс включения нагрузки.

Триггером для аварийной осцилограммы является появление хотя бы одного сигнала «Авария» или «Неисправность» на любом из блоков защит. Для защиты по минимальному напряжению данные, пришедшие после триггера не записываются (так как в случае провала напряжения устройство может не успеть измерить данные до отключения по питанию).

Триггером для пусковых осцилограммы является фронт сигнала «Вкл».

### **Блок защиты по температуре**

Блок защиты по температуре предназначен для отключения нагрузки и запрета включения если температура воздуха превышает критическую.

Структурная схема алгоритма работы блока защиты по температуре представлена на рисунке 33. На вход блока подается текущая температура воздуха. Условием срабатывания защиты является превышение температуры установленной предельной температуры. При срабатывании защиты формируется сигнал «Неисправность».

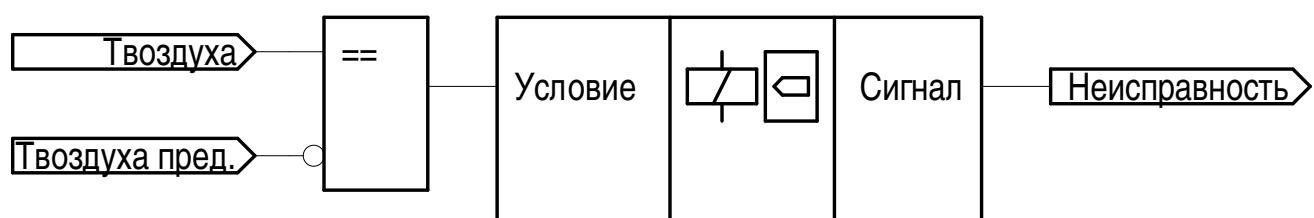


Рисунок 33. Структура блока защиты ЗМТ

Блок отслеживает только температуру воздуха. Защита по температуре тиристоров осуществляется в модуле тиристоров и в блоке управления плавным пуском.

### **Блок управления плавным пуском**

Блок управления плавным пуском (БУПП) служит для включения устройства, включения модуля плавного пуска, отслеживания его работы и управления им.

Блок управления плавным пуском состоит из следующих под-блоков:

- Под-блок вычисления уставок плавного пуска.
- Под-блок процедуры включения.

Под-блок вычисления уставок обрабатывает пользовательские уставки плавного пуска, анализирует их и ограничивает по величине, если работа с данными уставками не может быть обеспечена модулем тиристоров. Вычисленные уставки, которые будут применены при плавном пуске отображаются в соответствующих регистрах. Данный блок работает только при выключенном плавном пуске (в состоянии «ПП неактивен»).

Под-блок процедуры включения обеспечивает выполнение этапов включения устройства и контроль за состоянием модуля плавного пуска.

Блок управления плавным пуском обеспечивает следующие состояния (этапы включения) устройства:

1. **ПП неактивен.** Начальное состояние устройства. В данном состоянии модуль ПП неактивен и не участвует в управлении устройством.
2. **Команда «Пуск».** При подаче команды «Пуск» от любого источника БУПП очищает регистры ПП и соответствующие статусные регистры, и переходит в состояние 3.
3. **Ожидание времени задержки включения.** БУПП выжидает время, указанное в уставке «Задержка включения» и переходит в состояние 4 или 7 (в зависимости от значения уставки «Жесткий пуск»).
4. **Замыкание основного контактора.** БУПП замыкает основной контактор (подает напряжение на блок тиристоров), дожидается прихода сигнала «РПВ» и переходит в состояние 5.
5. **Ожидание готовности ПП.** Модуль плавного пуска синхронизируется с входными напряжениями, проверяет условия включения, после чего БУПП либо переходит в состояние 6, либо завершает работу с соответствующим сообщением об ошибке плавного пуска.
6. **Плавный пуск.** Модуль плавного пуска плавно увеличивает напряжение согласно алгоритмам, описанным в п. 5.1, стр. 5.1. Плавный пуск может завершиться по причине затянувшегося плавного пуска (по времени, определяемому уставкой «Время плавного пуска»), в этом случае БУПП перейдет либо в состояние 7, либо прекратит работу, в зависимости от значения уставки «Принудительное включение». В случае ошибок работы модуля плавного пуска, БУПП также завершает работу с выдачей соответствующей ошибки. В случае, если модуль плавного пуска завершается со статусом «Полный угол» либо «Пульсации тока», БУПП переходит в состояние 7.
7. **Шунтирование нагрузки.** БУПП выставляет контакторы в состояние, соответствующие схеме включения (задается уставкой «Тип шунтирующего контактора»), дожидается прихода сигнала «РПВ» шунтирующего контактора, отключает модуль плавного пуска и завершает работу (переходит в режим «ПП неактивен»).

При поступлении команды «Стоп» на любом из этапов блок сбрасывается в режим «ПП неактивен».

## Блок управления

Модуль управления предназначен для обеспечения взаимодействия модулей устройства а также для выполнения задач обслуживания модулей.

В модуль управления входят следующие блоки:

- Блок таймеров включенного и выключенного состояния КА.
- Блок таймера выключенного состояния устройства.
- Блок измерения сопротивления изоляции.
- Блок индикации измеренных параметров.
- Блок загрузки устройства.

## Блок Твкл и Твыкл

Блок таймеров включенного и выключенного состояния КА предназначен для формирования сигнала «ВКЛ» (Включено) и «Выкл» (Выключено), а также измерения времени этих сигналов. Данные сигналы используются в блоках защит и автоматики.

Сигнал «ВКЛ» формируется в том случае, если есть сигнал «РПВ» хотя бы с одного контактора, либо подан сигнал включения на реле хотя бы одного контактора.

Сигнал «Выкл» формируется в том случае, если есть сигналы «РПО» одновременно с обоих контакторов.

Структурная схема формирования сигналов «ВКЛ» и «Выкл» показана на рисунках 34, 35.

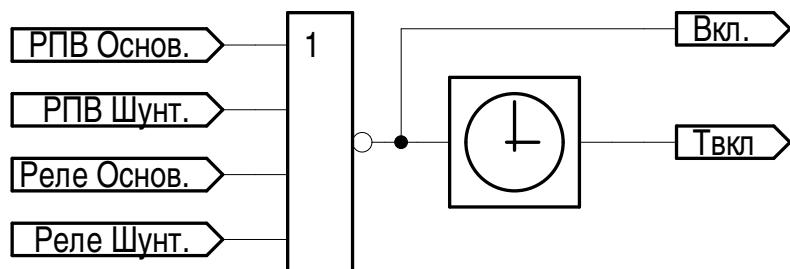


Рисунок 34. Формирование сигнала «ВКЛ» и таймера «Твкл»

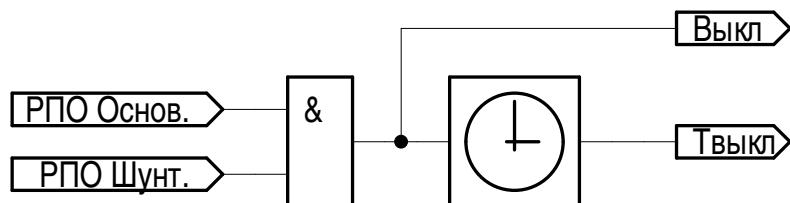


Рисунок 35. Формирование сигнала «Выкл» и таймера «Твыкл»

## Блок таймера выключенного состояния

Блок таймера выключенного состояния устройства обеспечивает работу с энергонезависимыми часами реального времени. Данный блок при включении устройства анализирует данные часов реального времени и вычисляет время простоя. Данные измерения используются в блоках защит и автоматики.

## Блок измерения сопротивления изоляции

Блок измерения сопротивления изоляции анализирует величину наложенного напряжения, постоянные составляющие напряжений на выходе устройства (напряжения шин U, V, W), величину тока утечки через блок тиристоров на шины A, B, C, и внутренние параметры измерительных цепей. На основании этих данных измеряются сопротивления изоляции фаз  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$ ; и на их основе - общее сопротивление изоляции  $R_{min}$ . Общее сопротивление изоляции автоматически учитывает схему подключения — с нагрузкой или без нагрузки.

Блок измерения сопротивления изоляции может работать в двух режимах:

- Медленные измерения. Этот режим включается при одновременном соблюдении двух условий: уставка «Время запуска» блока БКИ не менее 11 секунд, и время выключенного состояния устройства перед подачей наложенного напряжения не менее 10 секунд. В этом режиме калибруются внутренние параметры измерительных цепей, что повышает точность измерения на низких и высоких значениях сопротивления изоляции.
- Быстрые измерения. Этот режим используется при невозможности использования режима медленных измерений. В данном режиме используются только измеренные значения.

Структурная схема блока измерения сопротивления отображена на рисунке 36

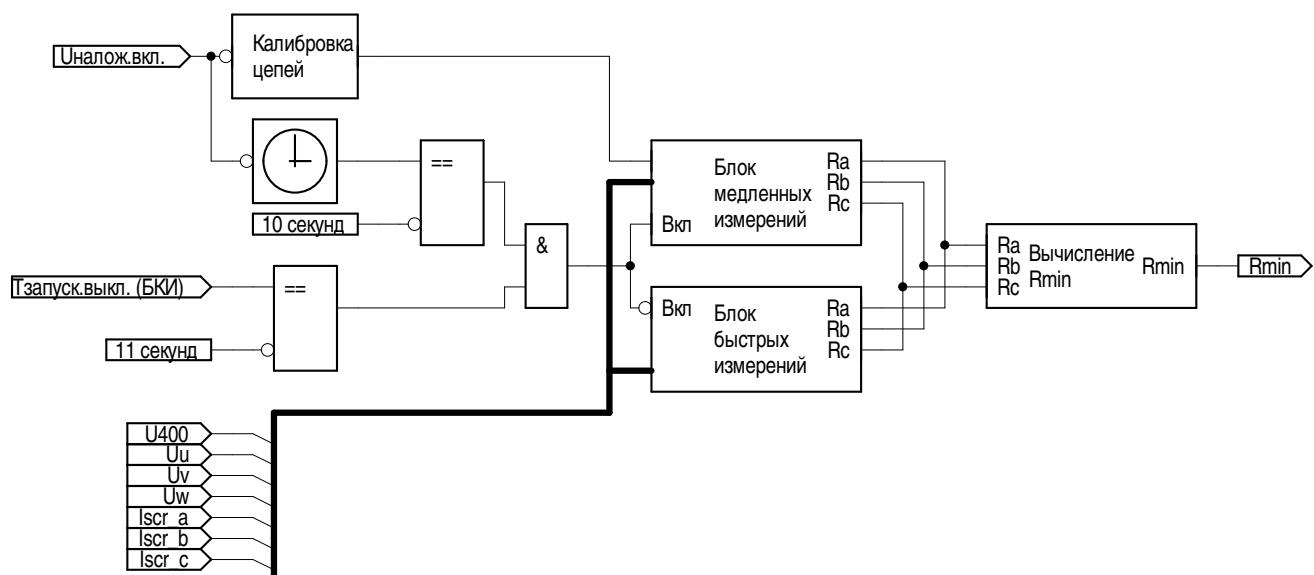


Рисунок 36. Структурная схема блока измерения сопротивления изоляции

## **Блок индикации измеренных параметров**

Блок индикации измеренных параметров подготавливает данные для отображения на блоке индикации — ограничивает скорость изменения отображаемых параметров, а также преобразует данные в удобный для восприятия вид:

- Измеренные линейные напряжения, напряжение секции шин и минимальные/максимальные линейные напряжения отображаются с шагом в 10 вольт.
- В отключенном устройстве (при наличии сигнала «ВЫКЛ») малые измеренные токи не отображаются на дисплее. При этом также не отображается коэффициент несимметрии фазных токов.

## **Блок загрузки устройства**

Блок загрузки устройства обеспечивает инициализацию модулей устройства, а также, в случае необходимости, запускает проверку МТЗ и БКИ (если это предусмотрено соответствующими уставками).

## Работа с блоком индикации

Блок индикации представляет собой монитор на базе графического OLED-дисплея с дополнительной светодиодной индикацией и разъемом для подключения кнопочной панели управления. БИ выполнен в металлическом корпусе с прозрачным окошком на лицевой панели. Габаритные и установочные размеры блока индикации приведены в приложении А. Оболочка БИ соответствует исполнению IP30. Вид БИ со стороны лицевой панели приведен на рисунке 37.



Рисунок 37. Лицевая панель БИ

В верхней части окошка БИ располагаются светодиодные индикаторы «ОТКЛ», «ВКЛ», «АВАРИЯ», служащие для отображения состояния КА и режимов работы устройства (соответствуют сигналам состояния устройства, стр. 45). Сигнал «ГОТОВ» отображается только на OLED-дисплее БИ. Основную площадь окошка занимает графический дисплей, служащий для отображения состояния устройства, наименований и значений выбранных параметров. БИ имеет встроенный микропроцессор, который циклически проверяет состояние кнопок панели управления, обеспечивает индикацию на дисплее информации, полученной от блока защиты и управления. Обмен информации между БИ и БЗУ обеспечивается по последовательному каналу RS-485.

Назначение кнопок БИ и их соответствие контактам на разъемах приведено в таблице 4, стр. 14.

Меню БИ представляет собой иерархическую структуру (дерево) пунктов и подпунктов, каждому из которых соответствует свой набор информации, отображаемой на дисплее БИ, именуемый в дальнейшем «окно».

Для перемещения по меню БИ используются четыре кнопки:

- «Вверх», «Вниз». Служит для циклической смены окон главных пунктов

меню, для выбора подпункта меню, либо для увеличения значения регистров и уставок;

- «Ввод». Служит для перехода на нижестоящий уровень меню, для перехода в режим редактирования выбранной уставки, для перехода к редактированию следующего разряда, либо для завершения редактирования;
- «Возврат». Служит для перехода на вышестоящий уровень меню, для возврата на начальное окно из главных пунктов меню, для прекращения редактирования уставки без записи ее в регистр.

Структура меню, назначение окон блока индикации и порядок работы с меню блока индикации:

### **Главное окно**

Главное окно показано на рисунке 38. Основное окно блока индикации. В случае отсутствия нажатий клавиш на панели управления в течение длительного времени БИ автоматически переключается на главное окно.

Окно состоит из следующих элементов:

- Текущее время (в верхнем левом углу окна). Отображает время в часах реального времени БЗУ;
- Включенные источники управления (в верхнем правом углу окна). Отображает перечень органов управления, с которых разрешена работа с устройством. Условные обозначения: М — пульт местного управления, Д — один или несколько пультов дистанционного управления, Т — телуправление;
- Название устройства (в верхней части по центру). Текущее название, присвоенное БЗУ. В случае отображения большого количества параметров, может не отображаться;
- Отображаемые параметры (в центре окна). Слева написано название параметра, справа - его значение;
- Текущее состояние устройства (в нижней части окна). Отображает сработанную и несброшенную защиту (одну из защит в случае срабатывания нескольких блоков), либо текущий статус устройства.



Рисунок 38. Главное окно

## **Окно ввода пароля**

Окно ввода пароля показано на рисунке 39. В данном окне отображается текущий действующий пароль и ведется отсчет времени до конца действия пароля.

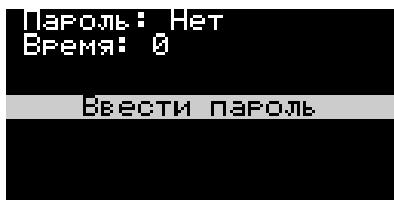


Рисунок 39. Окно ввода пароля

После нажатия кнопки «Ввод» БИ перейдет в окно со списком паролей для ввода (рисунок 40). В данном окне помимо текущего действующего пароля и времени действия отображается список паролей для ввода.



Рисунок 40. Список паролей

Для того, чтобы перейти к вводу пароля необходимо выбрать требуемый пункт меню и нажать кнопку «Ввод» (рисунок 41).



Рисунок 41. Процесс ввода пароля

На экране появится поле ввода пароля (пять «звездочек»). Изменение текущей цифры осуществляется с помощью кнопок «Вверх»/«Вниз», переход к вводу следующей цифры - по кнопке «Ввод». После ввода последней цифры БИ отсылает пароль в БЗУ для проверки, и в случае успешного ввода, пароль отобразится в верхней части окна («Пароль:»), и пойдет отсчет времени действия пароля (рисунок 42).

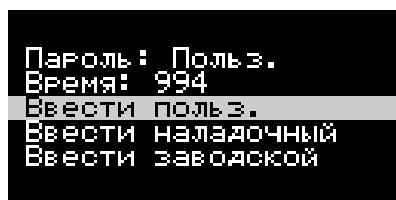


Рисунок 42. Успешный ввод пароля

Чтобы продлить время действия пароля (сбросить в начальное значение) необходимо ввести пароль еще раз. Чтобы прекратить действие пароля достаточно ввести заведомо неверный пароль.

## Окно настроек

Окно настроек и изменения уставок показано на рисунке 43. В данном окне также отображается текущий действующий пароль и срок действия пароля.

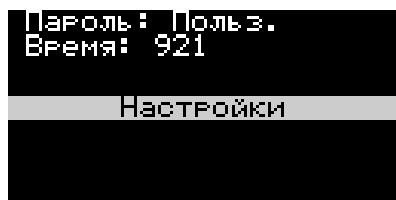


Рисунок 43. Окно настроек

После входа в данное меню отобразится список блоков устройства (рисунок 44). В верхней части окна находится бегущая строка с подсказкой по блоку. Кроме того, в самом низу будет пункт «Смена пароля», позволяющий изменить текущие пароли.

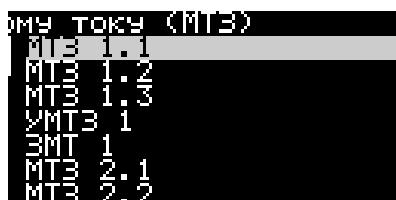


Рисунок 44. Список блоков устройства

Чтобы перейти к настройке блока, необходимо выбрать нужный блок и нажать кнопку «Ввод» (рисунок 45).



Рисунок 45. Перечень уставок и отображаемых параметров

В окне приведены все регистры, относящиеся к данному блоку. Значения, выведенные на темно-сером фоне являются уставками, значения, выведенные на черном фоне — отображаемые регистры (например, текущий статус блока). В верхней части окна также расположена бегущая строка с подсказкой по текущей выбранной уставке либо отображаемому параметру. Для редактирования регистра необходимо выбрать нужный параметр и нажать кнопку «Ввод» (рисунок 46).

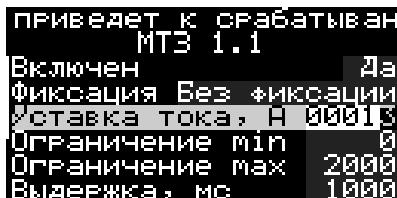


Рисунок 46. Редактирование уставки

В режиме редактирования параметра кнопки «Вверх» и «Вниз» изменяют значение выбранного параметра (если параметр — выбор из списка), либо увеличивают число на величину выбранного разряда. При удержании кнопки нажатой скорость изменения числа увеличивается. При нажатии на кнопку «Ввод» увеличивается редактируемый разряд числа, либо (если редактировался самый старший разряд) происходит запись числа в БЗУ (в случае, если текущий уровень введенного пароля достаточен для изменения данной уставки). В случае, если уровень пароля недостаточен, уставка изменена не будет.

При выборе пункта меню «Изменение пароля» отобразится окно, показанное на рисунке 47. В данном окне можно выбрать пароль и изменить его (рисунок 48). Новый пароль вводится аналогичным образом, как уставки в прочих блоках устройства. Если уровень текущего введенного пароля недостаточен, пароль изменен не будет.

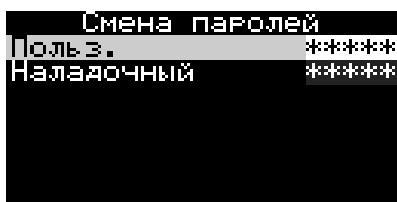


Рисунок 47. Список паролей для изменения

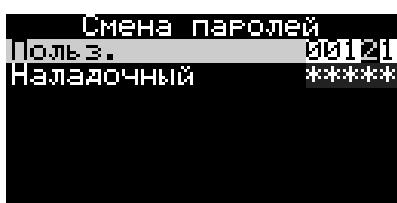


Рисунок 48. Ввод нового пароля

## **Окно статуса**

Окно статуса показано на рисунке 49.



Рисунок 49. Окно статуса

После входа в данное меню отобразится выбор подменю из двух пунктов: «Статус» и «Статус защит» (рисунок 50).

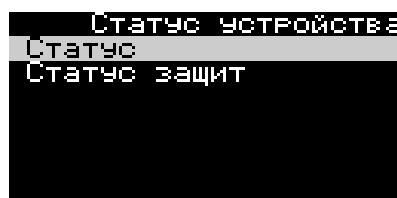


Рисунок 50. Список окна статуса устройства

Подменю «Статус» (рисунок 51) отобразит в виде списка параметры устройства - измеренные величины и текущее состояние . Окно аналогично окну настроек за исключением того, что в нем нет изменяемых параметров.

Измеренный Статус	
Ia 1, A	1
Ib 1, A	1
Ic 1, A	1
I <sub>max</sub> 1, A	1
I <sub>min</sub> 1, A	1
Ia 2, A	1

Рисунок 51. Список параметров устройства

Подменю «Статус защит» (рисунок 52) отобразит список блоков защит, присутствующих в устройстве, и их текущий статус:

1. Серая надпись на черном фоне — защита отключена в настройках защиты;
2. Белая надпись на черном фоне — защита включена;
3. Белая надпись на темно-сером фоне — выполнено условие для срабатывания защиты. Если в течение выдержки времени условие продолжит выполняться — сработает защита;
4. Черная надпись на белом фоне — защита сработала.



Рисунок 52. Статус защит

## Журналы и осцилограммы

Окно журналов и осцилограмм показано на рисунке 53.

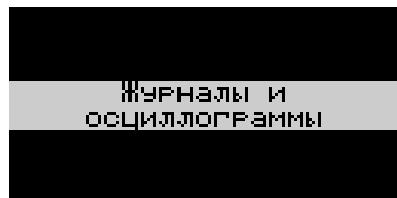


Рисунок 53. Окно журналов и осциллограмм

После входа в данное меню отобразится список журналов, хранимых в устройстве и пункт «Осциллограммы», если они присутствуют в данном устройстве ((рисунок 54)).

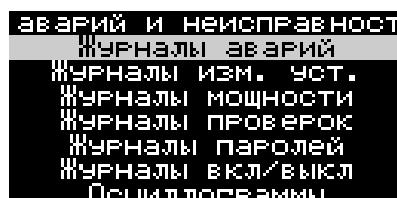


Рисунок 54. Список журналов и осциллограмм

После входа в один из журналов появится окно со списком хранимых записей в журнале. Журналы бывают двух типов:

- Журнал, в котором вся хранящаяся информация помещается в списке записей (например, журнал проверок защит, рисунок 55);

01/04/20 00:02:01	Тест АТ
01/04/20 00:02:01	Тест БВР
01/04/20 00:02:01	Тест АТ
01/04/20 00:02:01	Тест БВР

Рисунок 55. Журнал проверок защит

- Журнал, в котором информация выводится в отдельном окне, появляющимся по нажатию на кнопку «Ввод» (например, журнал сработавших защит, рисунки 56 и 57).

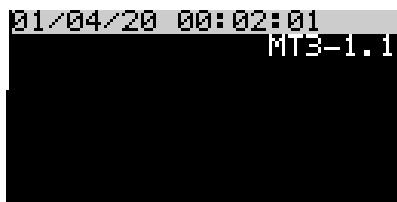


Рисунок 56. Журнал аварий

01/04/20 00:02:01
MTZ-1.1
I <sub>max</sub> 1, A
632
I <sub>a</sub> 1, A
632
I <sub>b</sub> 1, A
632

Рисунок 57. Пример записи в журнале аварий

Окно осцилограмм аналогично окнам журналов (рисунок 58). В нем указано время события, по которому снималась осцилограмма, и указание самого события (стартовая осцилограмма, или осцилограмма по одной из аварий). По нажатию на кнопку «Ввод» через несколько секунд на экране отобразится данная осцилограмма. Пример осцилограммы приведен на рисунке 59.

01/04/20 00:02:01
Стартовая
01/04/20 00:02:01
Стартовая
01/04/20 00:02:01
МТЗ-1.1
01/04/20 00:02:01
МТЗ-1.1

Рисунок 58. Список хранимых осцилограмм

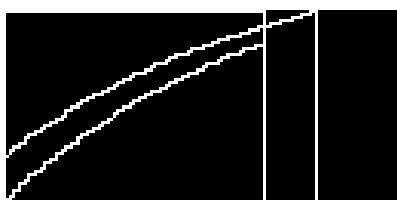


Рисунок 59. Пример осциллографа

Из-за ограничений графического OLED-дисплея (отсутствие цветов и низкое разрешение) графическое изображение осциллографа выводится только в информационных целях. Изучение, анализ и более качественный просмотр осциллографа рекомендуется проводить с использованием устройств верхнего уровня и канала телеконтроля.

### Окно «Нет связи»

В служебное окно «Нет связи с БЗУ» невозможно войти, используя клавиатуру. Оно появляется в начале работы (во время установления блоком индикации

---

связи с БЗУ), либо во время работы при потере связи (это может произойти из-за неисправности канала связи либо высокого уровня помех).

В данном режиме на БИ отображается следующая информация:

- Мигающие светодиодные индикаторы;
- Надпись «Нет связи с БЗУ»;
- Версия программного обеспечения БИ;
- Серийный номер БИ.

## **6 Использование по назначению**

### **Меры безопасности при работе с устройством**

Персонал, занимающийся обслуживанием и эксплуатацией устройства, должен быть ознакомлен с настоящим руководством по эксплуатации.

При монтаже составных частей устройства кроме настоящего руководства по эксплуатации следует руководствоваться:

- «Правилами устройств электроустановок».
- «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».
- «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителя».
- Местными эксплуатационными инструкциями.

Все монтажные, наладочные и ремонтные работы должны производиться только после отключения оборудования от сети питания.

Конструкция устройства обеспечивает его пожарную безопасность в аварийном режиме работы и при нарушении правил эксплуатации согласно ГОСТ 12.1.004-91.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ УСТРОЙСТВО И ЕГО СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ С НЕПОДКЛЮЧЕННЫМ ЗАЩИТНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ!**

**УСТРОЙСТВО НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЗАЩИТУ ОТ ДОСТУПА К ОПАСНЫМ ЧАСТИЯМ! ПРИ СБОРКЕ И РАБОТЕ С КОНЕЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ НЕОБХОДИМО ПРИНЯТЬ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.**

### **Подготовка устройства к использованию**

1. После транспортировки в условиях пониженных температур выдержать узлы устройства в упаковке в условиях монтажа не менее пяти часов.
2. Проверить состояние упаковки и распаковать узлы устройства.
3. Проверить комплект поставки в соответствии с п. 3 (стр. 12). настоящего руководства.
4. Убедиться в отсутствии механических повреждений узлов устройства
5. Убедиться в отсутствии загрязнения разъемов.
6. Намотать проверочную работу на датчики тока, собрать датчики тока в соответствии со схемой подключения (приложение В).
7. Установить узлы устройства на предназначенные для них места. Рабочее положение узлов устройства — любое.
8. Проверить правильность сборки.

9. Подключить заземляющие провода к клеммам заземления составных частей устройства в соответствии со схемой, приведенной в приложении В.
10. Произвести электромонтаж остальных цепей по схеме подключения устройства, приведенной в приложении В.
11. Проверить правильность монтажа.

## **Подготовка к работе**

1. Подать питание на устройство.
2. Если на экране БИ не отображается никакой информации, то необходимо проверить правильность монтажа. Особое внимание уделить цепям питания устройства и его составных частей.
3. Если на экране БИ отображается надпись «Нет связи», то необходимо проверить правильность монтажа, особое внимание уделить цепям связи БИ.
4. Настроить параметры работы устройства, блок «Устройство». Перезагрузить устройство по питанию (отключить питание устройства, выждать 5 секунд, включить питание устройства).
5. Если на экране БИ отображается надпись «Тест МТЗ» или «Тест БКИ», то необходимо проверить правильность монтажа и настроек устройства. Особое внимание уделить цепям датчиков тока, наличию перемычек (если они необходимы по схеме включения), настройкам «Две нагрузки» и «Тип датчика тока».
6. Подключить устройство верхнего уровня через разъем ТУ. Соединиться с устройством. Если связь с устройством невозможна, то необходимо проверить уставки «Скорость связи», «Modbus адрес», правильность монтажа цепей связи с ТУ.
7. Откалибровать используемые внешние входа в соответствии с п. 6.4, стр. 63.
8. Настроить устройство, используя БИ или ТУ в соответствии с параметрами эксплуатации конечного устройства.
9. Устройство готово к использованию.

## **Калибровка внешних входов**

Устройство позволяет калибровать один или несколько внешних входов по одному из трех параметров: нулевое сопротивление (калибровка при короткозамкнутом внешнем входе), или две калибровки падения напряжения на диоде (в прямом включении и в обратном включении). Внешние входа калибруются независимо, допускается калибровать один или несколько входов за один раз. Устройство само определяет, какие входа калибруются и по какому параметру. Для того, чтобы откалибровать внешние входа необходимо:

1. Подключиться к устройству через управляющую программу (с персонального компьютера). Для удобства работы вывести на экран текущие измеренные

сопротивления и полярности диодов внешних входов;

2. Ввести заводской пароль;
3. Попарно замкнуть контакты внешних входов, нуждающихся в калибровке (калибровка по нулевому сопротивлению).

**ВНИМАНИЕ!** Устройство автоматически определяет калибруемые внешние входа. Если есть входа, не участвующие в калибровке, необходимо отключить от них все внешние цепи. В противном случае возможно ложное определение внешнего входа как калибруемого и нежелательная калибровка параметров в несоответствующих условиях калибровки;

4. Послать на устройство команду «Разрешение системных операций»<sup>1</sup>.  
Дождаться ответа «Успешное выполнение команды»;
5. Послать на устройство команду «Калибровка внешних входов». Дождаться ответа «Успешное выполнение команды»<sup>2</sup>;
6. Убедиться, что измеренное сопротивление соответствующих внешних входов близко к нулевому;
7. Подключить к калибруемым внешним входам диоды без дополнительных сопротивлений (например, в прямом включении). Повторить пункты 3 - 6;
8. Изменить полярность подключенных диодов (например, на обратное включение). Повторить пункты 3 - 6;

**ВНИМАНИЕ!** Так как при калибровке падения напряжения на диодах используется значение нулевого сопротивления, необходимо данную калибровку проводить после калибровки по нулевому сопротивлению. Если внешние входа калибруются на сопротивления внешних цепей (с коммутационными проводами), то и диоды при калибровке необходимо подключать через те же сопротивления.

Если какой-то из видов подключений не будет использоваться при работе устройства, допускается данный вид подключения не калибровать. Также допускается не калибровать падение на диодах если в цепи внешнего входа не будут использоваться диоды (при использовании внешнего входа в качестве измерителя сопротивления).

## **7 Текущий ремонт**

Текущий ремонт осуществляется методом агрегатной замены вышедших из строя узлов устройства.

Ремонт вышедших из строя узлов производится представителями предприятия-изготовителя в рамках гарантийного и послегарантийного обслуживания.

---

<sup>1</sup>Описание регистров, управляющих команд и статусов выполнение приведено в документе «Описание регистров»

<sup>2</sup>В управляющей команде верхнего уровня выполнение операций 4 и 5 с проверкой ответов возможно по нажатию одной кнопки

## **8 Хранение**

1. Хранение устройства плавного пуска должно осуществляться в потребительской таре.
2. В помещениях для хранения устройства плавного пуска не должно быть паров кислот, щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

## **9 Транспортирование**

1. Транспортирование упакованного устройства плавного пуска может осуществляться всеми видами крытого транспорта в условиях, исключающих возможность непосредственного воздействия атмосферных осадков и агрессивных сред.
2. Размещение и крепление в транспортных средствах упакованных устройств плавного пуска должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность их ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.
3. Транспортирование должно соответствовать условиям 2(С) по ГОСТ 23216-78, в том числе по воздействию климатических факторов по группе 4 (Ж2) ГОСТ 15150-69.
4. Не допускается кантование устройства плавного пуска.

## **10 Гарантии изготовителя**

1. Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность (сохранность эксплуатационных характеристик) изделия при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной документацией на изделие.
2. Гарантийный срок эксплуатации — 12 месяцев со дня ввода изделия в эксплуатацию.
3. Гарантийный срок хранения — 24 месяца со дня изготовления изделия.
4. Устройство не является самостоятельным функционально заключенным изделием, поставляется как составная часть оборудования, и требует наличия внешних цепей защит и обеспечения работоспособности (сохранности эксплуатационных характеристик). Предприятие-изготовитель не несет гарантийных обязательств за выход из строя тиристоров.
5. Предприятие изготовитель снимает гарантии в случаях эксплуатации, хранения и транспортирования изделия с отклонениями от требований эксплуатационной документации. В частности гарантия снимается в случае, если не обеспечено ограничение скорости нарастания тока (не более 200 А/мкс) (обеспечивается внешними цепями ограничения, например, на напряжении 1140 В должен ставиться дроссель не менее 5 мкГн на фазу с током насыщения не менее 1,5 кА).
6. В случае отказов и неисправностей изделия в течение гарантийного срока изготовитель устраняет их своими силами и средствами.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

## **Габаритные и установочные размеры**

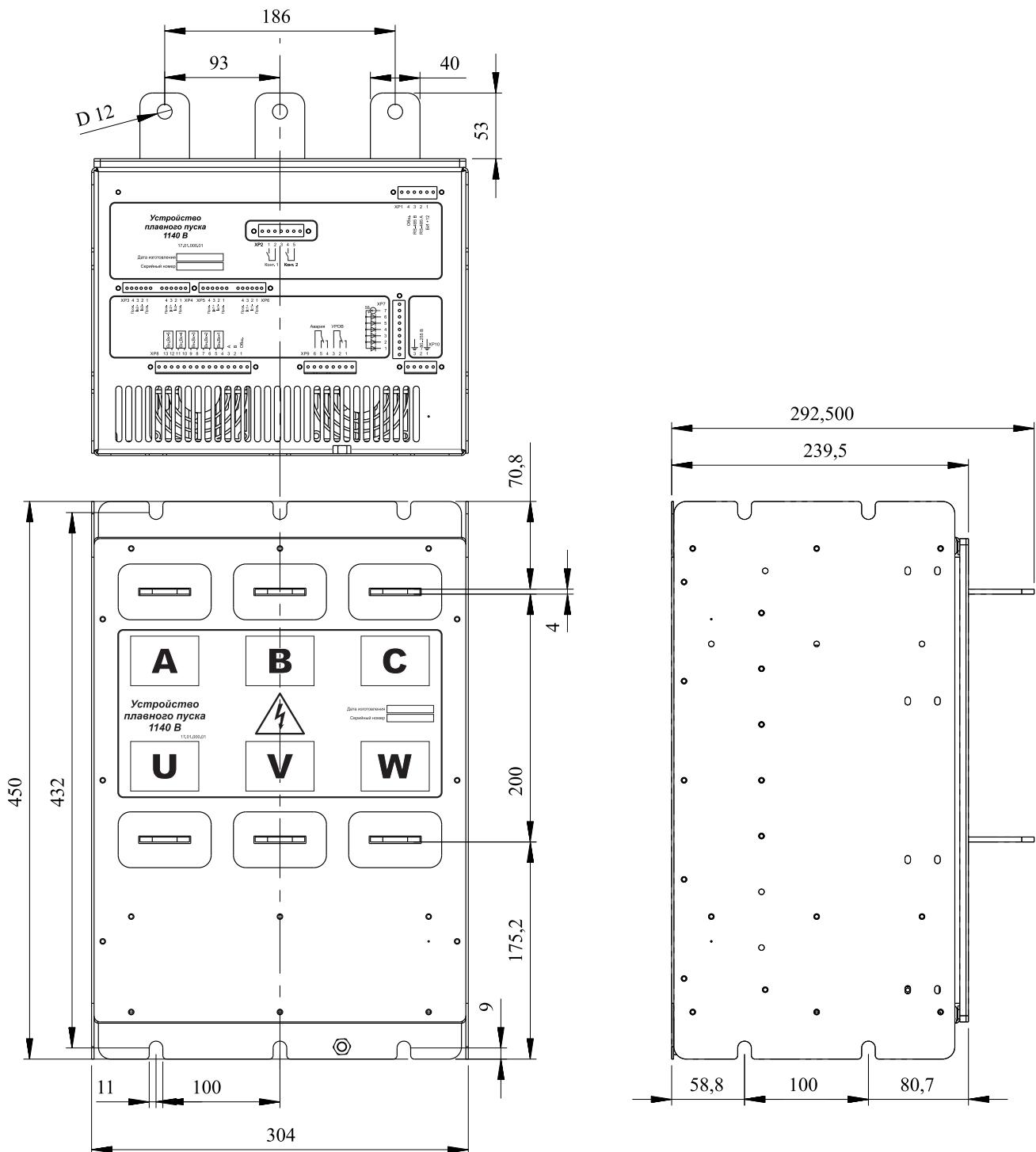


Рисунок 1. Размеры блока защиты и управления

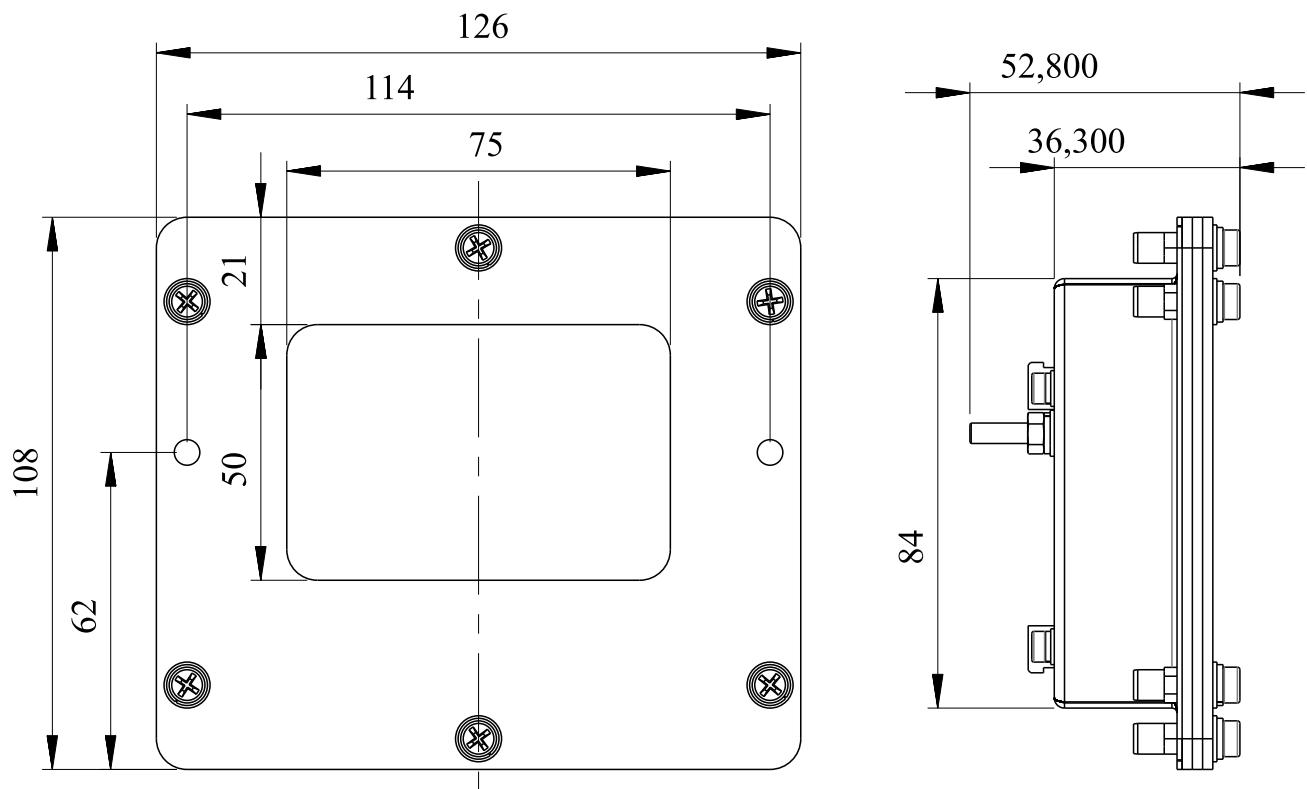


Рисунок 2. Размеры блока индикации

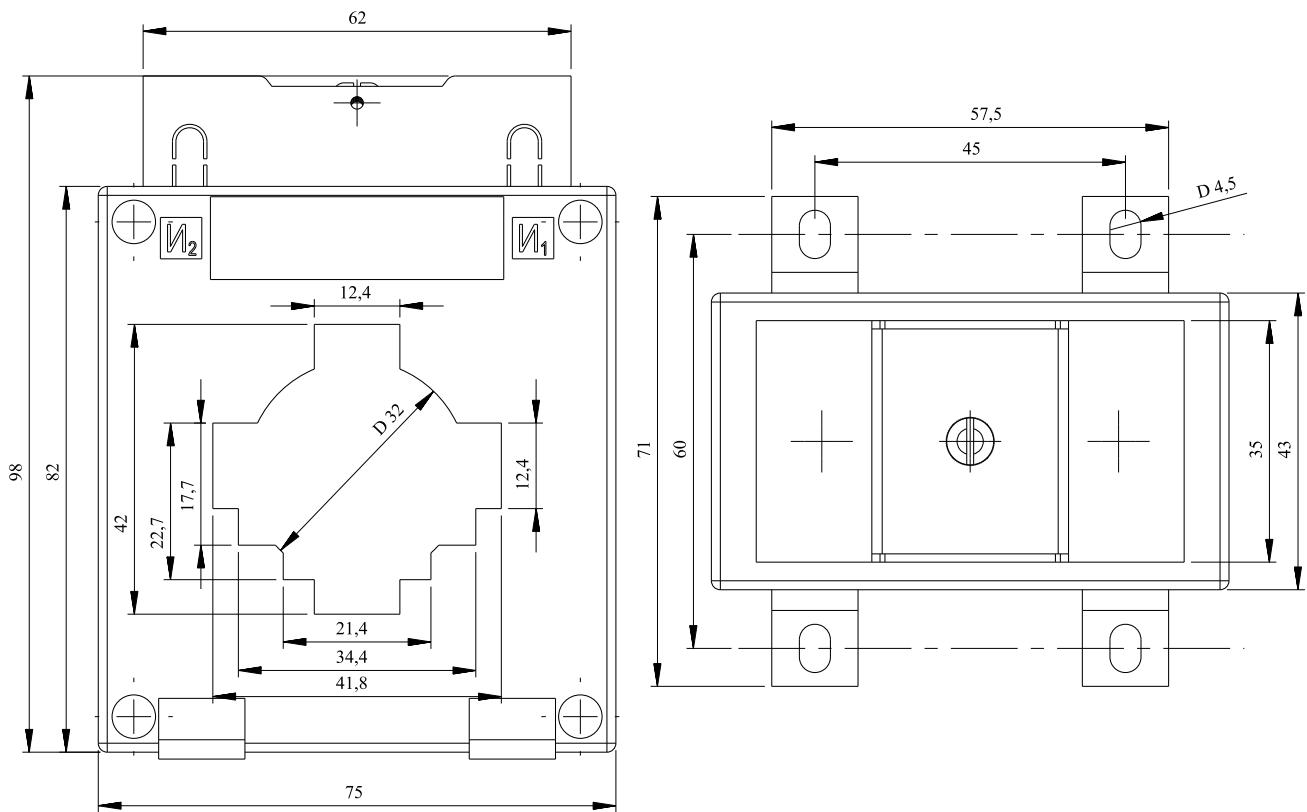


Рисунок 3. Размеры датчика тока

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Структурная схема

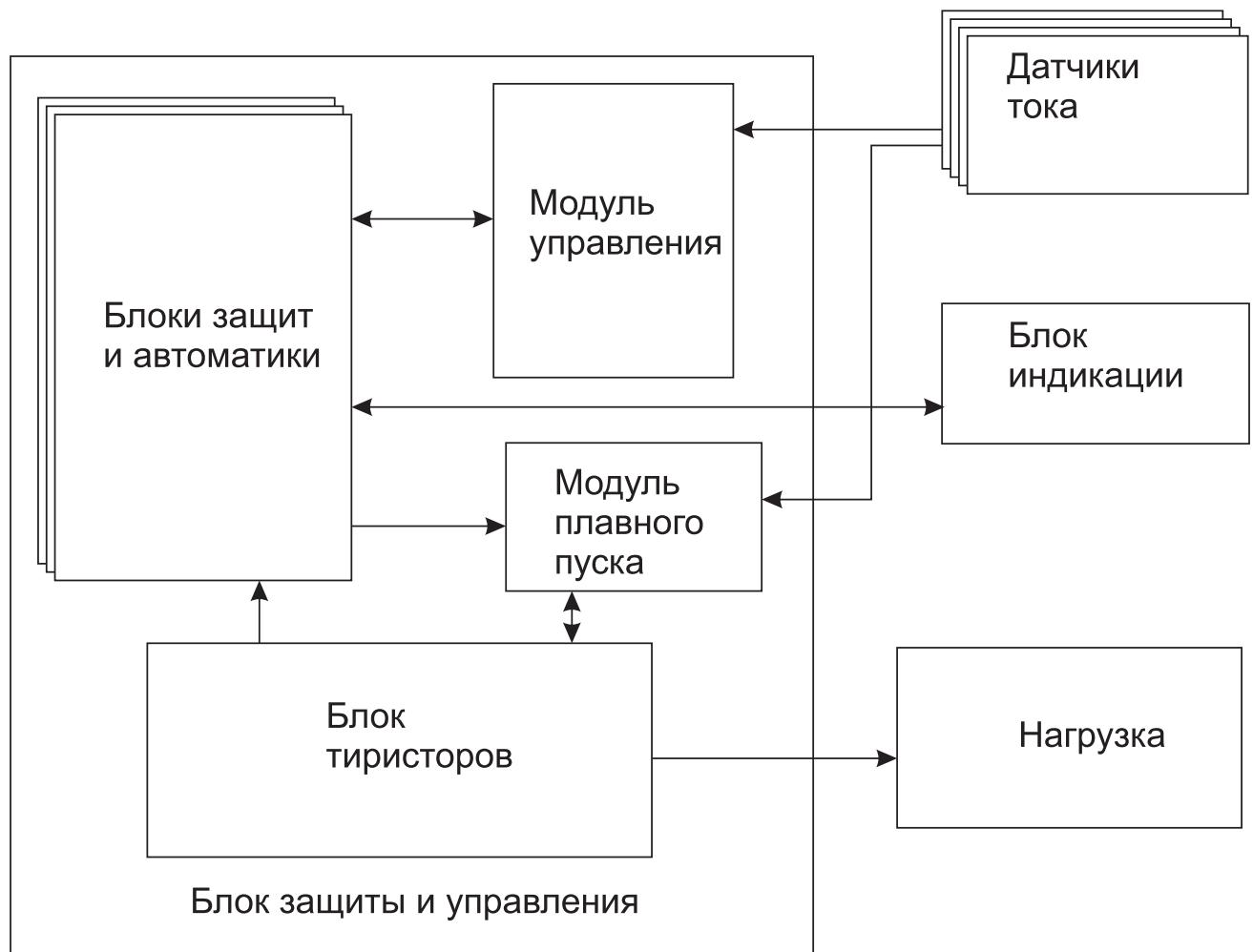


Рисунок 1. Структурная схема устройства

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

## **Схема подключения устройства**

\* Необходимо самостоятельно намотать проверочную обмотку - 10 витков

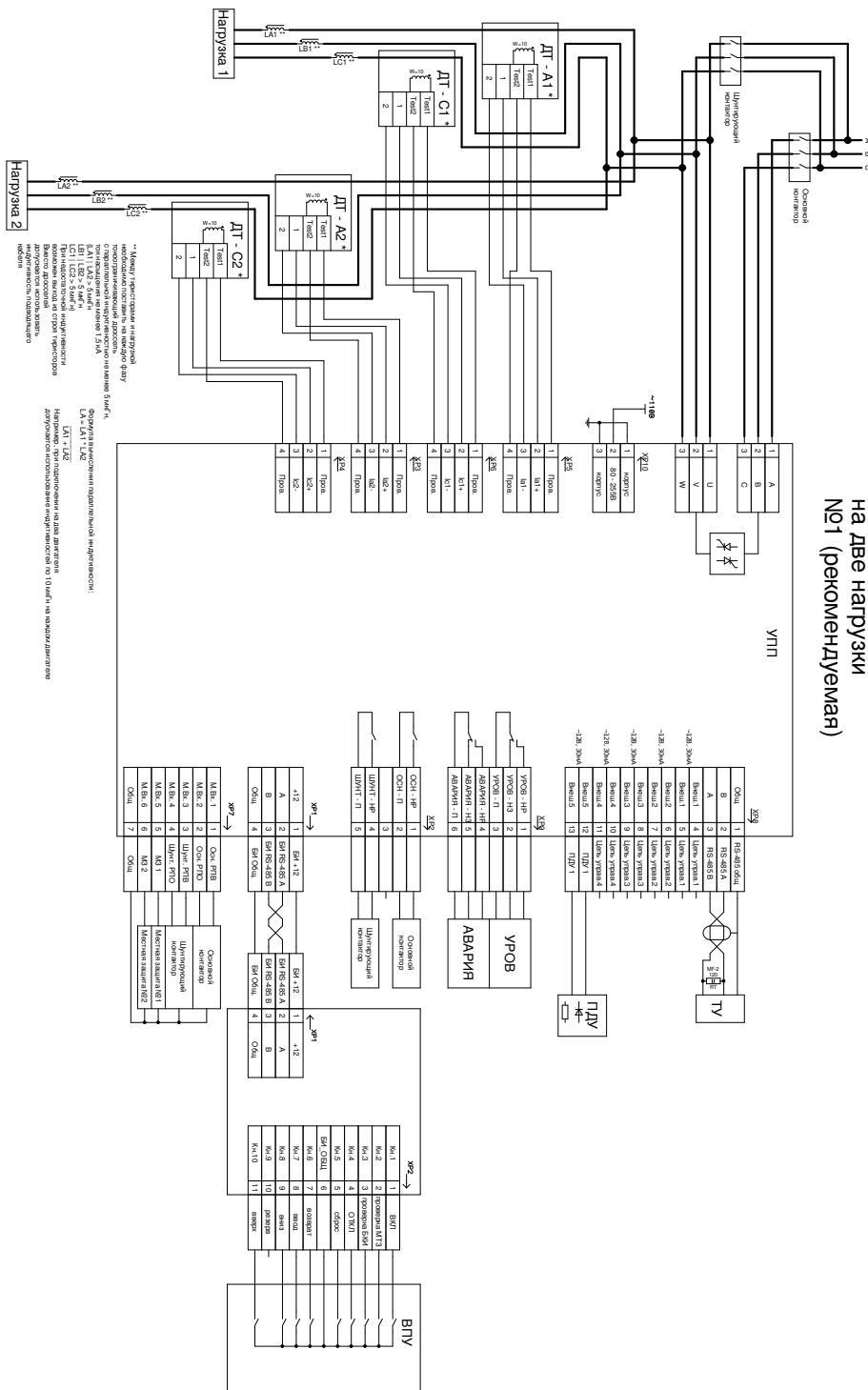


Рисунок 1. Схема подключения на две нагрузки №1 (рекомендованная).

\* Необходимо самостоятельно намотать проверочную обмотку - 10 витков

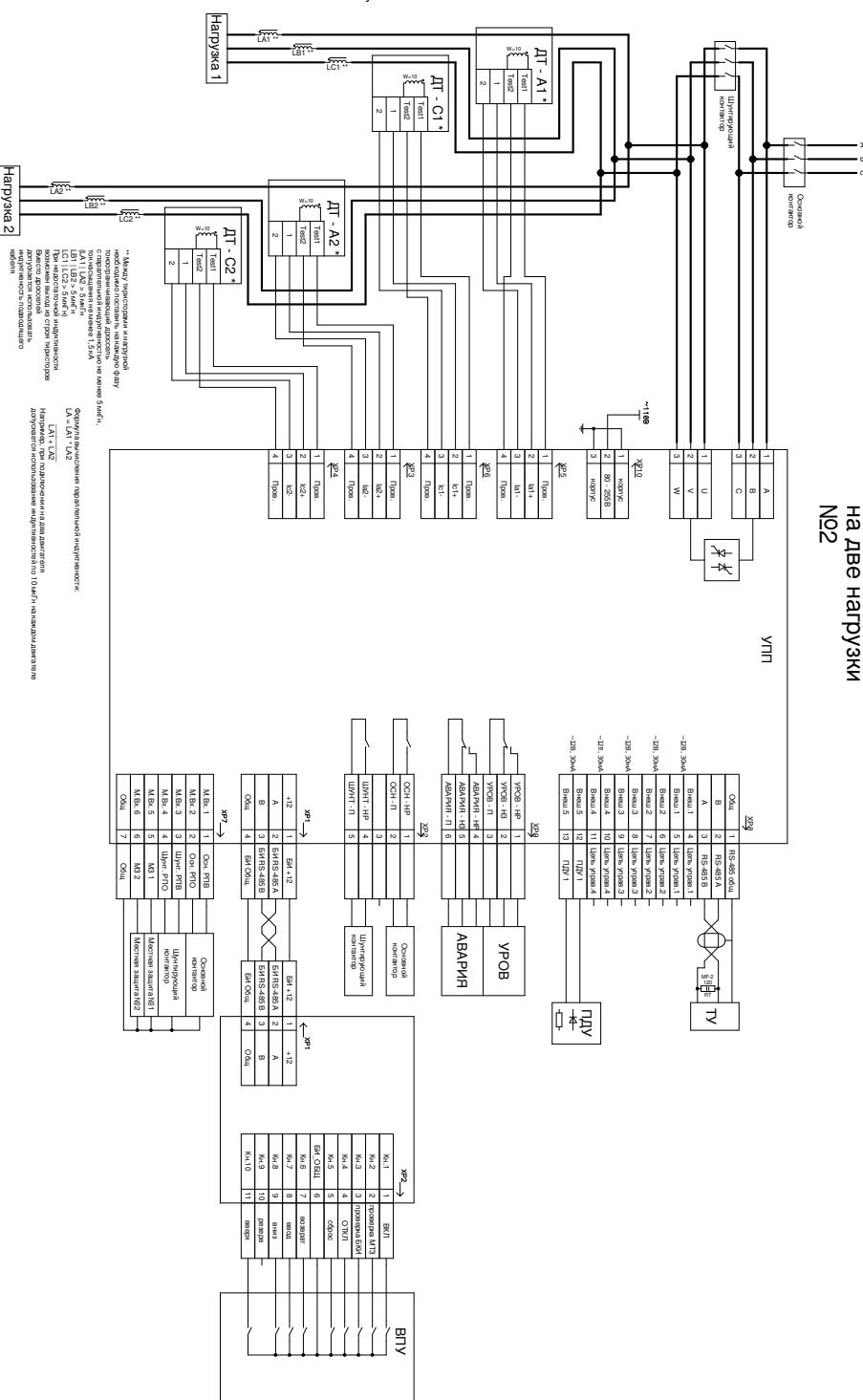


Рисунок 2. Схема подключения на две нагрузки №2.

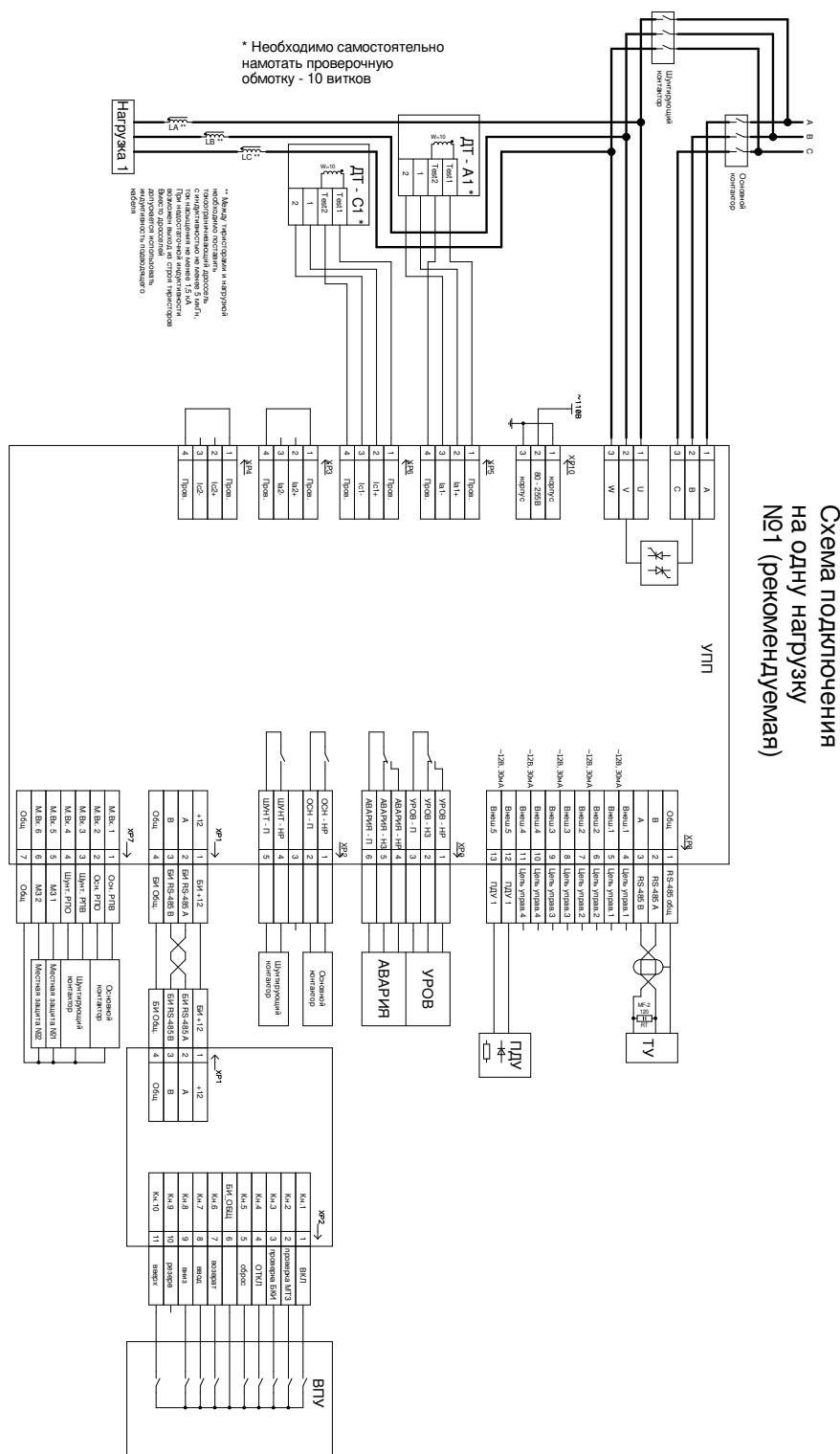


Рисунок 3. Схема подключения на одну нагрузку №1 (рекомендованная).

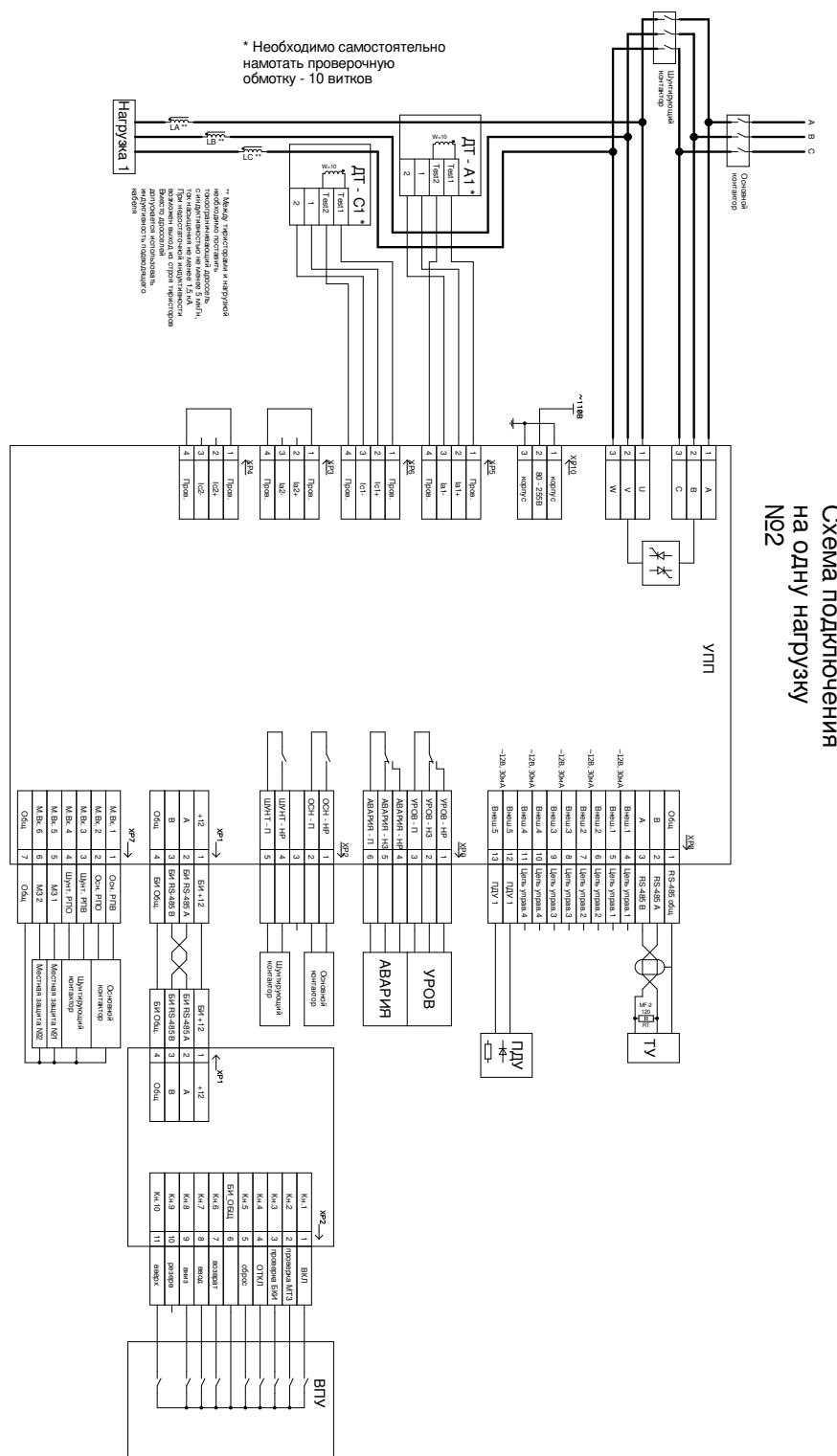


Рисунок 4. Схема подключения на одну нагрузку №2.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Перечень возможных отказов и рекомендации по устранению

Таблица 1. Перечень возможных отказов и рекомендации по устранению.

Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины	Указания по устранению
БИ не включается	Не подано питающее напряжение на УПП	Проверить наличие питающего напряжения на разъеме питания с помощью мультиметра. В случае отсутствия — подать питающее напряжение.
	Неисправна цепь между БИ и УПП	Проверить целостность цепи между БИ и УПП, проверить правильность подключения согласно схеме в приложении В.
	Неисправность источника питания собственных нужд в УПП	Проверить наличие напряжения 12 – 16 В на контактах 1, 4 разъема связи с БИ на УПП. В случае отсутствия напряжения — обратиться к производителю.
БИ включается, но горит надпись «Нет связи»	Неисправна цепь между БИ и УПП	Проверить целостность цепи между БИ и УПП, проверить правильность подключения согласно схеме в приложении В.
	Неисправность интерфейса RS-485 в УПП либо БИ	Обратиться к производителю.
При включении на БИ горит надпись «Тест МТЗ», устройство не реагирует на команду «Вкл».	Неправильное значение настройки «Две нагрузки».	Проверить, что количество подключенных датчиков тока совпадает со схемой включения, соответствующей уставке «Две нагрузки» (четыре датчика тока для значения настройки «Да», или два датчика тока для значения настройки «Нет»).

**УПП-U-I-L-NT**  
**Руководство по эксплуатации**

	Неправильное значение настройки «Тип датчиков тока».	Удостовериться, что все подключенные датчики тока имеют одинаковый номинал, соответствующий уставке «Тип датчиков тока».
	Неисправность цепей подключения датчиков тока.	Проверить правильность подключения датчиков тока и исправность цепей. Если настройка «Две нагрузки» выставлена в значение «Нет» проверить наличие перемычек на неиспользуемых разъемах датчиков тока (см. соответствующую схему включения в приложении В)
	Неисправность одного или нескольких датчиков тока.	Проверить работоспособность на заведомо рабочих датчиках тока.
	Неисправность устройства	Обратиться к производителю.
При включении на БИ горит надпись «Тест БКИ», устройство не реагирует на команду «Вкл».	Наличие на входах или выходах УПП постоянной составляющей напряжения.	Проверить наличие напряжения на входах и выходах устройства при отключенных контакторах.
	Неисправность устройства	Обратиться к производителю.
Устройство досрочно завершает плавный пуск.	УПП принудительно включает нагрузку по истечению отведенного времени плавного пуска.	Проверить уставки плавного пуска «Принудительное включение» и «Время плавного пуска».
	Недостаточная нагруженность двигателя.	При недостаточной нагрузке на валу двигателя УПП завершает плавный пуск при появлении электрического резонанса. Нагрузить двигатель.

**УПП-U-I-L-NT**  
**Руководство по эксплуатации**

	Наличие механического резонанса в двигателе.	Устранить механический резонанс.
Устройство показывает тока на фазе В в два раза больше, чем реальный ток.	Неправильное подключение датчиков тока.	Поменять местами контакты $I_{x+}$ и $I_{x-}$ фазы А или С соответствующей нагрузки.
Нечитаемый текст в названии устройства либо в названии защит.	Не прописано соответствующее название	Запрограммировать названия устройства и защит через ТУ.
Устройство быстро «забывает» настройки даты и времени после выключения.	Недостаточный заряд конденсатора на часах реального времени.	Подключить устройство к сети на время не менее 10 минут. Накопленного заряда хватит на 2 месяца питания часов.
Сопротивление цепи на внешнем входу измеряется некорректно.	Отсутствие одной из трех калибровок на соответствующем внешнем входу.	Откалибровать внешний вход согласно п. 6.4, стр. 63.