НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«КОМПЛЕКСНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

# УСТРОЙСТВО МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ КИТ-Р-А3-ДЗТ-01

**Руководство по эксплуатации**
**ТРБН.656122.001-22.01 РЭ1**

Содержание Лист

1 Назначение устройства ..... 5
2 Технические характеристики ..... 6
2.1 Функции защит, автоматики и сигнализации ..... 6
2.2 Основные технические характеристики устройства ..... 6
2.3 Функциональные характеристики устройства ..... 8
3 Описание функций устройства ..... 11
3.1 Общие сведения ..... 11
3.2 Дифференциальная защита трансформатора и дифференциальная токовая отсечка ..... 11
3.3 Газовая защита (ГЗ) ..... 15
3.4 Максимальная токовая защита (МТЗ) ..... 16
3.5 Ускорение МТЗ (УМТЗ) ..... 19
3.6 Блокировка по второй гармонике ..... 19
3.7 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ) ..... 21
3.8 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) ..... 22
3.9 Состояние защит ..... 23
3.10 Контроль измерительных цепей тока (КЦТ) ..... 25
3.11 Защита от перегрузки (ЗП) ..... 26
3.12 Функции сигнализации ..... 26
3.13 Функция блокировки РПН ..... 29
3.14 Функция пуска автоматики охлаждения ..... 29
3.15 Переключение групп уставок ..... 30
3.16 Регистрация событий и аварий ..... 30
3.17 Осциллографирование аварийных событий ..... 30
3.18 Функция измерения ..... 31
3.19 Самодиагностика ..... 31
ПРИЛОЖЕНИЕ А ..... 32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ..... 39

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ1) является второй частью общего руководства по эксплуатации ТРБН.656122.001 РЭ и предназначено для ознакомления с индивидуальными особенностями микропроцессорного устройства релейной защиты и автоматики КИТ-Р-А3-17-22-11-10-ДЗТ-01.

Описание общих технических характеристик, конструктивное исполнение устройства, его состав, правила эксплуатации, хранения, монтажа и транспортировки приведены в общем руководстве по эксплуатации ТРБН.656122.001 РЭ.

В настоящем РЭ1 приведены сведения по функциональному назначению устройства, его основные технические характеристики и параметры, принципы работы, сведения об индивидуальных условиях эксплуатации и технического обслуживания.

Перед эксплуатацией устройства необходимо ознакомиться с настоящим РЭ1, а также со следующими эксплуатационными документами:

- руководство по эксплуатации ТРБН.656122.001 РЭ;
- паспорт ТРБН.656122.001 ПС.

В тексте настоящего РЭ1 применяются следующие сокращения и обозначения:

ВВ – вводной выключатель;

ГЗ – газовая защита;

ГЗТ – газовая защита трансформатора;

МТЗ – максимальная токовая защита;

УМТЗ – ускорение максимальной токовой защиты;

КИ – контроль изоляции;

ЛЗШ – логическая защита шин;

НН – низкое напряжение;

ЗДЗ – защита от дуговых замыканий;

УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя;

РПН – регулирование под нагрузкой;

РПВ – реле положения выключателя «включено»;

РПО – реле положения выключателя «отключено»;

ТН – трансформатор напряжения;

ТТ – трансформатор тока;

ЦН – цепь напряжения;

ЦУ – цепь управления;

ПО – пусковой орган;

КЗ – короткое замыкание;

АСУ – автоматизированная система управления;

ЭМ – электромагнит;

ЭМВ – электромагнит включения;

ЭМО – электромагнит отключения;

☑ – программный ключ введен;

☐ – программный ключ выведен;

Вход – входной логический сигнал от функциональных схем;

Выход – выходной логический сигнал.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Устройство микропроцессорное релейной защиты и автоматики КИТ-Р-А3-17-22-11-ДЗТ-01 ТРБН.656122.001-22 (далее – устройство) предназначено для выполнения функций основной защиты двухобмоточных трансформаторов с высшим напряжением до 35 кВ.

Устройство предназначено для работы на подстанциях с выпрямленным или постоянным оперативным током.

На рисунке 1.1 приведена упрощенная схема подключения устройства.

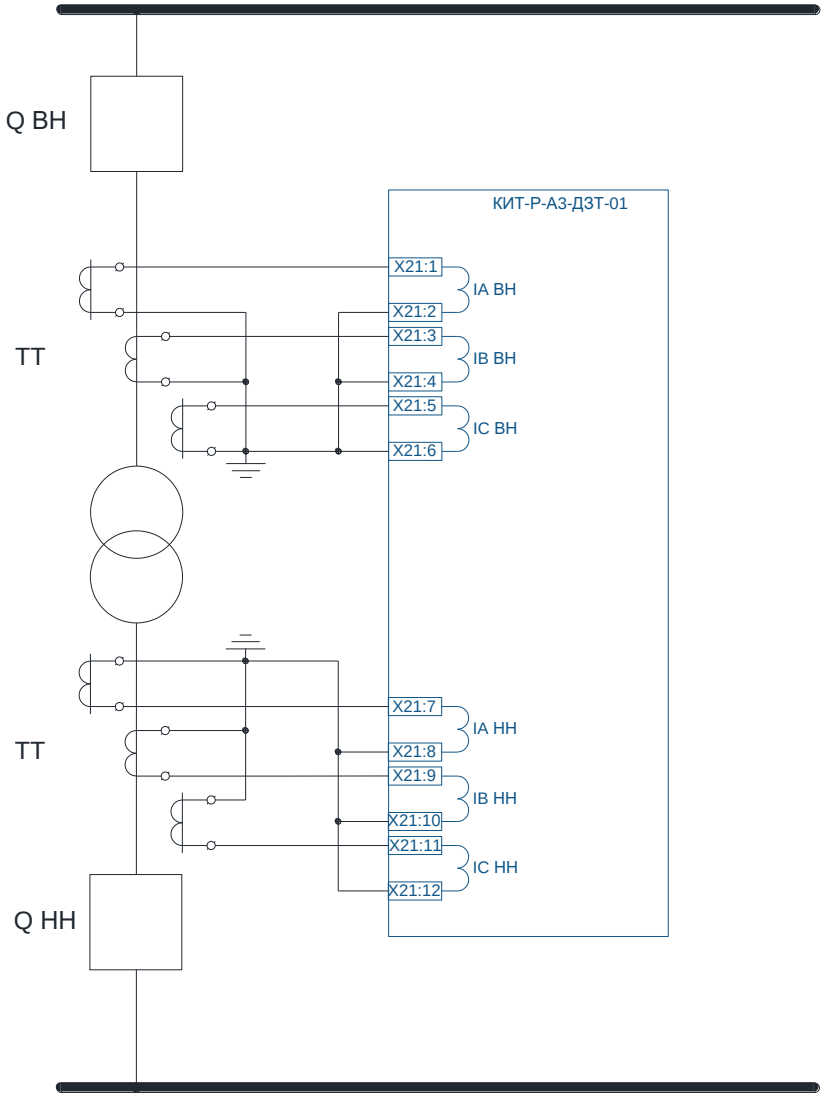



Рисунок 1.1 – Варианты подключения устройства

# 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## 2.1 Функции защит, автоматики и сигнализации

2.1.1 Основные функции защит, автоматики и сигнализации, выполняемые устройством приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные функции защит, автоматики и сигнализации

| Наименование функции | Код ANSI | Пункт РЭ1 |
|---|---|---|
| Дифференциальная защита трансформатора | 81T | 3.2 |
| Газовая защиты трансформатора и РПН | 63 | 3.3 |
| Максимальная токовая защита, 2 ступени | 51, 67 | 3.4 |
| Ускорение МТЗ | A51 | 3.5 |
| Блокировка МТЗ при броске тока намагничивания | 68 | 3.6 |
| Защита от дуговых замыканий | AFD | 3.7 |
| Устройство резервирования отказа выключателя | 50BF | 3.8 |
| Защита от перегрузки | - | 3.11 |
| Блокировка РПН | - | 3.13 |
| Пуск автоматики охлаждения | - | 3.14 |
| Диагностика цепей тока | - | 3.10 |
| Аварийная сигнализация | - | 3.12 |
| Предупредительная сигнализация | - | |

## 2.2 Основные технические характеристики устройства

2.2.1 Основные технические характеристики устройства приведены в таблице 2.2. Подробные технические характеристики приведены в ТРБН.656122.001 РЭ.

Таблица 2.2 – Основные технические характеристики

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| **Оперативное питание** | |
| Тип оперативного тока | Переменный, постоянный выпрямленный |
| Диапазон напряжения питания, В | 85-264 |
| **Измерительные аналоговые входы** | |
| Количество измерительных каналов тока | 6 |
| Диапазон контролируемых значений каналов тока, А | 0,25 – 250,00 |
| **Дискретные входы** | |
| Количество дискретных входов | 21 |
| Тип оперативного тока | Постоянный, выпрямленный |

Продолжение таблицы 2.2

| Наименование параметра | Значение |
|---|---|
| Номинальное напряжение, В | 220 |
| Собственное время срабатывания, не более, мс | 5 |
| Дополнительная задержка срабатывания, мс[1)] | 0 – 30 |
| Импульс режекции тока | Да |
| Порог срабатывания, В | 158 - 170 |
| Порог возврата, В | 132 - 154 |
| **Дискретные выходы** | |
| Количество дискретных выходов | 15 |
| Время срабатывания, не более, мс | 5 |
| Напряжение коммутации, В | 5 – 264 |
| Коммутационная способность контактов реле при замыкании нагрузки в цепях постоянного тока напряжением 220 В, не более | 40 А в течение 30 мс<br>30 А в течение 200 мс<br>15 А в течение 300 мс<br>10 А в течение 1 с<br>8 А длительно |
| Коммутационная способность контактов реле при размыкании активно-индуктивной нагрузки с постоянной времени L/R не более 50 мс в цепях постоянного тока напряжением 220 В, не более | 0,25 А |
| **Бесконтактные дискретные выходы** | |
| Количество дискретных выходов | 2 |
| Коммутационная способность реле при активной нагрузке, мА | 65 |
| **Интерфейсы связи с устройством** | |
| Тип интерфейса связи с АСУ | RS-485 (разъем X33) |
| Протокол передачи данных в АСУ | ModBus-RTU,<br>МЭК 60870-5-101-2006<br>МЭК 60870-5-103-2005 |
| Тип интерфейса связи с программой «KIT.Connect»[2)] | RS-485 (разъем X32), USB |
| **Синхронизация времени** | |
| Тип интерфейса | RS-485 (разъем X31) |
| Способ синхронизации | 1PPS |
| **Функциональное ПО** | |
| Собственное время срабатывания пусковых органов по току, не более, мс | 25 |
| Время возврата пусковых органов по току, не более, мс | 25 |

[1)] Задается в программе «KIT.Connect»

[2)] Одновременная связь возможна только по одному из интерфейсов с приоритетом USB

## 2.3 Функциональные характеристики устройства

### 2.3.1 Схема подключения

2.3.1.1 На рисунке 2.1 приведена схема подключения устройства.

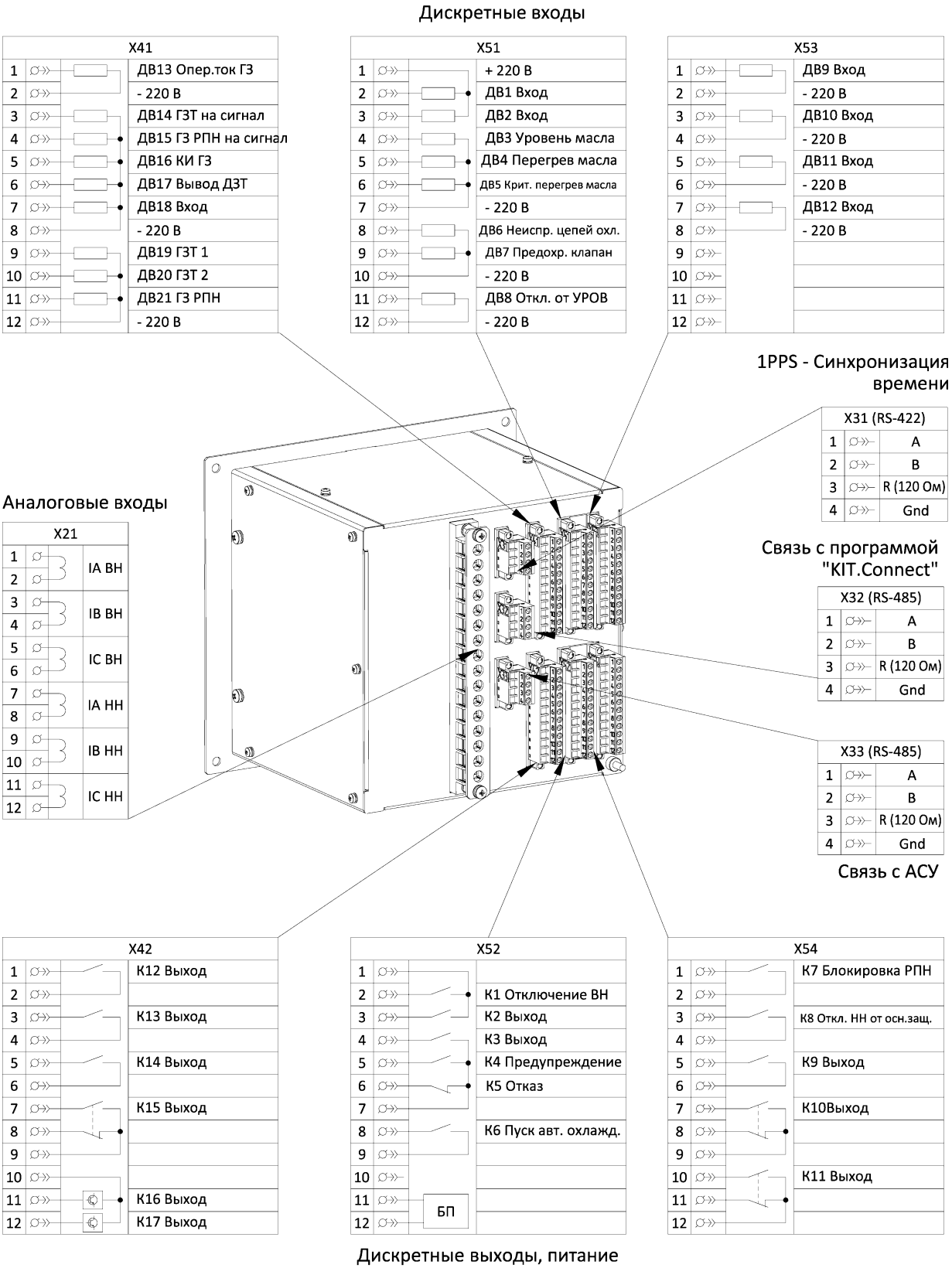



Рисунок 2.1 – Схема подключения устройства

2.3.2 Аналоговые входы

2.3.2.1 В таблице 2.3 приведен перечень аналоговых входов устройства.

Таблица 2.3 – Аналоговые входы

| Наименование аналогового входа | Диапазон измерения | Функциональное назначение |
|---|---|---|
| IA ВН | 0,25 – 250,00 А | Ток фазы А стороны ВН |
| IB ВН | | Ток фазы В стороны ВН |
| IC ВН | | Ток фазы С стороны ВН |
| IA НН | | Ток фазы А стороны НН |
| IB НН | | Ток фазы В стороны НН |
| IC НН | | Ток фазы С стороны НН |

2.3.3 Дискретные входы и выходы

2.3.3.1 В таблицах 2.4 и 2.5 приведены состав дискретных входов и выходов устройства соответственно. Функциональное назначение дискретных входов и выходов, их наименования выполнены на заводе-изготовителе устройства и при необходимости могут быть изменены с помощью программы «KIT.Connect».

Таблица 2.4 – Дискретные входы

| Наименование дискретного входа | Функциональное назначение | Подключен к логическому входу |
|---|---|---|
| ДВ1 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ2 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ3 Уровень масла | Сигнал снижения уровня масла | Уровень масла |
| ДВ4 Перегрев масла | Сигнал перегрева масла | Перегрев масла |
| ДВ5 Крит. перегрев масла | Сигнал критического перегрева масла | Крит. перегрев масла |
| ДВ6 Неиспр. цепей охл. | Сигнал неисправности цепей охлаждения | Неиспр. цепей охл. |
| ДВ7 Предохр. клапан | Сигнал срабатывания предохранительного клапана | Предохр. клапан |
| ДВ8 Откл. от УРОВ | Отключение от УРОВ нижестоящих защит | Откл. от УРОВ |
| ДВ9 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ10 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ11 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ12 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ13 Опер.ток ГЗ | Сигнал отсутствия оперативного тока в цепях ГЗ | Опер. ток ГЗ |
| ДВ14 ГЗТ на сигнал | Перевод действия ГЗТ на сигнал | ГЗТ на сигнал |
| ДВ15 ГЗ РПН на сигнал | Перевод действия ГЗ РПН на сигнал | ГЗ РПН на сигнал |

Продолжение таблицы 2.4

| Наименование дискретного входа | Функциональное назначение | Подключен к логическому входу |
|---|---|---|
| ДВ16 КИ ГЗ | Срабатывание реле контроля изоляции цепей газовой защиты | КИ ГЗ |
| ДВ17 Вход | Вывод ДЗТ | Блок. ДЗТ |
| ДВ18 Вход | Назначаемый дискретный вход | - |
| ДВ19 ГЗТ 1 | Срабатывание первой ступени ГЗ трансформатора | ГЗТ 1 |
| ДВ20 ГЗТ 2 | Срабатывание второй ступени ГЗ трансформатора | ГЗТ 2 |
| ДВ21 ГЗ РПН | Срабатывание ГЗ РПН | ГЗ РПН |

Таблица 2.5 – Дискретные выходы

| Наименование дискретного выхода | Функциональное назначение | Подключен к логическому выходу |
|---|---|---|
| К1 Отключение ВН | Отключение выключателя стороны ВН | Отключение ВН от защит |
| К2 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К3 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К4 Предупреждение | Предупредительная сигнализация | Предупреждение |
| К5 Отказ[1)] | Отказ устройства | Отказ |
| К6 Пуск авт.охлажд. | Пуск автоматики охлаждения трансформатора по величине тока | Пуск авт. охлажд. |
| К7 Блокировка РПН | Блокировка РПН по превышению тока | Блокировка РПН |
| К8 Откл. НН от осн.защ. | Отключение выключателя НН от основных защит | Откл. НН от осн.защ. |
| К9 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К10 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К11 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К12 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К13 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К14 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К15 Выход | Назначаемый дискретный выход | - |
| К16 Выход | Назначаемый бесконтактный дискретный выход | - |
| К17 Выход | Назначаемый бесконтактный дискретный выход | - |
| [1)] Назначение дискретного выхода не изменяется. | | |

# 3 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ УСТРОЙСТВА

## 3.1 Общие сведения

В данном разделе приводится описание функций релейной защиты, автоматики и сигнализации.

Все функциональные схемы алгоритмов устройства приведены в приложении А.

Для всех функций устройства уставки защит, автоматики и сигнализации приведены во вторичных значениях. Общая таблица уставок (бланк задания уставок) приведена в приложении Б.

## 3.2 Дифференциальная защита трансформатора (ДЗТ) и дифференциальная токовая отсечка ДТО

3.2.1 Функциональная схема алгоритмов ДЗТ и ДТО представлена на рисунке 3.1. Настраиваемые параметры ДЗТ и ДТО приведены в таблице 3.1, входные и выходные сигналы – в таблице 3.2.

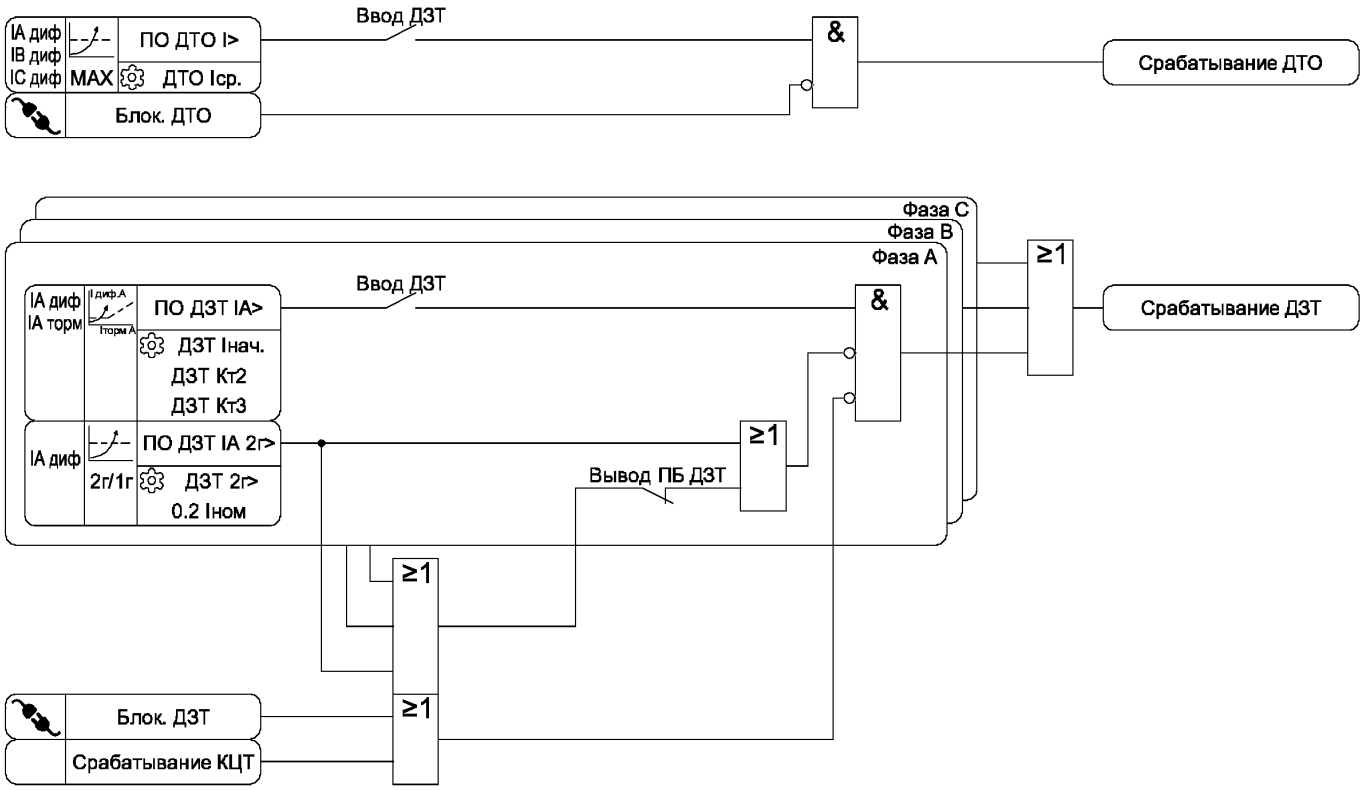



Рисунок 3.1 – Функциональная схема алгоритма ДЗТ и ДТО

Таблица 3.1 – Параметры ДЗТ и ДТО

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| **Общее** | | | | |
| Sном | 1,0 – 63,0 | 10,0 | 0,1 | Номинальная полная мощность трансформатора, МВА |
| Uном ВН | 6,00 – 40,00 | 35,00 | 0,01 | Номинальное первичное значения напряжение стороны ВН, кВ |
| Uном НН | 1,00 – 40,00 | 10,50 | 0,01 | Номинальное первичное значения напряжение стороны НН, кВ |
| Схема ВН – Y | ☐ – ☑ | ☑ | - | Схема соединения стороны ВН – треугольник |

Продолжение таблицы 3.1

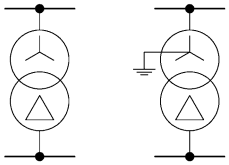
| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Схема НН – Y | ☐ – ☑ | ☐ | - | Схема соединения стороны НН – треугольник |
| Группа | 0; 1; 11 | 11 | - | Группа соединения |
| **ДЗТ** | | | | |
| Ввод ДЗТ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод ДЗТ |
| ДЗТ Iдиф.нач. | 0,20 – 1,50 | 0,30 | 0,01 | Уставка по начальному току срабатывания ДЗТ, ном |
| ДЗТ Кторм2 | 0,00 – 0,50 | 0,20 | 0,01 | Уставка по коэффициенту торможения второго участка характеристики торможения ДЗТ |
| ДЗТ Кторм3 | 0,30 – 1,20 | 0,50 | 0,01 | Уставка по коэффициенту торможения третьего участка характеристики торможения ДЗТ |
| ДЗТ 2г> | 0,10 – 0,30 | 0,15 | 0,01 | Уставка блокировки по второй гармонике ДЗТ |
| Вывод ПБ ДЗТ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Вывод ДЗТ |
| **ДТО** | | | | |
| Ввод ДТО | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод ДТО |
| ДТО I> | 3,00 – 30,00 | 10,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания ДТО, ном |

Таблица 3.2 – Логические сигналы ДЗТ и ДТО

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| **Ступень 1** | | |
| ПО | ПО ДЗТ IA>[1)] | Пусковой орган ДЗТ по фазе А |
| | ПО ДЗТ IB>[1)] | Пусковой орган ДЗТ по фазе В |
| | ПО ДЗТ IC>[1)] | Пусковой орган ДЗТ по фазе С |
| | ПО ДЗТ IA 2г>[2)] | Пусковой орган блокировки ДЗТ по фазе А |
| | ПО ДЗТ IB 2г>[2)] | Пусковой орган блокировки ДЗТ по фазе В |
| | ПО ДЗТ IC 2г>[2)] | Пусковой орган блокировки ДЗТ по фазе С |
| | ПО ДТО I>[1)] | Пусковой орган ДТО |
| | Блок. ДЗТ | Блокирование ДЗТ |
| | Блок. ДТО | Блокирование ДТО |
| Вход | Срабатывание КЦТ | Неисправность измерительных цепей тока |
| Выход | Срабатывание ДЗТ | Срабатывание ДЗТ |
| | Срабатывание ДТО | Срабатывание ДТО |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,93<br>[2)] Коэффициент возврата не менее 0,75 | | |

3.2.2 Устройство предназначено для защиты трансформаторов со схемами соединения Y/D-11(1), Yн/D-11(1), Y/Y-0, D/D-0. Далее для каждой схемы приведены уставки защиты и формулы по которым выполняется расчет дифференциального тока и тока торможения.

**Схема соединения:**



Y/D Yн/D

**Группа соединения:** 11

**Уставки:**

| | |
|---|---|
| Схема ВН – Y | ☑ |
| Схема НН – Y | ☐ |
| Группа | 11 |

**Расчет дифференциальных токов:**

$$I_{A\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{A\,ВН}-\bar{I}_{B\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{A\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.1)$$

$$I_{B\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{B\,ВН}-\bar{I}_{C\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{B\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.2)$$

$$I_{C\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{C\,ВН}-\bar{I}_{A\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{C\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.3)$$

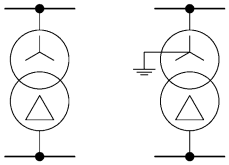
**Расчет токов торможения:**

$$I_{A\,торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{A\,ВН}-\bar{I}_{B\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{A\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right|\right) \quad (3.7)$$

$$I_{B\,торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{B\,ВН}-\bar{I}_{C\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{B\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right|\right) \quad (3.8)$$

$$I_{C\,торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{C\,ВН}-\bar{I}_{A\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{C\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right|\right) \quad (3.9)$$

**Схема соединения:**



Y/D Yн/D

**Группа соединения:** 1

| | |
|---|---|
| Схема ВН – Y | ☑ |
| Схема НН – Y | ☐ |
| Группа | 1 |

$$I_{A\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{A\,ВН}-\bar{I}_{C\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{A\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.4)$$

$$I_{B\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{B\,ВН}-\bar{I}_{A\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{B\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.5)$$

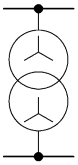
$$I_{C\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{C\,ВН}-\bar{I}_{B\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{C\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.6)$$

$$I_{A\,торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{A\,ВН}-\bar{I}_{C\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{A\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right|\right) \quad (3.10)$$

$$I_{B\,торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{B\,ВН}-\bar{I}_{A\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{B\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right|\right) \quad (3.11)$$

$$I_{C\,торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{C\,ВН}-\bar{I}_{B\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{C\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right|\right) \quad (3.12)$$

**Схема соединения:**

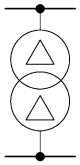


Y/Y

**Группа соединения:** 0

**Уставки:**

| | |
|---|---|
| Схема ВН – Y | ☑ |
| Схема НН – Y | ☑ |
| Группа | 0 |



D/D

**Группа соединения:** 0

| | |
|---|---|
| Схема ВН – Y | ☐ |
| Схема НН – Y | ☐ |
| Группа | 0 |

**Расчет дифференциальных токов:**

$$I_{A\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{A\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{A\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.13)$$

$$I_{B\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{B\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{B\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.14)$$

$$I_{C\,диф}=\left|\frac{\bar{I}_{C\,ВН}}{\sqrt{3}\cdot I_{ном\,вт\,ВН}}+\frac{\bar{I}_{C\,НН}}{I_{ном\,вт\,НН}}\right| \quad (3.15)$$

**Расчет токов торможения:**

$$I_{A\ торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{A\ ВН}}{I_{ном\ вт\ ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{A\ НН}}{I_{ном\ вт\ НН}}\right|\right) \quad (3.16)$$

$$I_{B\ торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{B\ ВН}}{I_{ном\ вт\ ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{B\ НН}}{I_{ном\ вт\ НН}}\right|\right) \quad (3.17)$$

$$I_{C\ торм}=\frac{1}{2}\cdot\left(\left|\frac{\bar{I}_{C\ ВН}}{I_{ном\ вт\ ВН}}\right|+\left|\frac{\bar{I}_{C\ НН}}{I_{ном\ вт\ НН}}\right|\right) \quad (3.18)$$

где $\bar{I}_{A\ ВН}, \bar{I}_{B\ ВН}, \bar{I}_{C\ ВН}$ -вторичные значения фазных токов стороны ВН, А;

$\bar{I}_{A\ НН}, \bar{I}_{B\ НН}, \bar{I}_{C\ НН}$ -вторичные значения фазных токов стороны НН, А;

$I_{ном\ вт\ ВН}$ – номинальный вторичный ток стороны ВН, А;

$I_{ном\ вт\ НН}$ – номинальный вторичный ток стороны НН, А.

Номинальные вторичные токи стороны ВН и НН рассчитываются по формулам:

$$I_{ном\ вт\ ВН}=\frac{S_{ном}\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot U_{ном\ ВН}\cdot К_{тр\ ВН}} \quad (3.19)$$

$$I_{ном\ вт\ НН}=\frac{S_{ном}\cdot 10^3}{\sqrt{3}\cdot U_{ном\ НН}\cdot К_{тр\ НН}} \quad (3.20)$$

где $S_{ном}$ – номинальная мощность трансформатора, МВА;

$U_{ном\ ВН}$ – номинальное первичное значения напряжение стороны ВН, кВ;

$U_{ном\ НН}$ – номинальное первичное значения напряжение стороны НН, кВ;

$К_{тр\ ВН}$ – коэффициент трансформации ТТ стороны ВН;

$К_{тр\ НН}$ – коэффициент трансформации ТТ стороны НН.

3.2.3 ДЗТ выполнена с торможением. При увеличении тока, протекающего через трансформатор, увеличивается уставка срабатывания ДЗТ. Характеристика срабатывания ДЗТ приведена на рисунке 3.2.

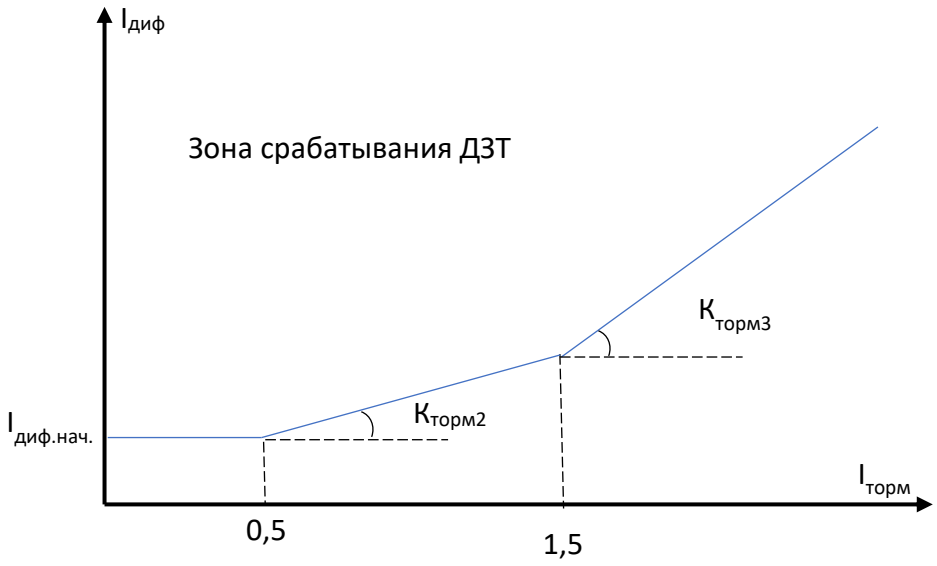



Рисунок 3.2 – Характеристика срабатывания ДЗТ

3.2.4 Предусмотрена возможность пофазной блокировки ДЗТ по второй гармонике дифференциального тока (п. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**) для предотвращения с рабатывания при броске тока намагничивания.

3.2.5 В устройстве предусмотрена перекрестная блокировка ДЗТ по второй гармонике, когда при уровне второй гармоники выше уставки хотя бы по одной фазе, блокируются все остальные фазы. Перекрестная блокировка применяется на силовых трансформаторах со схемой соединения

обмоток «звезда-треугольник». На указанном типе трансформаторов бросок тока намагничивания по одной из фаз характеризуется малым содержанием второй гармоники и для предотвращения отказа блокировки по второй гармонике необходимо применение перекрестной блокировки.

На силовых трансформаторах со схемой соединения обмоток «звезда-звезда» и «треугольник-треугольник» перекрестную блокировку необходимо вывести.

3.2.6 ДТО является вспомогательным элементов ДЗТ и срабатывает при превышении дифференциальным током уставки срабатывания.

### 3.3 Газовая защита (ГЗ)

3.3.1 Функциональная схема алгоритма ГЗ представлена на рисунке 3.3. Настраиваемые параметры ЗДЗ приведены в таблице 3.3, входные и выходные сигналы – в таблице 3.4.

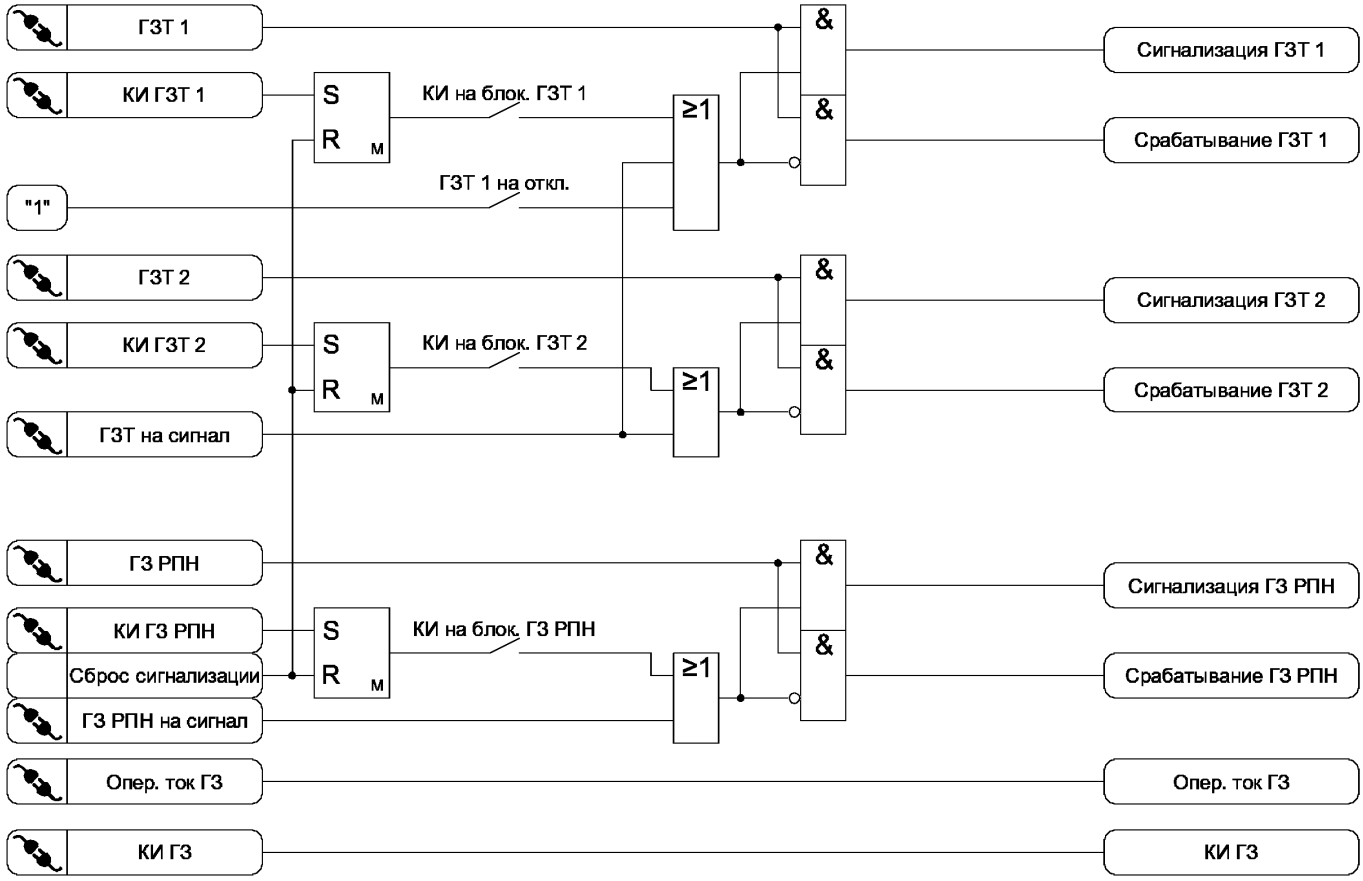



Рисунок 3.3 – Функциональная схема алгоритма ГЗ

Таблица 3.3 – Параметры ГЗ

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| ГЗТ 1 на откл. | ☐ – ☑ | ☐ | - | Перевод ГЗТ 1 на отключение |
| КИ на блок. ГЗТ 1 | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод КИ на блокирование ГЗТ 1 |
| КИ на блок. ГЗТ 2 | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод КИ на блокирование ГЗТ 2 |
| КИ на блок. ГЗ РПН | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод КИ на блокирование ГЗ РПН |

Таблица 3.4– Логические сигналы ГЗ

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| | ГЗТ 1 | Срабатывание первой ступени ГЗ трансформатора |
| | ГЗТ 2 | Срабатывание второй ступени ГЗ трансформатора |
| | ГЗ РПН | Срабатывание ГЗ РПН |
| | КИ ГЗТ 1 | Срабатывание реле контроля изоляции цепи первой ступени ГЗ трансформатора |
| | КИ ГЗТ 2 | Срабатывание реле контроля изоляции цепи второй ступени ГЗ трансформатора |
| | КИ ГЗ РПН | Срабатывание реле контроля изоляции цепи ГЗ РПН |
| | КИ ГЗ | Обобщенный сигнал срабатывания реле контроля изоляции цепей ГЗ трансформатора и РПН |
| | ГЗТ на сигнал | Перевод ГЗ трансформатора на сигнал |
| | ГЗ РПН на сигнал | Перевод ГЗ РПН на сигнал |
| | Опер. ток ГЗ | Сигнал отсутствия оперативного тока в цепях ГЗ |
| Вход | Сброс сигнализации | Сброс сигнализации |
| Выход | Сигнализация ГЗТ 1 | Срабатывание первой ступени ГЗ трансформатора на сигнализацию |
| | Срабатывание ГЗТ 1 | Срабатывание первой ступени ГЗ трансформатора на отключение |
| | Сигнализация ГЗТ 2 | Срабатывание второй ступени ГЗ трансформатора на сигнализацию |
| | Срабатывание ГЗТ 2 | Срабатывание второй ступени ГЗ трансформатора на отключение |
| | Сигнализация ГЗ РПН | Срабатывание ГЗ РПН на сигнализацию |
| | Срабатывание ГЗ РПН | Срабатывание ГЗ РПН на отключение |

3.3.2 В устройстве реализована газовая защита трансформатора и РПН.

3.3.3 Первая ступень газовой защиты трансформатора действует на сигнализацию. Предусмотрен перевод первой ступени на отключение трансформатора (программный ключ «ГТЗ 1 на откл.»).

3.3.4 Вторая ступень газовой защиты трансформатора и газовая защита РПН действуют на отключение.

3.3.5 Предусмотрен оперативный перевод ступеней газовой защиты трансформатора и РПН на сигнализацию.

3.3.6 В устройстве предусмотрено подключение контактов реле контроля изоляции цепей газовой защиты. Контакты реле контроля изоляции действуют на сигнализацию. Предусмотрен перевод на блокирование газовой защиты.

### 3.4 Максимальная токовая защита (МТЗ)

3.4.1 Функциональная схема алгоритма МТЗ представлена на рисунке 3.4. Настраиваемые параметры МТЗ приведены в таблице 3.5, входные и выходные сигналы – в таблице 3.6.

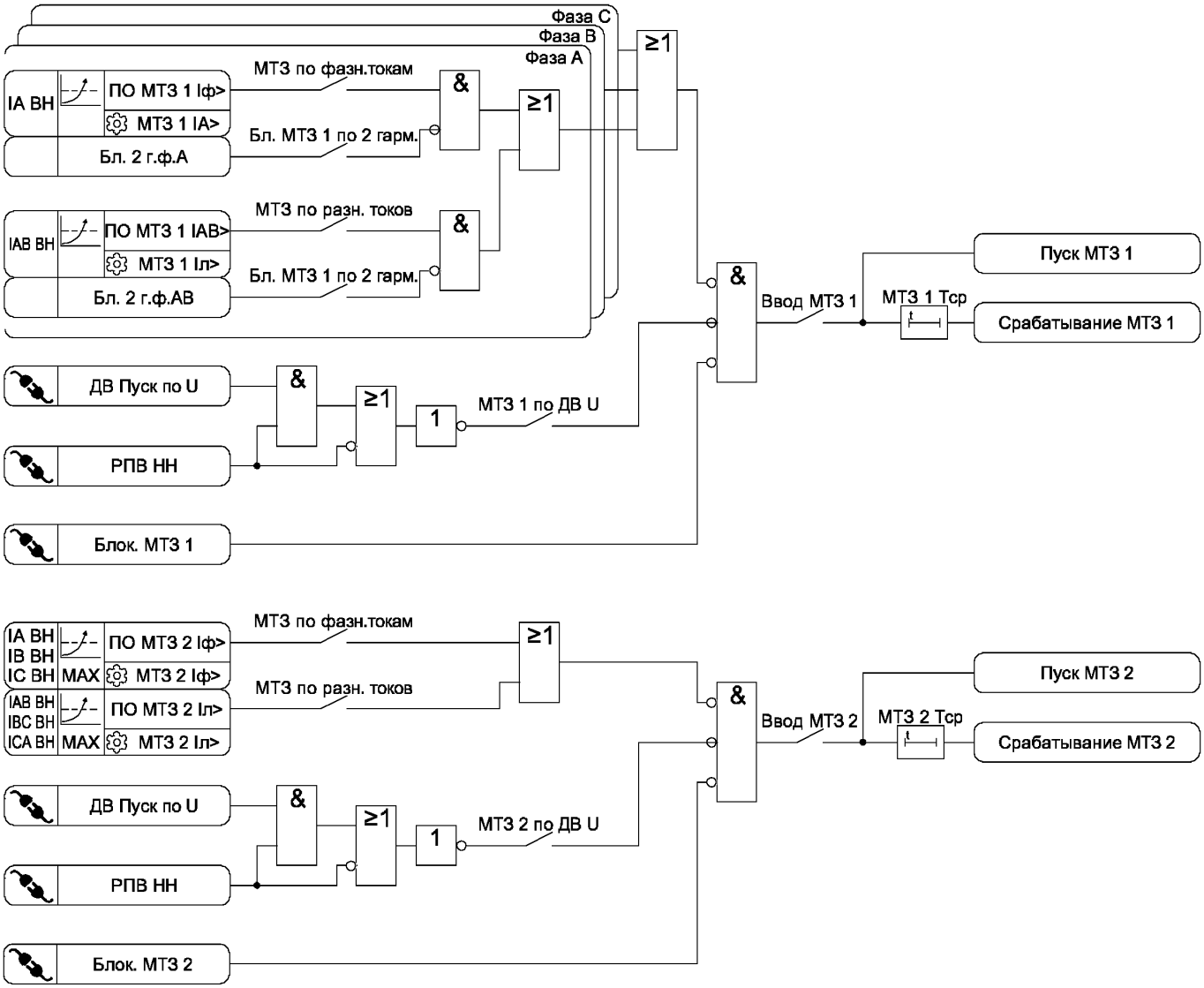



Рисунок 3.4 – Функциональная схема алгоритма МТЗ

Таблица 3.5 – Параметры МТЗ

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| **Общее** | | | | |
| МТЗ по фазн. токам | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод работы МТЗ по фазным токам |
| МТЗ по разн. токов | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод работы МТЗ по разности фазных токов |
| **Ступень 1** | | | | |
| Ввод МТЗ 1 | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод МТЗ 1 |
| МТЗ 1 I> | 0,25 – 250,00 | 5,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания МТЗ 1, А |
| МТЗ 1 Tср | 0,00 – 60,00 | 0,20 | 0,01 | Уставка по времени срабатывания МТЗ 1, с |
| МТЗ 1 по ДВ U | ☐ – ☑ | ☐ | - | Работа МТЗ 1 с пуском по дискретному входу «ДВ Пуск по U» |
| Бл. МТЗ 1 по 2 гарм. | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод блокировки МТЗ 1 по второй гармонике тока |

Продолжение таблицы 3.5

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| **Ступень 2** | | | | |
| Ввод МТЗ 2 | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод МТЗ 2 |
| МТЗ 2 I> | 0,25 – 200,00 | 3,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания МТЗ 2, А |
| МТЗ 2 Тср | 0,00 – 60,00 | 0,20 | 0,01 | Уставка по времени срабатывания МТЗ 2, с |
| МТЗ 2 по ДВ U | ☐ – ☑ | ☐ | - | Работа МТЗ 2 с пуском по дискретному входу «ДВ Пуск по U» |

Таблица 3.6 – Логические сигналы МТЗ

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| **Ступень 1** | | |
| ПО | ПО МТЗ 1 IA>[1)] | Пусковой орган МТЗ 1 по фазе А |
| | ПО МТЗ 1 IB>[1)] | Пусковой орган МТЗ 1 по фазе В |
| | ПО МТЗ 1 IC>[1)] | Пусковой орган МТЗ 1 по фазе С |
| | ПО МТЗ 1 IAB>[1)] | Пусковой орган МТЗ 1 по разности фазных токов АВ |
| | ПО МТЗ 1 IBC>[1)] | Пусковой орган МТЗ 1 по разности фазных токов ВС |
| | ПО МТЗ 1 ICA>[1)] | Пусковой орган МТЗ 1 по разности фазных токов СА |
| | Блок. МТЗ 1 | Блокирование МТЗ 1 |
| | ДВ Пуск по U НН | Пуск МТЗ по напряжению НН |
| | РПВ НН | РПВ вводного выключателя стороны НН |
| Вход | ПО Бл. 2 г. ф. А | Сигнал срабатывания блокировки МТЗ по второй гармонике тока IA |
| | ПО Бл. 2 г. ф. В | Сигнал срабатывания блокировки МТЗ по второй гармонике тока IB |
| | ПО Бл. 2 г. ф. С | Сигнал срабатывания блокировки МТЗ по второй гармонике тока IC |
| | ПО Бл. 2 г. ф. АВ | Сигнал срабатывания блокировки МТЗ по второй гармонике тока IAB |
| | ПО Бл. 2 г. ф. ВС | Сигнал срабатывания блокировки МТЗ по второй гармонике тока IBC |
| | ПО Бл. 2 г. ф. СА | Сигнал срабатывания блокировки МТЗ по второй гармонике тока ICA |
| Выход | Пуск МТЗ 1 | Пуск МТЗ 1 |
| | Срабатывание МТЗ 1 | Срабатывание МТЗ 1 |
| **Ступень 2** | | |
| ПО | ПО МТЗ 2 Iф>[1)] | Пусковой орган МТЗ 2 по максимальному из фазных токов |
| | ПО МТЗ 2 Iл>[1)] | Пусковой орган МТЗ 2 по максимальной разности фазных токов |
| | Блок. МТЗ 2 | Блокирование МТЗ 2 |
| | ДВ Пуск по U НН | Пуск МТЗ по напряжению НН |
| | РПВ НН | РПВ вводного выключателя стороны НН |
| Выход | Пуск МТЗ 2 | Пуск МТЗ 2 |
| | Срабатывание МТЗ 2 | Срабатывание МТЗ 2 |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 | | |

3.4.2 В устройстве предусмотрена работа МТЗ по измеренным фазным токам или по разности фазных токов.

Работа по измеренным фазным токам применяется в случае работы сети стороны ВН трансформатора в режиме с изолированной или компенсированной нейтралью.

Работа по разности фазных токов применяется в случае работы сети стороны ВН трансформатора в режиме с эффективнозаземленной нейтралью. В данном режиме устройство работает по разности фазных токов, что эквивалентно соединению трансформаторов тока в

«треугольник». В указанном режиме устраняется влияние токов нулевой последовательности, протекающих через обмотки силового трансформатора при внешних однофазных КЗ.

3.4.3 Предусмотрена возможностью блокировки первой ступени МТЗ 1 (МТЗ 1) по второй гармонике тока (п. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**) для предотвращения срабатывания при б роске тока намагничивания.

3.4.4 Для обеих ступеней МТЗ предусмотрена возможность пуска по напряжению.

Ввод пуска по назначаемым входам осуществляется программными ключами «МТЗ 1 по ДВ U» и «МТЗ 2 по ДВ U», для МТЗ 1 и МТЗ 2 соответственно.

### 3.5 Ускорение МТЗ (УМТЗ)

3.5.1 Функциональная схема алгоритма УМТЗ представлена на рисунке 3.5. Настраиваемые параметры УМТЗ приведены в таблице 3.7, входные и выходные сигналы – в таблице 3.8.

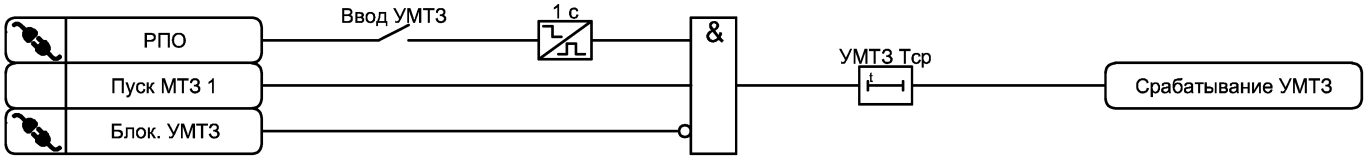



Рисунок 3.5 – Функциональная схема алгоритма УМТЗ

Таблица 3.7 – Параметры УМТЗ

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Ввод УМТЗ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод УМТЗ |
| УМТЗ Тср | 0,00 – 1,00 | 0,10 | 0,01 | Уставка по времени срабатывания УМТЗ, с |

Таблица 3.8 – Логические сигналы УМТЗ

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| | РПО | Реле положения выключателя – отключено |
| | Блок. УМТЗ | Блокирование УМТЗ |
| Вход | Пуск МТЗ 1 | Сигнал пуска первой ступени МТЗ |
| Выход | Срабатывание УМТЗ | Срабатывание УМТЗ |

3.5.2 УМТЗ вводится на 1 секунду после включения выключателя.

### 3.6 Блокировка по второй гармонике

3.6.1 Функциональная схема алгоритма блокировки по второй гармонике представлена на рисунке 3.6. Настраиваемые параметры МТЗ/U приведены в таблице 3.9, входные и выходные сигналы – в таблице 3.10.

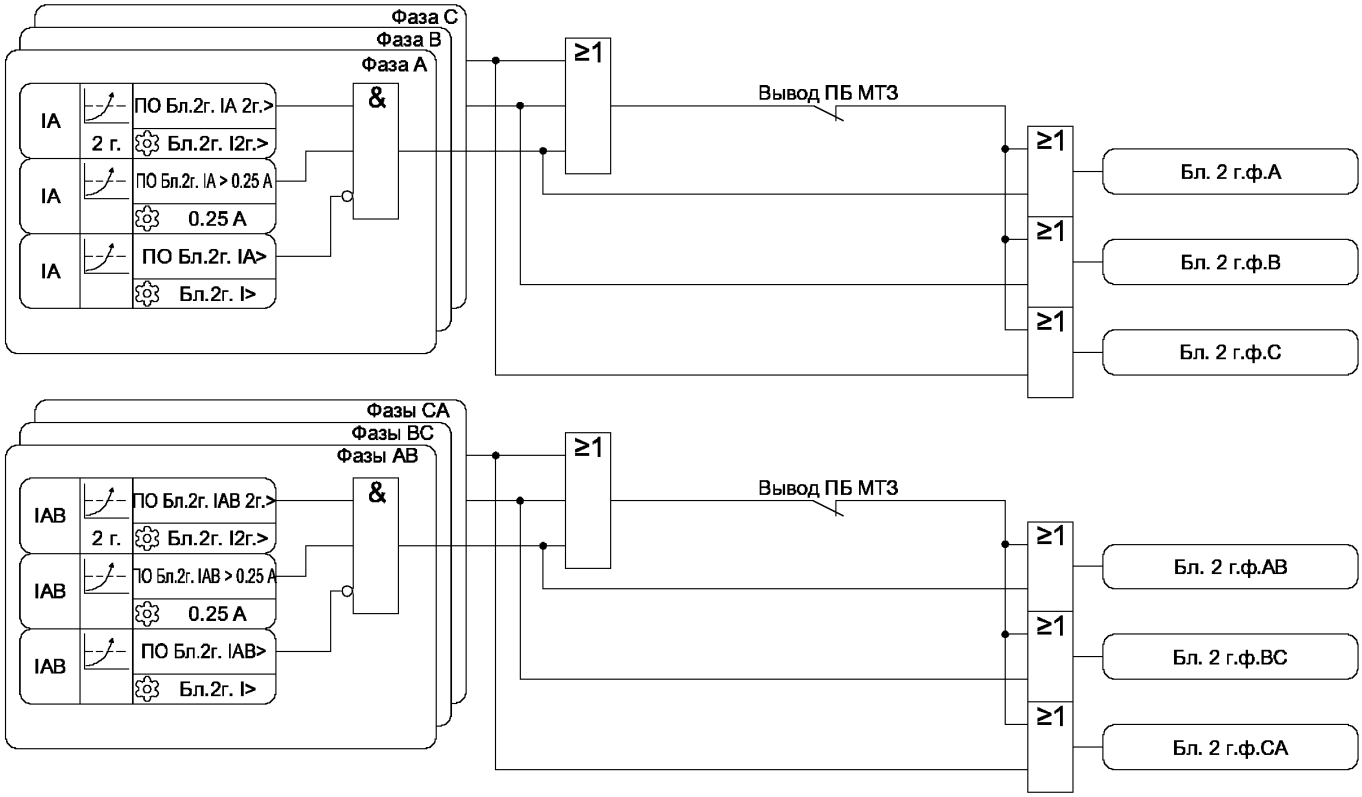



Рисунок 3.6 – Функциональная схема алгоритма МТЗ/U

Таблица 3.9 – Параметры МТЗ/U

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Бл.2г. I2г.> | 0,10 – 0,30 | 0,15 | 0,01 | Уставка по уровню второй гармонике в токе, о.е. |
| Бл.2г. I> | 0,25 – 250,00 | 5,00 | 0,01 | Уставка по току при котором блокируется блокировка по второй гармонике, А |
| Вывод ПБ МТЗ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Вывод перекрестной блокировки МТЗ |

Таблица 3.10 – Логические сигналы МТЗ/U

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО Бл.2г. IA 2г.>[1)] | Пусковой орган превышения уровня второй гармоники по фазе А |
| | ПО Бл.2г. IB 2г.>[1)] | Пусковой орган превышения уровня второй гармоники по фазе В |
| | ПО Бл.2г. IC 2г.>[1)] | Пусковой орган превышения уровня второй гармоники по фазе С |
| | ПО Бл.2г. IAB 2г.>[1)] | Пусковой орган превышения уровня второй гармоники по фазе АВ |
| | ПО Бл.2г. IBC 2г.>[1)] | Пусковой орган превышения уровня второй гармоники по фазе ВС |
| | ПО Бл.2г. ICA 2г.>[1)] | Пусковой орган превышения уровня второй гармоники по фазе СА |
| | ПО Бл.2г. IA>0.25 А[2)] | Пусковой орган превышения током фазы А значения 0,25 А |
| | ПО Бл.2г. IB>0.25 А[2)] | Пусковой орган превышения током фазы В значения 0,25 А |
| | ПО Бл.2г. IC>0.25 А[2)] | Пусковой орган превышения током фазы С значения 0,25 А |
| | ПО Бл.2г. IAB>0.25 А[2)] | Пусковой орган превышения током фаз АВ значения 0,25 А |
| | ПО Бл.2г. IBC>0.25 А[2)] | Пусковой орган превышения током фаз ВС значения 0,25 А |
| | ПО Бл.2г. ICA>0.25 А[2)] | Пусковой орган превышения током фаз СА значения 0,25 А |

Продолжение таблицы 3.10

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| | ПО Бл.2г. IA>[2)] | Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе А |
| | ПО Бл.2г. IB>[2)] | Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе В |
| | ПО Бл.2г. IC>[2)] | Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе С |
| | ПО Бл.2г. IAB>[2)] | Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе АВ |
| | ПО Бл.2г. IBC>[2)] | Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе ВС |
| | ПО Бл.2г. ICA>[2)] | Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе СА |
| Выход | ПО Бл. 2г. ф.А | Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе А |
| | ПО Бл. 2г. ф.В | Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе В |
| | ПО Бл. 2г. ф.С | Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе С |
| | ПО Бл. 2г. ф.АВ | Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазам АВ |
| | ПО Бл. 2г. ф.ВС | Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазам ВС |
| | ПО Бл. 2г. ф.СА | Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазам СА |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,88<br>[2)] Коэффициент возврата не менее 0,93 | | |

3.6.2 Пусковые органы блокировки по второй гармонике выполнены по значению отношения второй гармоники тока к первой гармонике. При превышении отношением значения, заданного уставкой, происходит срабатывание пускового органа.

3.6.3 При превышении током значения, заданного уставкой «Бл.2г.I>», предусмотрено блокирование блокировки по второй гармонике. Указанное необходимо для предотвращения излишнего блокирования МТЗ по второй гармонике при уровнях тока КЗ, выше уровня токов при броске тока намагничивания.

3.6.4 В устройстве предусмотрена перекрестная блокировка, когда при уровне второй гармоники выше уставки хотя бы по одной фазе, блокируются все остальные фазы. Перекрестная блокировка применяется на силовых трансформаторах со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник». На указанном типе трансформаторов бросок тока намагничивания по одной из фаз характеризуется малым содержанием второй гармоники и для предотвращения отказа блокировки по второй гармонике необходимо применение перекрестной блокировки.

На силовых трансформаторах со схемой соединения обмоток «звезда-звезда» и «треугольник-треугольник» перекрестную блокировку необходимо вывести.

### 3.7 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

3.7.1 Функциональная схема алгоритма ЗДЗ представлена на рисунке 3.7. Настраиваемые параметры ЗДЗ приведены в таблице 3.11, входные и выходные сигналы – в таблице 3.12.

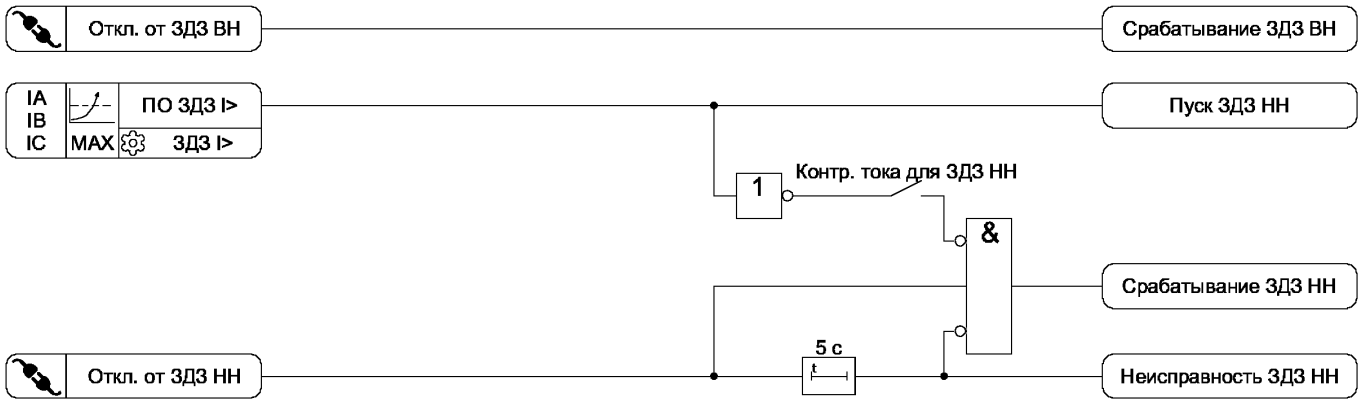



Рисунок 3.7 – Функциональная схема алгоритма ЗДЗ

Таблица 3.11 – Параметры ЗДЗ

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| ЗДЗ I> | 0,25 – 250,00 | 5,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания ЗДЗ, А |
| Контр. тока для ЗДЗ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод контроля тока для срабатывания ЗДЗ |

Таблица 3.12 – Логические сигналы ЗДЗ

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО ЗДЗ I>[1)] | Пусковой орган ЗДЗ по току |
| | Откл. от ЗДЗ ВН | Сигнал отключения от ЗДЗ ВН |
| | Откл. от ЗДЗ НН | Сигнал отключения от ЗДЗ НН |
| Выход | Срабатывание ЗДЗ ВН | Срабатывание ЗДЗ ВН |
| | Пуск ЗДЗ НН | Сигнал пуска ЗДЗ НН по току |
| | Срабатывание ЗДЗ НН | Срабатывание ЗДЗ НН |
| | Неисправность ЗДЗ НН | Неисправность ЗДЗ НН |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 | | |

### 3.8 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

3.8.1 Функциональная схема алгоритма УРОВ представлена на рисунке 3.8. Настраиваемые параметры УРОВ приведены в таблице 3.13, входные и выходные сигналы – в таблице 3.14.

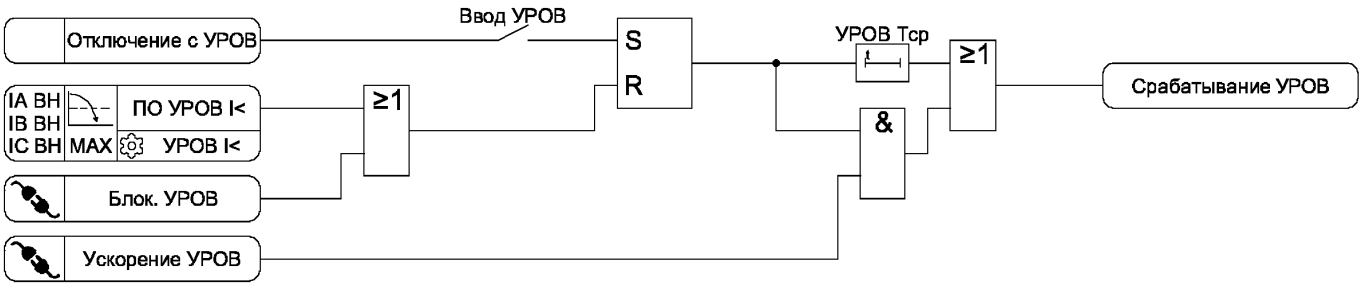



Рисунок 3.8 – Функциональная схема алгоритма УРОВ

Таблица 3.13 – Параметры УРОВ

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Ввод УРОВ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод УРОВ |
| УРОВ I< | 0,25 – 2,00 | 0,25 | 0,01 | Уставка по току возврата УРОВ, А |
| УРОВ Тср | 0,10 – 2,00 | 0,10 | 0,01 | Уставка по времени срабатывания УРОВ, с |

Таблица 3.14 – Логические сигналы УРОВ

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО УРОВ I<[1)] | Пусковой орган УРОВ |
| | Блок. УРОВ | Блокирование УРОВ |
| | Ускорение УРОВ | Ускорение УРОВ |
| Вход | Отключение с УРОВ | Сигнал отключения выключателя от защит, действующих на УРОВ |
| Выход | Срабатывание УРОВ | Срабатывание УРОВ |
| [1)] Коэффициент возврата не более 1,07 | | |

### 3.9 Состояние защит

3.9.1 Функциональная схема формирования сигналов состояния защит представлена на рисунке 3.9. Настраиваемые параметры приведены в таблице 3.15, входные и выходные сигналы – в таблице 3.16.

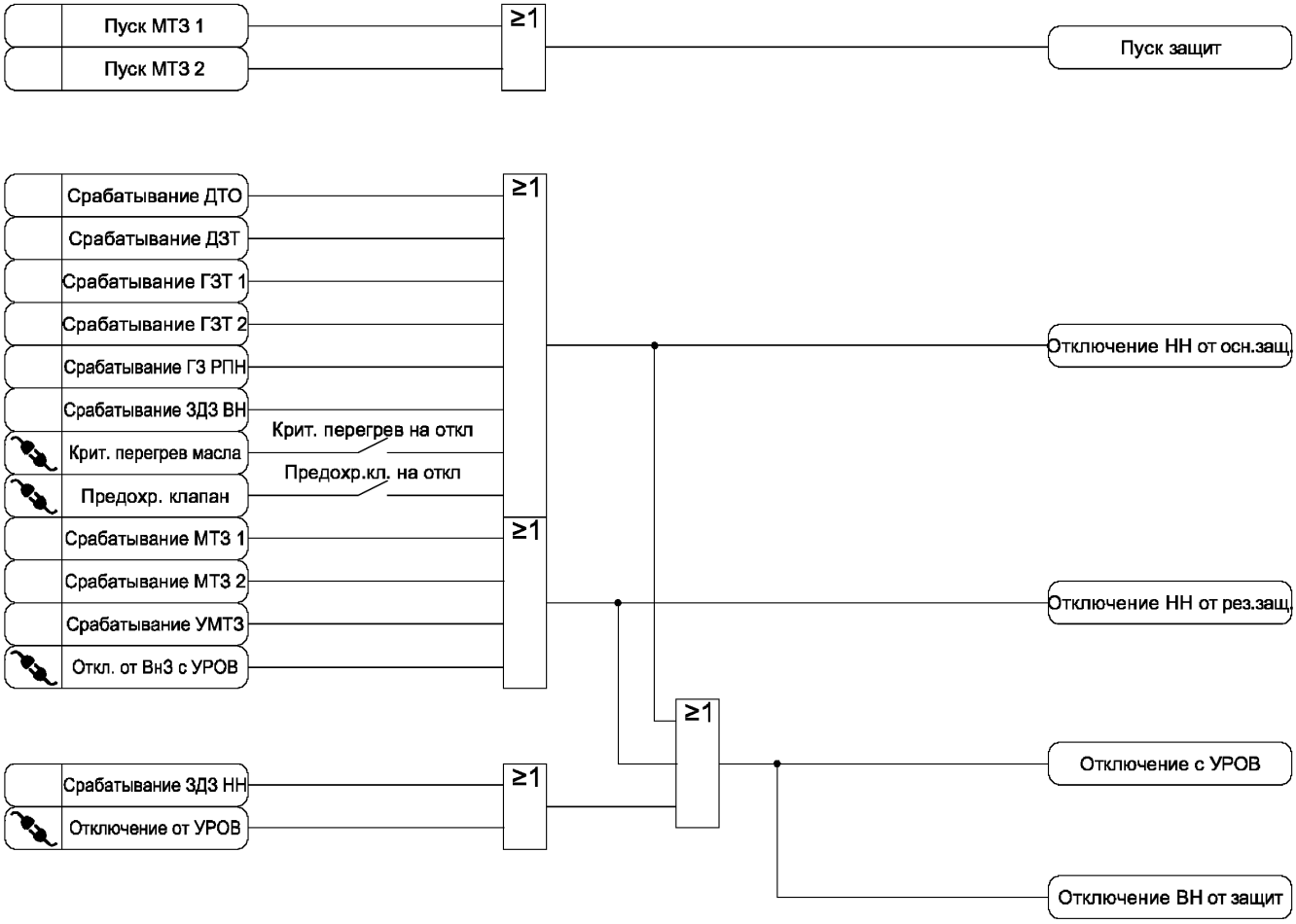



Рисунок 3.9 – Функциональная схема алгоритма формирования сигналов состояния защит

Таблица 3.15 – Параметры функции состояния защит

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Крит. перегрев на откл | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод срабатывания датчика критического перегрева на отключение |
| Предохр.кл. на откл | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод срабатывания предохранительного клапана на отключение |

Таблица 3.16 – Логические сигналы функции состояния защит

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| | Отключение от УРОВ | Отключение от УРОВ нижестоящих защит |
| | Откл. от ВнЗ с УРОВ | Отключение выключателя от внешней защиты с действием на УРОВ |
| | Крит. перегрев масла | Сигнал критического перегрева масла |
| | Предохр. клапан | Сигнал срабатывания предохранительного клапана |
| Вход | Пуск МТЗ 1 | Пуск МТЗ 1 |
| | Пуск МТЗ 2 | Пуск МТЗ 2 |
| | Срабатывание ДЗТ | Срабатывание ДЗТ |
| | Срабатывание ДТО | Срабатывание ДТО |
| | Срабатывание ГЗТ 1 | Сигнал срабатывания первой ступени ГЗ трансформатора |
| | Срабатывание ГЗТ 2 | Сигнал срабатывания второй ступени ГЗ трансформатора |
| | Срабатывание ГЗ РПН | Сигнал срабатывания ГЗ РПН |
| | Срабатывание ЗДЗ ВН | Сигнал срабатывания ЗДЗ ВН |
| | Срабатывание ЗДЗ НН | Сигнал срабатывания ЗДЗ НН |
| | Срабатывание МТЗ 1 | Сигнал срабатывания МТЗ 1 |
| | Срабатывание МТЗ 2 | Сигнал срабатывания МТЗ 2 |
| | Срабатывание УМТЗ | Сигнал срабатывания УМТЗ |
| Выход | Пуск защит | Пуск защит |
| | Отключение НН от осн. защ. | Отключение стороны НН от основных защит трансформатора с действием в цепи АВР |
| | Отключение с УРОВ | Отключение выключателя с действием на УРОВ |
| | Отключение НН от рез. защ. | Отключение стороны НН от резервных защит трансформатора без АВР |
| | Отключение ВН от защит | Срабатывание защит на отключение выключателя ВН |

### 3.10 Контроль измерительных цепей тока (КЦТ)

3.10.1 Функциональная схема КЦТ представлена на рисунке 3.10. Настраиваемые параметры КЦТ приведены в таблице 3.17, входные и выходные сигналы – в таблице 3.18.

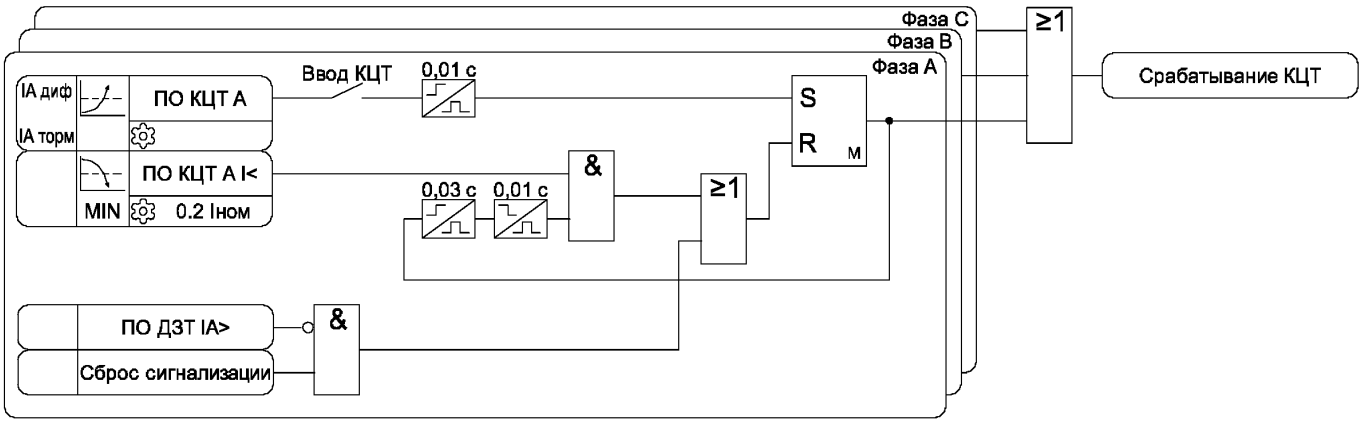



Рисунок 3.10 – Функциональная схема алгоритма КЦТ

Таблица 3.17 – Параметры КЦТ

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Ввод КЦТ | ☐ – ☑ | ☐ | - | Ввод КЦТ |

Таблица 3.18 – Логические сигналы КЦН

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО КЦТ A | Пусковой орган КЦТ, фиксирующий обрыв фазы контура A |
| | ПО КЦТ B | Пусковой орган КЦТ, фиксирующий обрыв фазы контура B |
| | ПО КЦТ C | Пусковой орган КЦТ, фиксирующий обрыв фазы контура C |
| | ПО КЦТ A I< | Пусковой орган КЦТ, фиксирующий исчезновении одного из токов контура A |
| | ПО КЦТ B I< | Пусковой орган КЦТ, фиксирующий исчезновении одного из токов контура B |
| | ПО КЦТ C I< | Пусковой орган КЦТ, фиксирующий исчезновении одного из токов контура C |
| Вход | ПО ДЗТ IA> | Пусковой орган ДЗТ по фазе A |
| | Сброс сигнализации | Сброс сигнализации |
| Выход | Срабатывание КЦТ | Неисправность измерительных цепей тока |

3.10.2 Функция КЦТ срабатывает при выявлении перехода из нагрузочного режима в режим обрыва. При токе торможения выше 1,5 Iном КЦТ блокируется. В случае, если после срабатывания КЦТ исчезновения тока одной из фаз контура дифференциальной защиты не происходит, происходит сброс КЦТ.

3.10.3 Срабатывание КЦТ запоминается, сброс осуществляется квитированием сигнализации при условии отсутствия срабатывания ПО дифференциальной защиты.

3.10.4 Алгоритм чувствителен к обрывам в цепях тока при токах сторон дифференциальной защиты не менее 0,5·«ДЗТ Iдиф.нач.». При токах менее 0,5·«ДЗТ Iдиф.нач.» КЦТ не срабатывает.

### 3.11 Защита от перегрузки (ЗП)

3.11.1 Функциональная схема алгоритма ЗП представлена на рисунке 3.11. Настраиваемые параметры ЗП приведены в таблице 3.19, входные и выходные сигналы – в таблице 3.20.

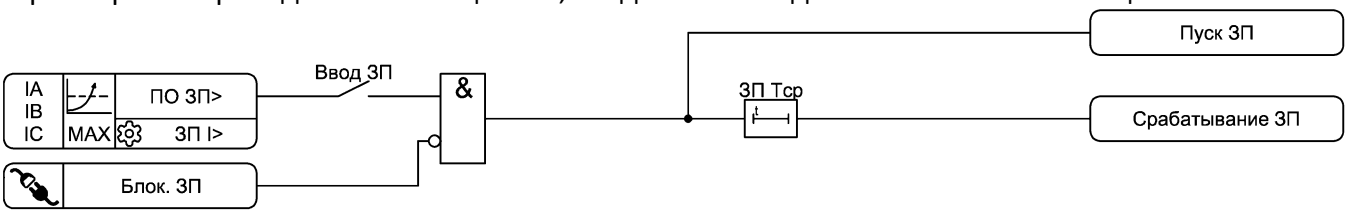



Рисунок 3.11 – Функциональная схема алгоритма ЗП

Таблица 3.19 – Параметры ЗП

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Ввод ЗП | □ – ☑ | □ | - | Ввод ЗП |
| ЗП I> | 0,25 – 200,00 | 3,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания ЗП, А |
| ЗП Тср | 1,00 – 300,00 | 10,00 | 0,01 | Уставка по времени срабатывания ЗП, с |

Таблица 3.20 – Логические сигналы ЗП

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО ЗП I>[1)] | Пусковой орган ЗП |
| | Блок. ЗП | Блокирование ЗП |
| Выход | Пуск ЗП | Пуск ЗП |
| | Срабатывание ЗП | Срабатывание ЗП |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 | | |

3.11.2 Защита от перегрузки действует на сигнализацию.

### 3.12 Функции сигнализации

3.12.1 Функциональная схема алгоритма сигнализации представлена на рисунке 3.12. Входные и выходные сигналы алгоритма сигнализации приведены в таблице 3.21.

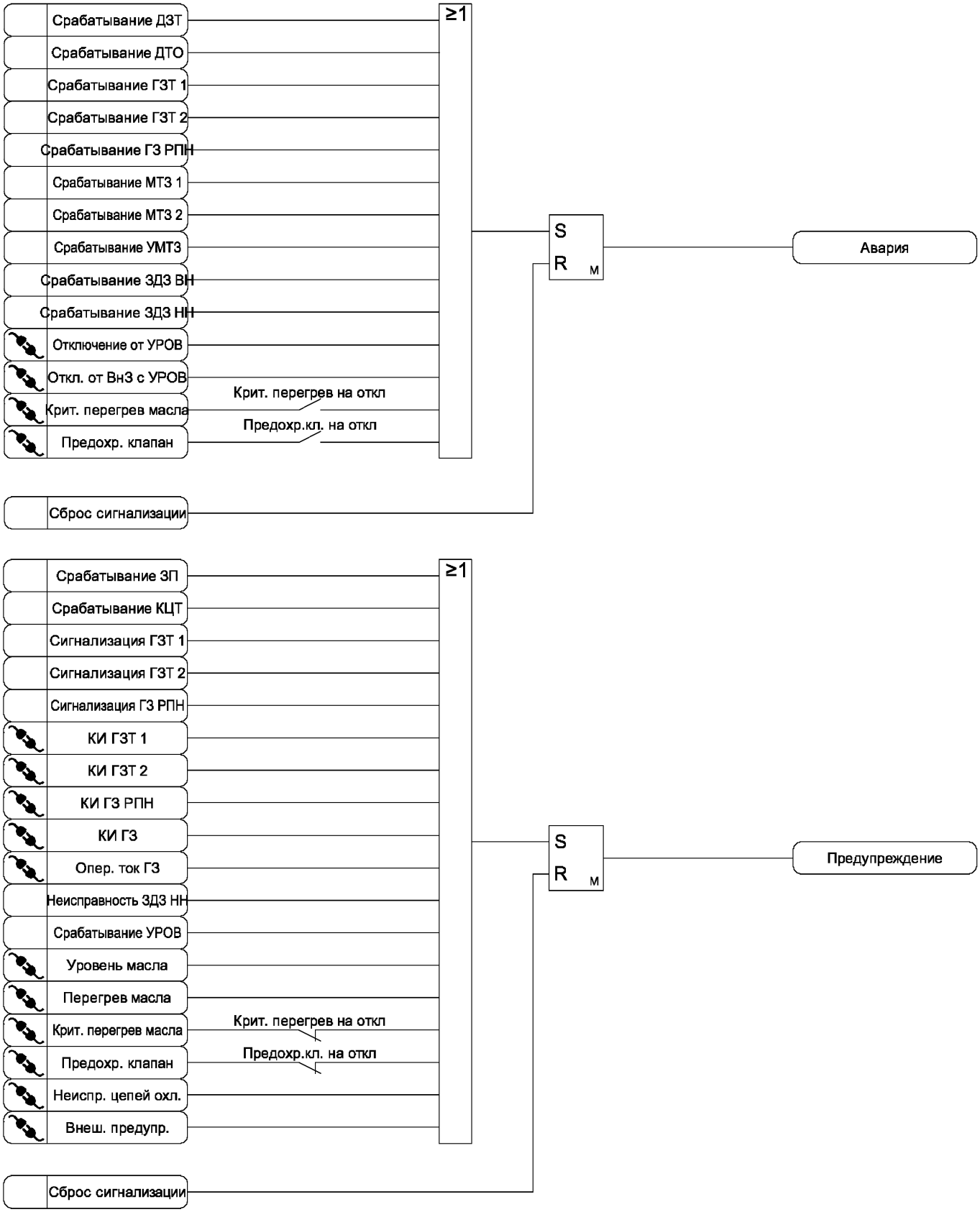



Рисунок 3.12 – Функциональная схема алгоритма сигнализации

Таблица 3.21 – Логические сигналы алгоритма сигнализации

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| | Отключение от УРОВ | Отключение от УРОВ нижестоящих защит |
| | Откл. от ВнЗ с УРОВ | Отключение выключателя от внешней защиты с действием на УРОВ |
| | Крит. перегрев масла | Сигнал критического перегрева масла |
| | Предохр. клапан | Сигнал срабатывания предохранительного клапана |
| | КИ ГЗТ 1 | Срабатывание реле контроля изоляции цепи первой ступени ГЗ трансформатора |
| | КИ ГЗТ 2 | Срабатывание реле контроля изоляции цепи второй ступени ГЗ трансформатора |
| | КИ ГЗ РПН | Срабатывание реле контроля изоляции цепи ГЗ РПН |
| | КИ ГЗ | Обобщенный сигнал срабатывания реле контроля изоляции цепей ГЗ трансформатора и РПН |
| | Опер. ток ГЗ | Сигнал отсутствия оперативного тока в цепях ГЗ |
| | Уровень масла | Сигнал снижения уровня масла |
| | Перегрев масла | Сигнал перегрева масла |
| | Неиспр. цепей охл. | Сигнал неисправности цепей охлаждения |
| | Внеш. предупр. | Внешний сигнал срабатывания предупредительной сигнализации |
| Вход | Срабатывание ДЗТ | Срабатывание ДЗТ |
| | Срабатывание ДТО | Срабатывание ДТО |
| | Сигнализация ГЗТ 1 | Срабатывание первой ступени ГЗ трансформатора на сигнализацию |
| | Срабатывание ГЗТ 1 | Срабатывание первой ступени ГЗ трансформатора на отключение |
| | Сигнализация ГЗТ 2 | Срабатывание второй ступени ГЗ трансформатора на сигнализацию |
| | Срабатывание ГЗТ 2 | Срабатывание второй ступени ГЗ трансформатора на отключение |
| | Сигнализация ГЗ РПН | Срабатывание ГЗ РПН на сигнализацию |
| | Срабатывание ГЗ РПН | Срабатывание ГЗ РПН на отключение |
| | Срабатывание МТЗ 1 | Срабатывание МТЗ 1 |
| | Срабатывание МТЗ 2 | Срабатывание МТЗ 2 |
| | Срабатывание УМТЗ | Срабатывание УМТЗ |
| | Срабатывание ЗДЗ ВН | Срабатывание ЗДЗ ВН |
| | Срабатывание ЗДЗ НН | Срабатывание ЗДЗ НН |
| | Неисправность ЗДЗ НН | Неисправность ЗДЗ НН |
| | Срабатывание ЗП | Срабатывание защиты от перегрузки |
| | Срабатывание КЦТ | Неисправность измерительных цепей тока |
| | Срабатывание УРОВ | Срабатывание УРОВ |
| | Сброс сигнализации | Сброс сигнализации |
| Выход | Предупреждение | Предупредительная сигнализация |
| | Авария | Сигнал срабатывания защит, действующих на отключение выключателя |

3.12.2 В устройстве предусмотрено формирование сигналов срабатывания защит («Авария») и срабатывания предупредительной сигнализации («Предупреждение»). При формировании сигналов «Авария» и «Предупреждение» на лицевой панели пульта загораются соответствующие светодиоды.

3.12.3 Сброс сигнализации осуществляется кнопкой «СБРОС» на лицевой панели пульта, командой АСУ или по входному подключаемому логическому сигналу «Сброс сигнализации» (см. рисунок 3.13).

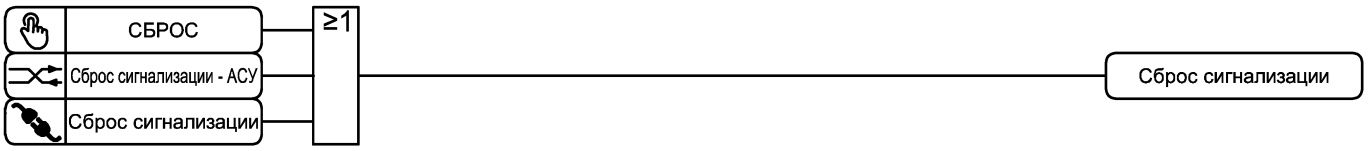



Рисунок 3.13 – Функциональная схема алгоритма сброса сигнализации

### 3.13 Функция блокировки РПН

3.13.1 Функциональная схема алгоритма функции блокировки РПН представлена на рисунке 3.14. Настраиваемые параметры функции блокировки РПН приведены в таблице 3.22, входные и выходные сигналы – в таблице 3.23.

Рисунок 3.14 – Функциональная схема алгоритма функции блокировки РПН

Таблица 3.22 – Параметры функции блокировки РПН

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Ввод Бл.РПН | □ – ☑ | □ | - | Ввод функции блокировки РПН |
| Бл.РПН I> | 0,25 – 20,00 | 10,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания функции блокировки РПН, А |

Таблица 3.23 – Логические сигналы функции блокировки РПН

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО Бл.РПН I>[1)] | Пусковой орган ЗП |
| Выход | Блокировка РПН | Сигнал блокировки РПН |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 | | |

### 3.14 Функция пуска автоматики охлаждения

3.14.1 Функциональная схема алгоритма функции автоматики охлаждения представлена на рисунке 3.15. Настраиваемые параметры функции автоматики охлаждения приведены в таблице 3.24, входные и выходные сигналы – в таблице 3.25.

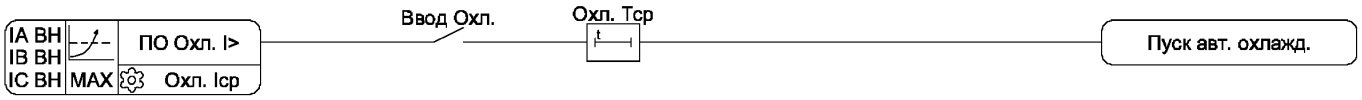



Рисунок 3.15 – Функциональная схема алгоритма функции автоматики охлаждения

Таблица 3.24 – Параметры функции автоматики охлаждения

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Шаг изменения | Комментарий |
|---|---|---|---|---|
| Ввод Охл. | □ – ☑ | □ | - | Ввод автоматики охлаждения |
| Охл. I> | 0,25 – 20,00 | 10,00 | 0,01 | Уставка по току срабатывания автоматики охлаждения, А |
| Охл. Тср | 0,00 – 120,00 | 3,00 | 0,01 | Уставка по времени срабатывания автоматики охлаждения, с |

Таблица 3.25 – Логические сигналы функции автоматики охлаждения

| Тип сигнала | Наименование сигнала | Комментарий |
|---|---|---|
| ПО | ПО Охл. I>[1)] | Пусковой орган автоматики охлаждения |
| Выход | Пуск авт. охлажд. | Пуск автоматики охлаждения |
| [1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 | | |

### 3.15 Переключение групп уставок

3.15.1 В устройстве реализовано две группы уставок.

3.15.2 Переключение между группами уставок осуществляется подачей сигналов на подключаемые логические входы «Группа уставок 1» и «Группа уставок 2».

3.15.3 Переключение группы уставок блокируется при пуске функций защит и автоматики, имеющих два набора уставок.

### 3.16 Регистрация событий и аварий

3.16.1 В устройстве реализована функция хранения в энергонезависимой памяти регистрируемых событий и аварий.

Подробное описание архивов событий и аварий приведено в руководстве по эксплуатации ТРБН.656122.001 РЭ.

3.16.2 В устройстве реализована функция регистрации и хранения в энергонезависимой памяти измеряемых и расчетных параметров сети при последнем аварийном отключении выключателя.

### 3.17 Осциллографирование аварийных событий

3.17.1 В устройстве реализована функция осциллографирования аварийных событий. Пуск осциллографа происходит при пуске функций защит и автоматики.

3.17.2 Длительность осциллограммы задается уставкой «Тосц» (значение по умолчанию 5,00 с, диапазон регулирования 1,00 – 30,00 с).

3.17.3 Состав осциллограмм предварительно настроен на заводе-изготовителе и частично может быть изменен пользователем с помощью программы «KIT.Connect».

3.17.4 Пуск осциллографа осуществляется при пуске и срабатываний функций защит и автоматики.

Для внешнего пуска осциллографа предусмотрен входной подключаемый сигнал «Пуск осциллографа».

3.17.5 Подробное описание функции осциллографирования аварийных событий приведено в руководстве по эксплуатации ТРБН.656122.001 РЭ.

### 3.18 Функция измерения

3.18.1 Устройство обеспечивает измерение и вычисление параметров сети для отображения на дисплее пульта, в программе «KIT.Connect» и для передачи в АСУ.

3.18.2 Перечень измеряемых параметров приведен в таблице 3.26. Отображение и передача в АСУ измеряемых и вычисленных параметров сети осуществляется для первой гармонической составляющей токов и напряжений.

Таблица 3.26 – Параметры сети

| Наименование параметра | Комментарий | Передача в АСУ |
|---|---|---|
| IA ВН | Ток фазы А стороны ВН, А | Да |
| IB ВН | Ток фазы В стороны ВН, А | Да |
| IC ВН | Ток фазы С стороны ВН, А | Да |
| IA НН | Ток фазы А стороны НН, А | Да |
| IB НН | Ток фазы В стороны НН, А | Да |
| IC НН | Ток фазы С стороны НН, А | Да |
| I1 ВН | Ток прямой последовательности стороны ВН, А | Да |
| I2 ВН | Ток обратной последовательности стороны ВН, А | Да |
| I2/I1 ВН | Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности | Нет |
| F | Частота сети, Гц | Да |

3.18.3 Для параметров, передаваемых в АСУ предусмотрено усреднение и прореживание с периодом, задаваемым уставкой «АСУ Туср» (значение по умолчанию 0,50 с, диапазон регулирования 0,00 – 5,00 с).

### 3.19 Самодиагностика

3.19.1 В процессе эксплуатации устройства осуществляется непрерывный контроль его работоспособности.

3.19.2 Контроль работоспособности устройства осуществляется по светодиоду «РАБОТА» на лицевой панели пульта, а также по контактам выходного реле «Отказ».

При выявлении функцией самодиагностики неисправности, препятствующей работе устройства светодиод «РАБОТА» на лицевой панели пульта гаснет, контакты выходного реле замыкаются, срабатывание остальных выходных реле блокируется.

3.19.3 В устройстве предусмотрена индикация наличия оперативного питания по светодиоду «ПИТАНИЕ» на лицевой панели пульта. При снижении напряжения оперативного питания ниже 170 В светодиод «ПИТАНИЕ» гаснет.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(справочное)

Функциональные схемы алгоритмов устройства

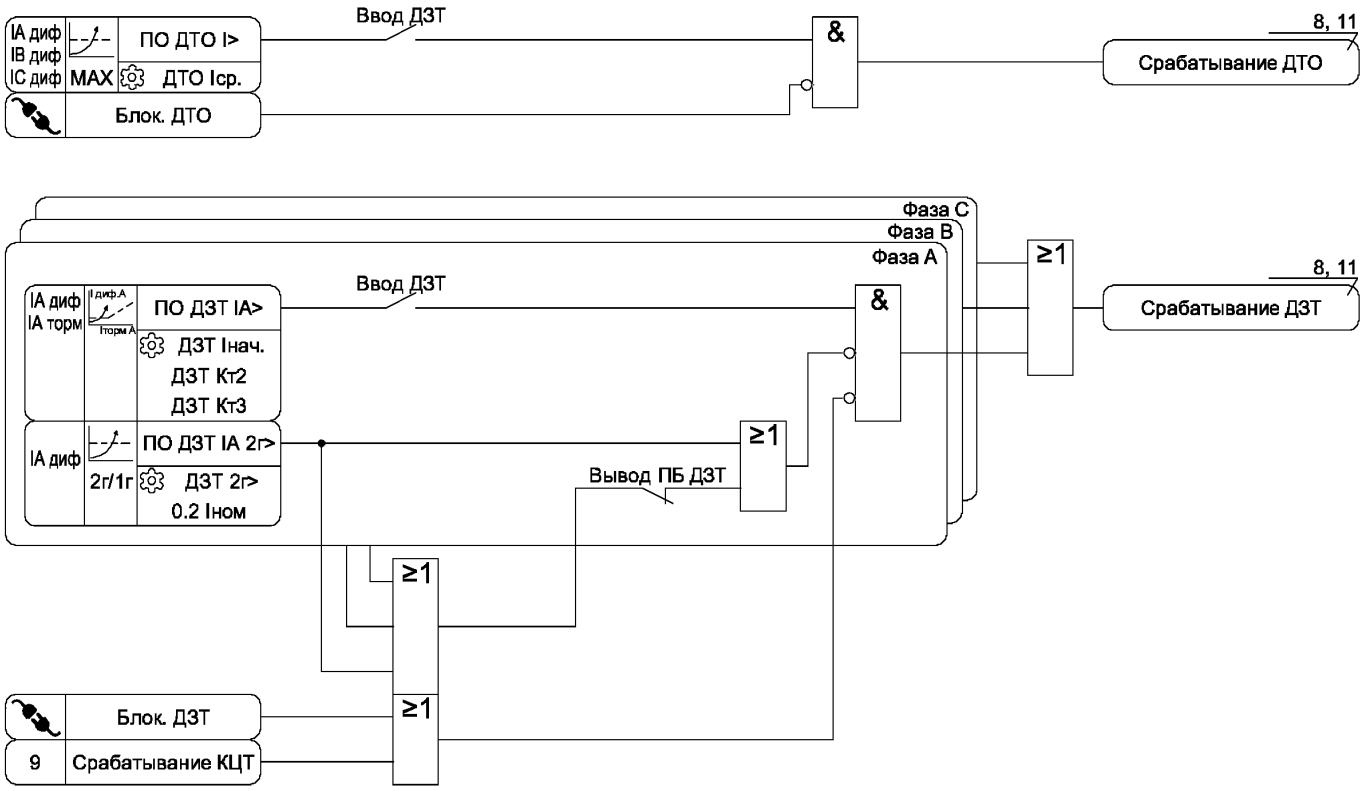



Рисунок А.1 – Функциональная схема алгоритмов ДЗТ и ДТО

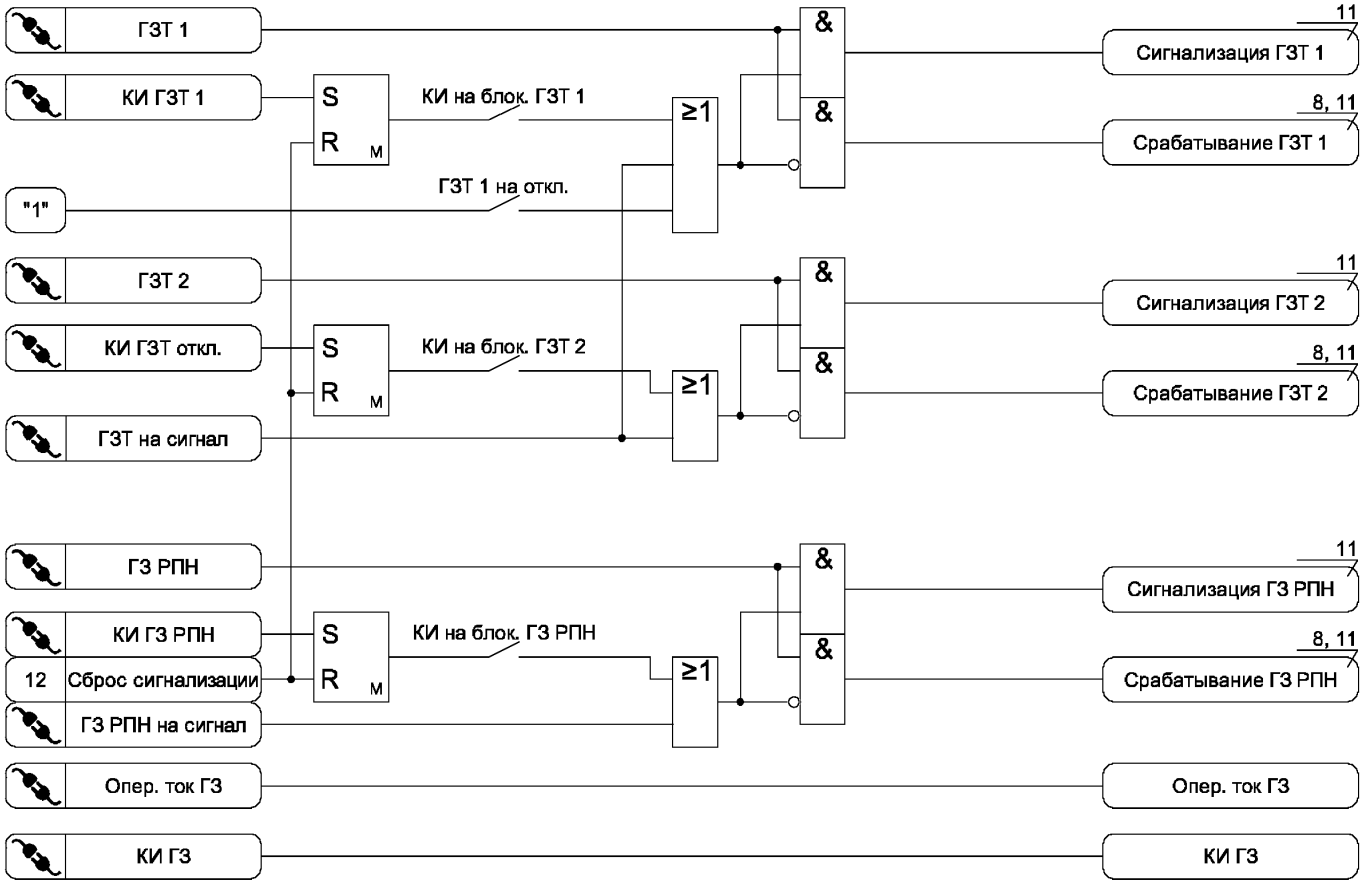



Рисунок А.2– Функциональная схема алгоритма ГЗ

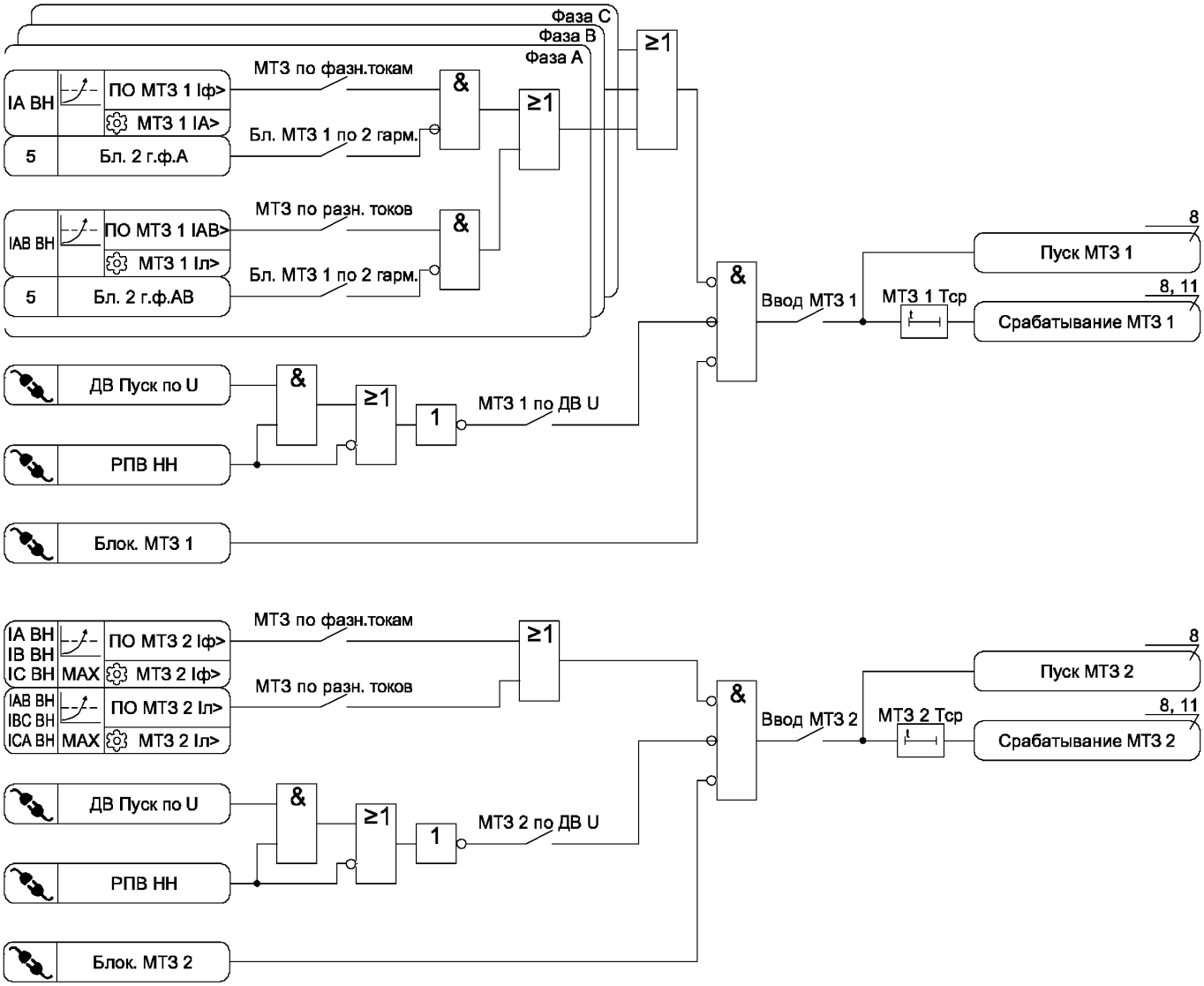



Рисунок А.3 – Функциональная схема алгоритма МТЗ

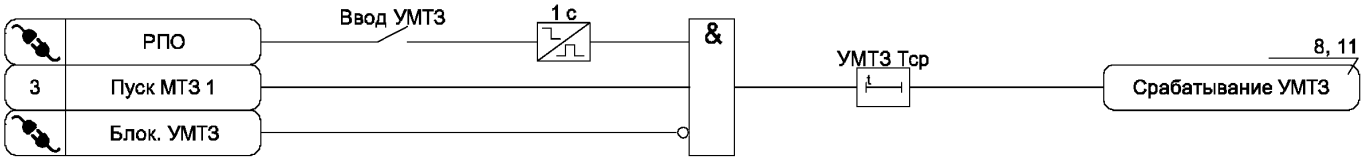



Рисунок А.4 – Функциональная схема алгоритма УМТЗ

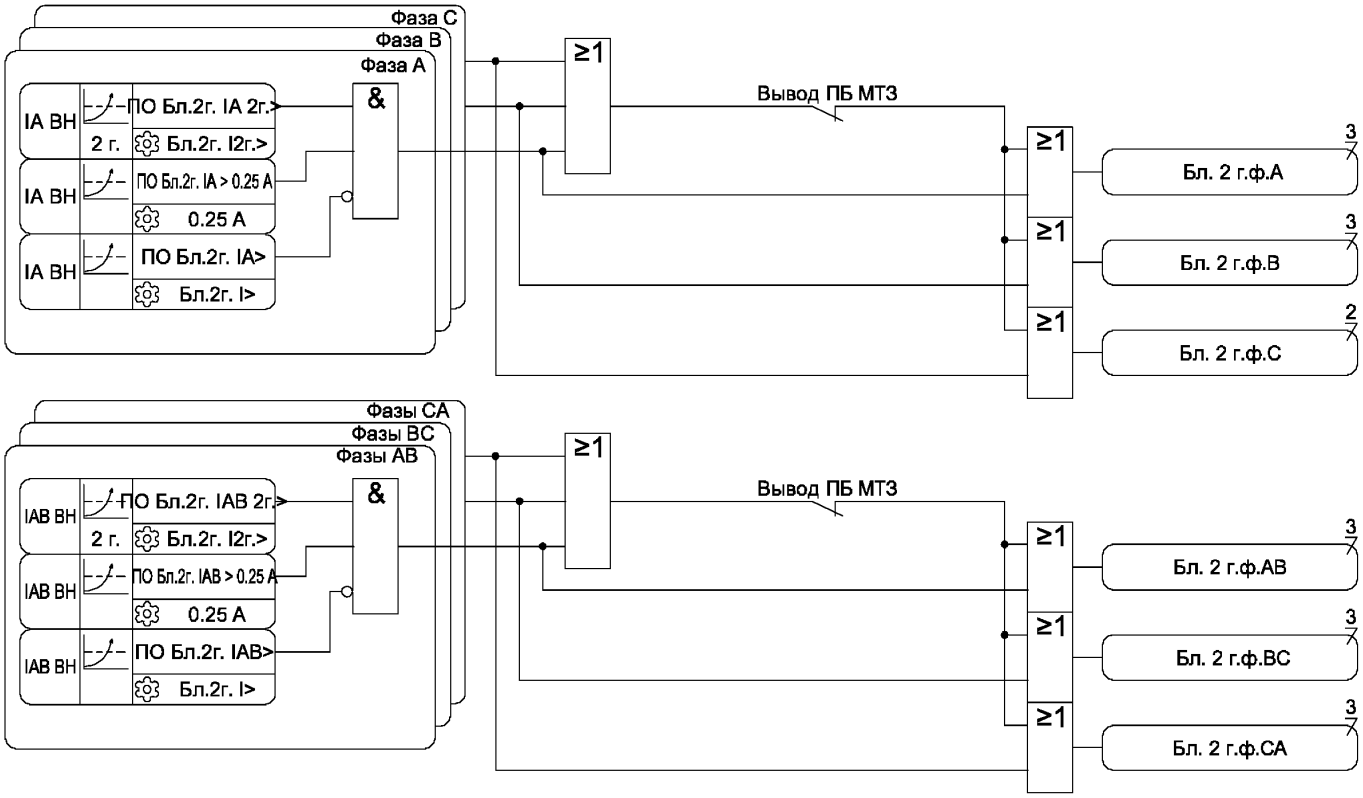



Рисунок А.5 – Функциональная схема алгоритма блокировки по второй гармонике

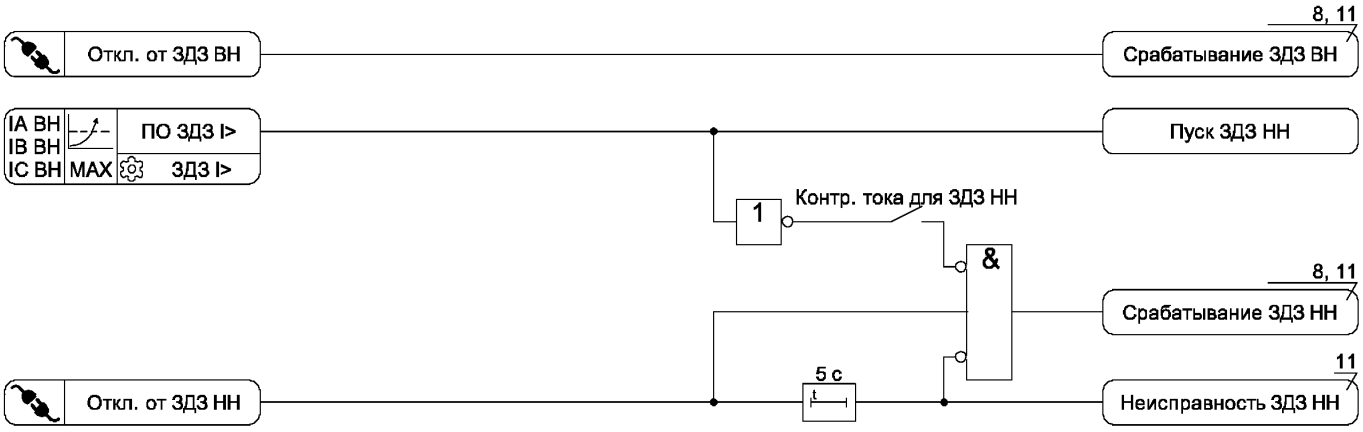



Рисунок А.6 – Функциональная схема алгоритма ЗДЗ

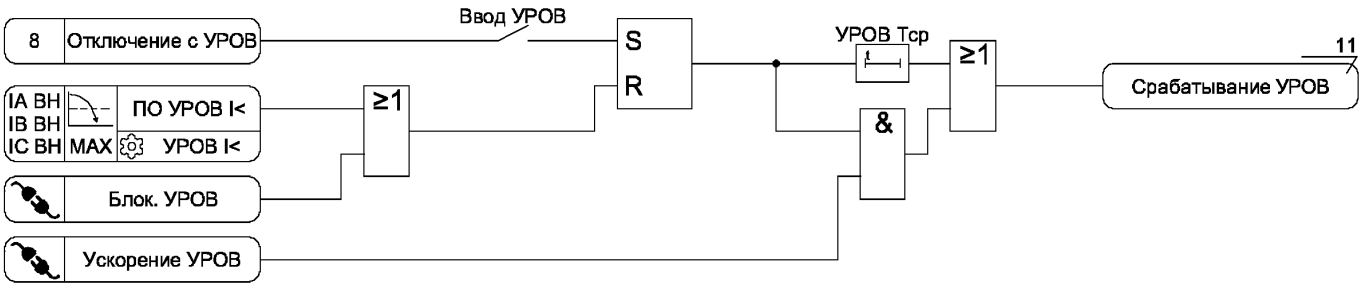



Рисунок А.7 – Функциональная схема алгоритма УРОВ

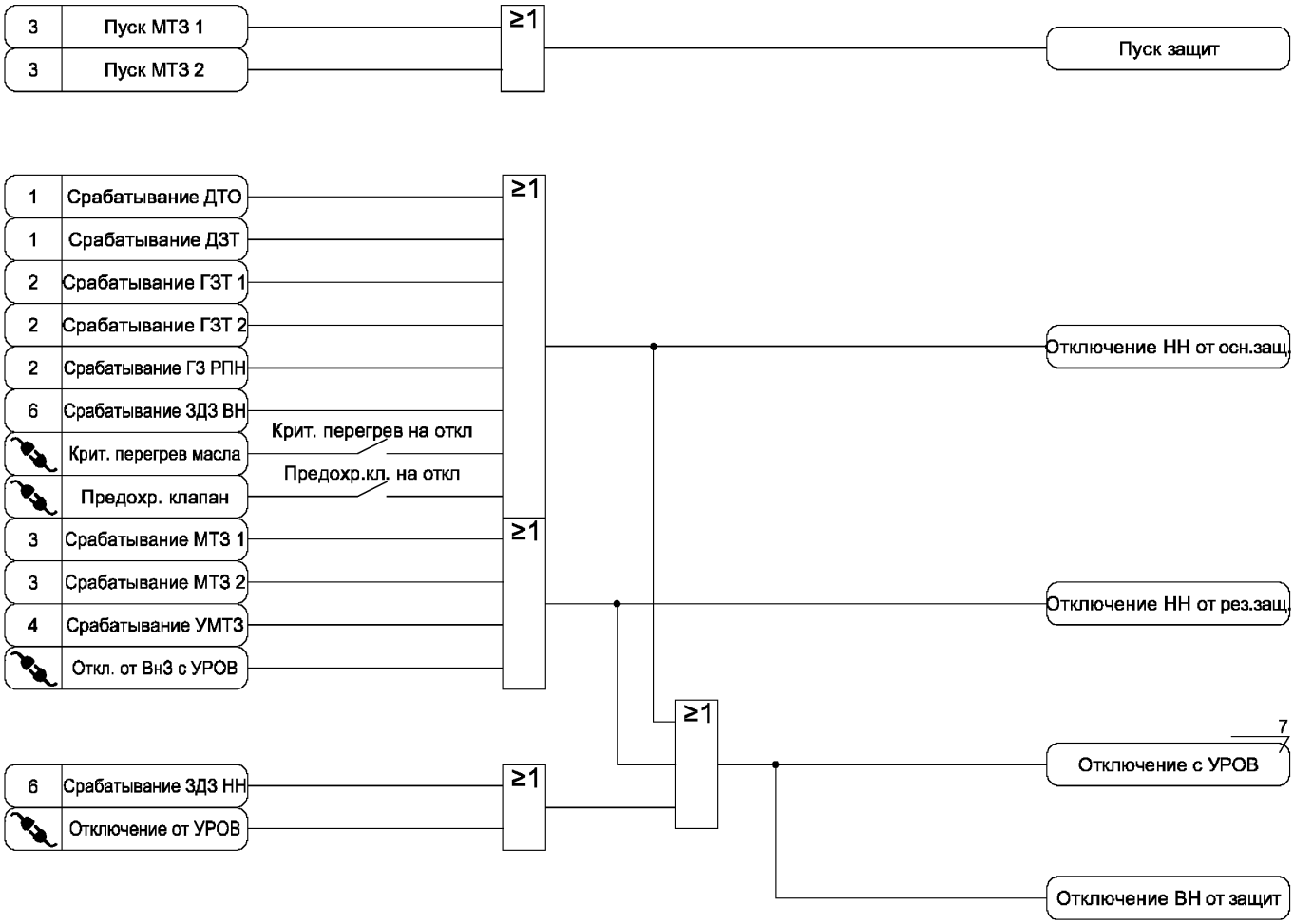



Рисунок А.8 – Функциональная схема алгоритма состояния защит

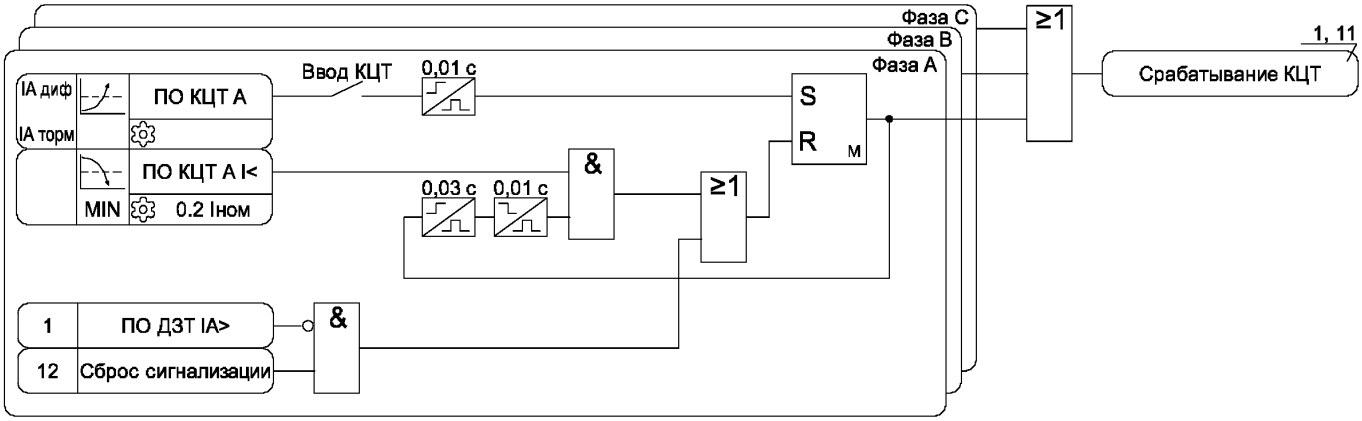



Рисунок А.9 – Функциональная схема алгоритма КЦТ

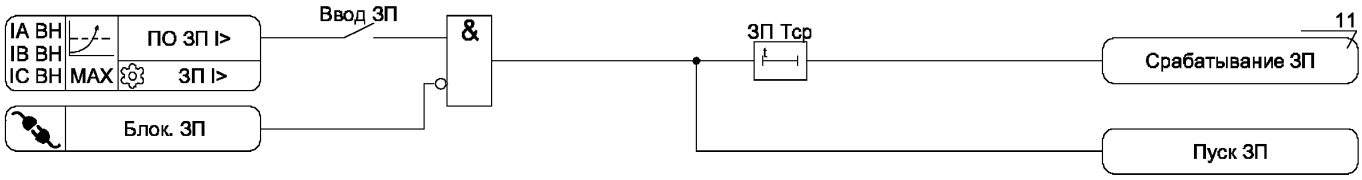



Рисунок А.10 – Функциональная схема алгоритма защиты от перегрузки

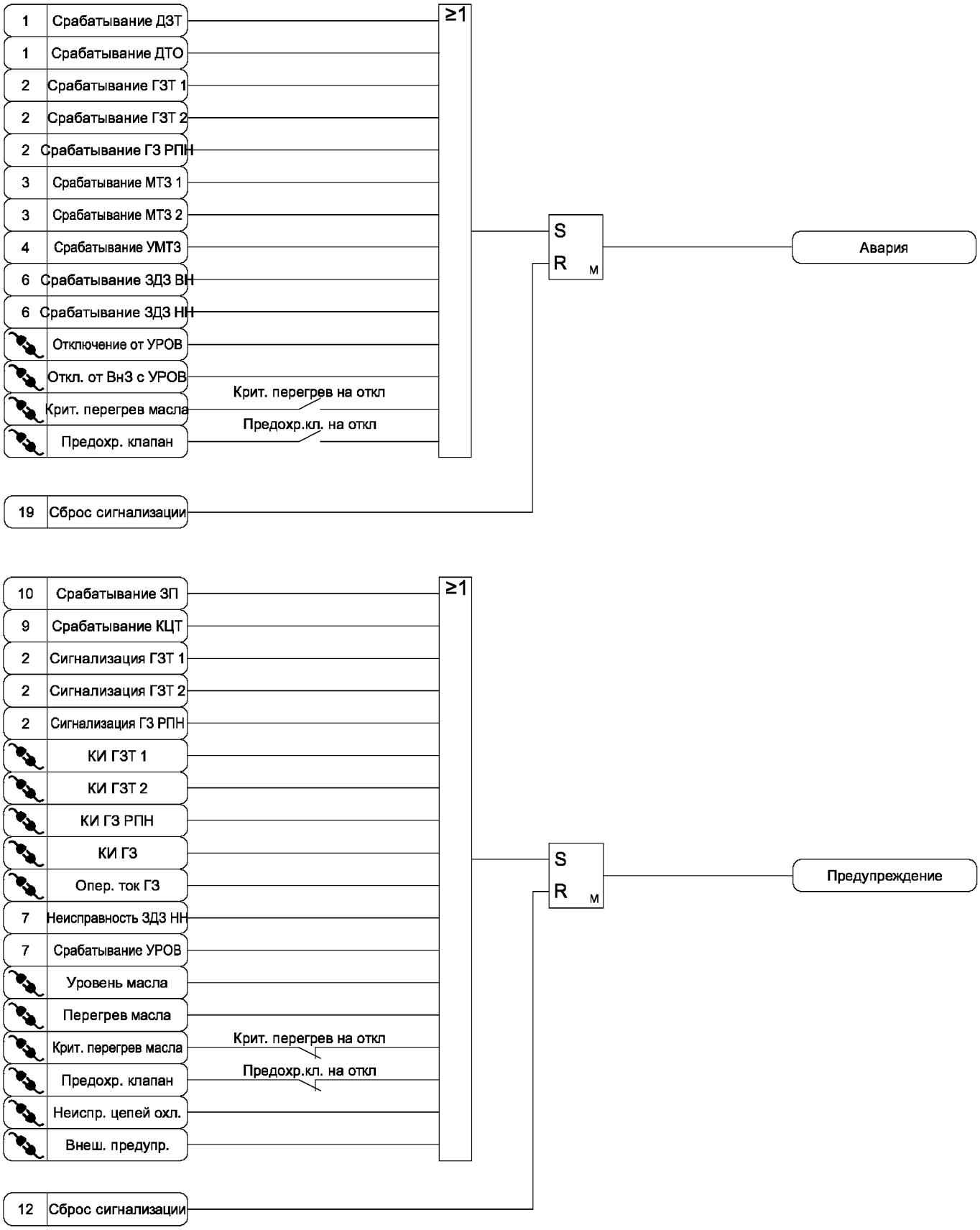



Рисунок А.11 – Функциональная схема алгоритма сигнализации

Рисунок А.12 – Функциональная схема алгоритма сброса сигнализации

Рисунок А.13 – Функциональная схема алгоритма функции блокировки РПН

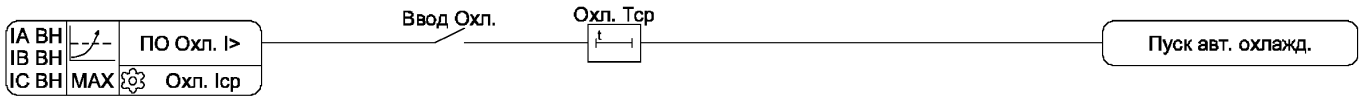



Рисунок А.14 – Функциональная схема алгоритма функции пуска автоматики охлаждения

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(справочное)

Таблица уставок

В таблице Б.1 приведены уставки функций устройства в виде бланка задания уставок.

Таблица Б.1 – Бланк задания уставок

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Комментарий | Значение для группы уставок | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 |
| **Коэффициенты трансформации** | | | | | |
| K IA ВН | 1 – 3000 | 1 | Коэффициент трансформации ТТ фазы А стороны ВН | | |
| K IB ВН | 1 – 3000 | 1 | Коэффициент трансформации ТТ фазы В стороны ВН | | |
| K IC ВН | 1 – 3000 | 1 | Коэффициент трансформации ТТ фазы С стороны ВН | | |
| K IA НН | 1 – 3000 | 1 | Коэффициент трансформации ТТ фазы А стороны НН | | |
| K IB НН | 1 – 3000 | 1 | Коэффициент трансформации ТТ фазы В стороны НН | | |
| K IC НН | 1 – 3000 | 1 | Коэффициент трансформации ТТ фазы С стороны НН | | |
| **Общие уставки** | | | | | |
| АСУ Туср | 0,00 – 5,00 | 0,50 | Период усреднения измеренных и расчетных сигналов для передачи в АСУ, с | | |
| Тосц | 0,20 – 30,00 | 1,00 | Длительность записываемой осциллограммы, с | | |
| **Трансформатор** | | | | | |
| Sном | 1,0 – 63,0 | 10,0 | Номинальная полная мощность трансформатора, МВА | | |
| Uном ВН | 6,00 – 40,00 | 35,00 | Номинальное первичное значения напряжение стороны ВН, кВ | | |
| Uном НН | 1,00 – 40,00 | 10,50 | Номинальное первичное значения напряжение стороны НН, кВ | | |
| Схема ВН – Y | ☐ – ☑ | ☑ | Схема соединения стороны ВН – треугольник | ☐ | |
| Схема НН – Y | ☐ – ☑ | ☐ | Схема соединения стороны НН – треугольник | ☐ | |
| Группа | 0; 1; 11 | 11 | Группа соединения | | |
| **ДЗТ** | | | | | |
| Ввод ДЗТ | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод ДЗТ | ☐ | |
| ДЗТ Iдиф.нач. | 0,20 – 1,50 | 0,30 | Уставка по начальному току срабатывания ДЗТ, ном | | |
| ДЗТ Кторм2 | 0,00 – 0,50 | 0,20 | Уставка по коэффициенту торможения второго участка характеристики торможения ДЗТ | | |

Продолжение таблицы Б.1

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Комментарий | Значение для группы уставок | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 |
| ДЗТ Кторм3 | 0,30 – 1,20 | 0,50 | Уставка по коэффициенту торможения третьего участка характеристики торможения ДЗТ | | |
| ДЗТ 2г> | 0,10 – 0,30 | 0,15 | Уставка блокировки по второй гармонике ДЗТ | | |
| Вывод ПБ ДЗТ | ☐ – ☑ | ☐ | Вывод ДЗТ | ☐ | ☐ |
| **ДТО** | | | | | |
| Ввод ДТО | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод ДТО | ☐ | ☐ |
| ДТО I> | 3,00 – 30,00 | 10,00 | Уставка по току срабатывания ДТО, ном | | |
| **Газовая защита** | | | | | |
| ГЗТ 1 на откл. | ☐ – ☑ | ☐ | Перевод ГЗТ 1 на отключение | ☐ | ☐ |
| КИ на блок. ГЗТ 1 | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод КИ на блокирование ГЗТ 1 | ☐ | ☐ |
| КИ на блок. ГЗТ 2 | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод КИ на блокирование ГЗТ 2 | ☐ | ☐ |
| КИ на блок. ГЗ РПН | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод КИ на блокирование ГЗ РПН | ☐ | ☐ |
| **МТЗ Общее** | | | | | |
| МТЗ по фазн. токам | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод работы МТЗ по фазным токам | ☐ | ☐ |
| МТЗ по разн. токов | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод работы МТЗ по разности фазных токов | ☐ | ☐ |
| **МТЗ Ступень 1** | | | | | |
| Ввод МТЗ 1 | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод МТЗ 1 | ☐ | ☐ |
| МТЗ 1 I> | 0,25 – 250,00 | 5,00 | Уставка по току срабатывания МТЗ 1, А | | |
| МТЗ 1 Тср | 0,00 – 60,00 | 0,20 | Уставка по времени срабатывания МТЗ 1, с | | |
| МТЗ 1 по ДВ U | ☐ – ☑ | ☐ | Работа МТЗ 1 с пуском по дискретному входу «ДВ Пуск по U» | ☐ | ☐ |
| Бл. МТЗ 1 по 2 гарм. | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод блокировки МТЗ 1 по второй гармонике тока | ☐ | ☐ |
| **МТЗ Ступень 2** | | | | | |
| Ввод МТЗ 2 | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод МТЗ 2 | ☐ | ☐ |
| МТЗ 2 I> | 0,25 – 200,00 | 3,00 | Уставка по току срабатывания МТЗ 2, А | | |
| МТЗ 2 Тср | 0,00 – 60,00 | 0,20 | Уставка по времени срабатывания МТЗ 2, с | | |
| МТЗ 2 по ДВ U | ☐ – ☑ | ☐ | Работа МТЗ 2 с пуском по дискретному входу «ДВ Пуск по U» | ☐ | ☐ |
| **Ускорение МТЗ** | | | | | |
| Ввод УМТЗ | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод УМТЗ | ☐ | ☐ |
| УМТЗ Тср | 0,00 – 1,00 | 0,10 | Уставка по времени срабатывания УМТЗ, с | | |
| **Блокировка МТЗ по второй гармонике** | | | | | |
| Бл.2г. I2г.> | 0,10 – 0,30 | 0,15 | Уставка по уровню второй гармонике в токе, о.е. | | |

| Наименование уставки | Диапазон изменения | Значение по умолчанию | Комментарий | Значение для группы уставок | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 |
| Бл.2г. I> | 0,25 – 250,00 | 5,00 | Уставка по току при котором блокируется блокировка по второй гармонике, А | | |
| Вывод ПБ МТЗ | ☐ – ☑ | ☐ | Вывод перекрестной блокировки МТЗ | ☐ | ☐ |
| **Защита от дуговых замыканий** | | | | | |
| ЗДЗ I> | 0,25 – 250,00 | 5,00 | Уставка по току срабатывания ЗДЗ, А | | |
| Контр. тока для ЗДЗ | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод контроля тока для срабатывания ЗДЗ | ☐ | ☐ |
| **Устройство резервирования отказа выключателя** | | | | | |
| Ввод УРОВ | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод УРОВ | ☐ | ☐ |
| УРОВ I< | 0,25 – 2,00 | 0,25 | Уставка по току возврата УРОВ, А | | |
| УРОВ Тср | 0,10 – 2,00 | 0,10 | Уставка по времени срабатывания УРОВ, с | | |
| **Состояние защит** | | | | | |
| Крит. перегрев на откл | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод срабатывания датчика критического перегрева на отключение | ☐ | ☐ |
| Предохр.кл. на откл | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод срабатывания предохранительного клапана на отключение | ☐ | ☐ |
| **Контроль измерительных цепей тока** | | | | | |
| Ввод КЦТ | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод КЦТ | ☐ | ☐ |
| **Сигнализация** | | | | | |
| Блок. сигн. авт. вкл. | ☐ – ☑ | ☐ | Блокирование сигнализации автоматического включения | ☐ | ☐ |
| **Защита от перегрузки** | | | | | |
| Ввод ЗП | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод ЗП | ☐ | ☐ |
| ЗП I> | 0,25 – 200,00 | 3,00 | Уставка по току срабатывания ЗП, А | | |
| ЗП Тср | 1,00 – 300,00 | 10,00 | Уставка по времени срабатывания ЗП, с | | |
| **Функция блокировки РПН** | | | | | |
| Ввод Бл.РПН | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод функции блокировки РПН | ☐ | ☐ |
| Бл.РПН I> | 0,25 – 20,00 | 10,00 | Уставка по току срабатывания функции блокировки РПН, А | | |
| **Функция пуска автоматики охлаждения** | | | | | |
| Ввод Охл. | ☐ – ☑ | ☐ | Ввод автоматики охлаждения | ☐ | ☐ |
| Охл. I> | 0,25 – 20,00 | 10,00 | Уставка по току срабатывания автоматики охлаждения, А | | |
| Охл. Тср | 0,00 – 120,00 | 3,00 | Уставка по времени срабатывания автоматики охлаждения, с | | |