

УТВЕРЖДЕН
ДИВГ.70239-01 13 01-ЛУ

БАЗОВОЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БФПО-102-КЛ-01

Описание программы

ДИВГ.70239-01 13 01

Листов 53

2025

Литера А

БФПО-102-КЛ-01_203 ДИВГ.70239-01 от 11.12.2025

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

АННОТАЦИЯ

Настоящий документ описания программы (далее – ОП) предназначен для ознакомления с основными возможностями и параметрами базового функционального программного обеспечения БФПО-102-КЛ-01 ДИВГ.70239-01 (далее – БФПО) в составе блока микропроцессорного релейной защиты БМРЗ (далее – блок).

В настоящем документе приведены следующие приложения:

- приложение А "Элементы функциональных схем";
- приложение Б "Алгоритмы функций защит, автоматики и управления";
- приложение В "Дополнительные пусковые органы схем ПМК";
- приложение Г "Определение направления мощности";
- приложение Д "Рекомендации по проверке функции СНОЗЗ";
- приложение Е "Расчет остаточного ресурса выключателя".

В настоящем документе применены обозначения и сокращения в соответствии с перечнем обозначений и сокращений.

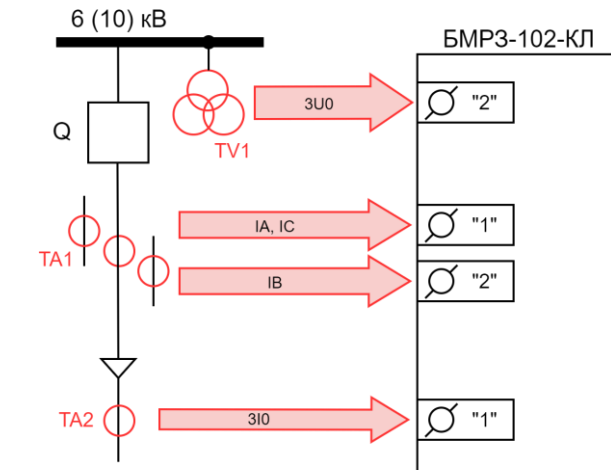
Настоящее описание программы является объектом охраны в соответствии с международным и российским законодательствами об авторском праве. Любое несанкционированное использование описания программы, включая копирование, тиражирование и распространение, но не ограничиваясь этим, влечет применение к виновному лицу гражданско-правовой ответственности, а также уголовной ответственности в соответствии со статьей 146 УК РФ и административной ответственности в соответствии со статьей 7.12 КоАП РФ.

1 Назначение	4
2 Функциональные характеристики	5
2.1 Аналоговые входы.....	5
2.2 Дискретные входы и выходы.....	5
2.3 Функциональные возможности блока	5
2.4 Параметры уставок функций	6
2.5 Входные сигналы АСУ	12
2.6 Входные сигналы БФПО.....	12
2.7 Выходные сигналы БФПО	14
2.8 Измерение и расчет параметров сети	18
2.9 Накопительная информация	18
3 Функции	20
3.1 Общее описание	20
3.2 Токовая отсечка (ТО)	20
3.3 Максимальная токовая защита (МТЗ)	20
3.4 Ускорение МТЗ (УМТЗ)	21
3.5 Дуговая защита (ДгЗ).....	21
3.6 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ).....	22
3.7 Защита от обрыва фаз и несимметрии нагрузки (ЗОФ).....	23
3.8 Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).....	23
3.9 Автоматическое повторное включение (АПВ)	23
3.10 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и автоматическое повторное включение по частоте (ЧАПВ)	24
3.11 Оперативное управление.....	24
3.12 Включение выключателя	25
3.13 Отключение выключателя	25
3.14 Функции сигнализации	26
3.15 Функции диагностики	26
3.16 Вспомогательные функции	27
3.17 Осциллографирование аварийных событий.....	29
Приложение А (справочное) Элементы функциональных схем.....	31
Приложение Б (обязательное) Алгоритмы функций защит, автоматики и управления	33
Приложение В (обязательное) Дополнительные пусковые органы схем ПМК	45
Приложение Г (справочное) Определение направления мощности	46
Приложение Д (справочное) Рекомендации по проверке функции СНОЗЗ.....	47
Приложение Е (справочное) Расчет остаточного ресурса выключателя.....	50
Перечень обозначений и сокращений.....	52

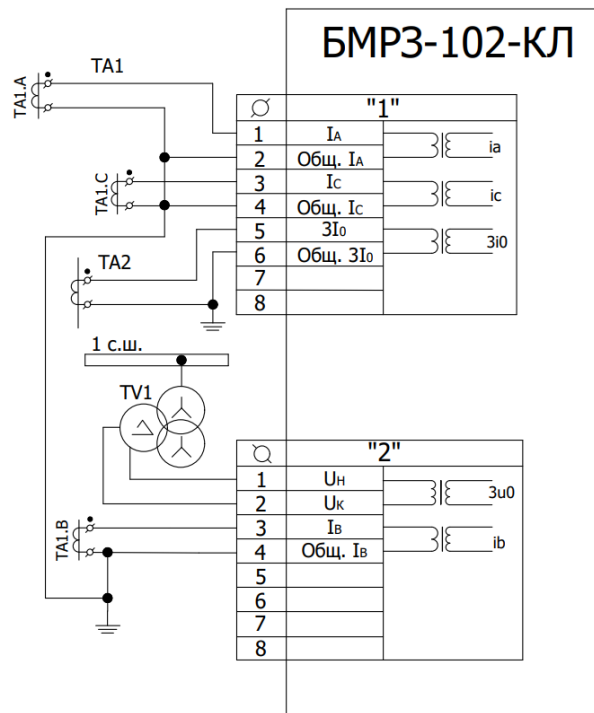
1 Назначение

1.1 БФПО-102-КЛ-01 предназначено для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6 – 10 кВ (КЛ – кабельная линия).

Блок с БФПО-102-КЛ-01 должен подключаться к измерительным цепям в соответствии с рисунком 1.



а) кабельная линия;



б) схема подключения вторичных цепей к блоку.

Рисунок 1 – Пример подключения измерительных цепей

ВНИМАНИЕ: ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ ПОДЛЕЖАТ ИЗМЕНЕНИЮ ПОТРЕБИТЕЛЕМ ПОД КОНКРЕТНОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ!

2 Функциональные характеристики

2.1 Аналоговые входы

2.1.1 Блок с БФПО-102-КЛ-01 осуществляет обработку сигналов токов и напряжений в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Аналоговые входы

Вход	Номера контактов	Наименование сигнала	Диапазон контролируемых значений	Обозначение в функциональных схемах
1	1/1,1/2	Ток фазы А	От 0,2 до 200 А	ia
2	1/3,1/4	Ток фазы С	От 0,2 до 200 А	ic
3	1/5,1/6	Ток нулевой последовательности	От 0,005 до 5 А	3i0
5	2/1,2/2	Напряжение нулевой последовательности	От 2 до 260 В	3u0
6	2/3,2/4	Ток фазы В	От 0,2 до 200 А	ib

2.2 Дискретные входы и выходы

2.2.1 БФПО обеспечивает обработку сигналов 10 дискретных входов. Все дискретные входы являются свободно назначаемыми.

2.2.2 БФПО обеспечивает выдачу сигналов на 10 дискретный выходов. Все дискретные выходы, кроме нормально замкнутого выхода «[К4] Отказ БМРЗ», являются свободно назначаемыми.

2.2.3 Схема электрическая подключения дискретных входов и выходов представлена в руководстве по эксплуатации ДИВГ.648228.123 РЭ.

2.3 Функциональные возможности блока

2.3.1 БФПО предусмотрена функциональная возможность оперативного управления выключателем с помощью кнопок лицевой панели "☒", "I" (включить), "O" (отключить) (указано в руководстве по эксплуатации ДИВГ.648228.123 РЭ).

2.3.2 Основные функциональные возможности, реализуемые в БФПО, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Функциональные возможности блока

Наименование функции	Код ANSI
Токовая отсечка (ТО)	50
Максимальная токовая защита (МТЗ)	51
МТЗ с пуском по U и с комбинированным пуском	51V
Ускорение МТЗ (УМТЗ)	51HS
Направленная ТО/МТЗ	67
Дуговая защита (ДгЗ)	50ARC

Наименование функции	Код ANSI
Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ)	50G/51G
Защита от обрыва фаз и несимметрии нагрузки (ЗОФ)	46BC
Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	50BF
Автоматическое повторное включение (АПВ)	79
Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)	81L
Автоматическое повторное включение по частоте (ЧАПВ)	79/81L
Управление выключателем	94
Сигнализация	30
Квитирование	86

2.4 Параметры уставок функций

2.4.1 Параметры уставок функций защит, автоматики и сигнализации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры уставок

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
Коэффициенты трансформации				
Ктр I	Коэффициент трансформации фазных ТТ	1 – 4000	1	Float
Ктр 3I0	Коэффициент трансформации ТТНП	1 – 4000	1	Float
Ктр 3U0	Коэффициент трансформации доп. обмотки ТН	1 – 800	1	Float
ТО				
ТО.1 S1	Ввод первой ступени ТО	-	-	Ключ
ТО.1 I	Ток срабатывания первой ступени ТО, А	0,5 – 200	0,01	Float
ТО.1 T	Выдержка времени первой ступени ТО, с	0 – 300	0,01	Time
ТО.2 S1	Ввод второй ступени ТО	-	-	Ключ
ТО.2 I	Ток срабатывания второй ступени ТО, А	0,5 – 200	0,01	Float
ТО.2 T	Выдержка времени второй ступени ТО, с	0 – 300	0,01	Time
МТЗ				
МТЗ.1 S1	Ввод первой ступени МТЗ	-	-	Ключ
МТЗ.1 S4	Ввод зависимой времятоковой характеристики первой ступени МТЗ	-	-	Ключ
МТЗ.1 I	Ток срабатывания первой ступени МТЗ, А	0,5 – 200	0,01	Float
МТЗ.1 T	Выдержка времени первой ступени МТЗ, с	0 – 300	0,01	Time

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
MT3.1 Nхар.	Тип характеристики MT3.1: 1 - инверсная; 2 - сильно инверсная; 3 - длительно инверсная; 4 - чрезвычайно инверсная	1 – 4	1	Int
MT3.1 K	Временной коэффициент обратнозависимой характеристики	0,05 – 2	0,001	Float
MT3.2 S1	Ввод второй ступени MT3	-	-	Ключ
MT3.2 I	Ток срабатывания второй ступени MT3, А	0,5 – 200	0,01	Float
MT3.2 T	Выдержка времени второй ступени MT3, с	0,1 – 300	0,01	Time
УМТЗ				
УМТЗ S1	Ввод УМТЗ	-	-	Ключ
УМТЗ T	Выдержка времени ускоренной MT3, с	0 – 1	0,01	Time
ДгЗ				
ДгЗ S1	Ввод ДгЗ	-	-	Ключ
ДгЗ S2	Ввод контроля тока для ДгЗ	-	-	Ключ
ДгЗ I	Ток срабатывания ДгЗ, А	0,5 – 200	0,01	Float
ЗОЗЗ, СНОЗЗ				
ЗОЗЗ.1 S1	Ввод первой ступени ЗОЗЗ	-	-	Ключ
ЗОЗЗ.1 S2	Работа ЗОЗЗ.1: 0 - по ЗU0; 1 - по ЗI0; 2 - по ЗU0 и ЗI0; 3 - по ЗI0, ЗU0 и P0	0 – 3	1	Int
ЗОЗЗ.1 ЗI0	Ток срабатывания НП первой ступени ЗОЗЗ, А	0,01 – 5	0,01	Float
ЗОЗЗ.1 ЗU0	Напряжение срабатывания НП первой ступени ЗОЗЗ, В	3 – 260	1	Float
РНМнп Фмч	Угол максимальной чувствительности РНМ нулевой последовательности, гр	-180 – +180	1	Float
РНМнп Фзоны	Угол зоны срабатывания направленной ЗОЗЗ, гр	90 – 180	1	Float
ЗОЗЗ.1 T	Выдержка времени первой ступени ЗОЗЗ, с	0 – 300	0,01	Time
ЗОЗЗ.2 ЗI0	Ток срабатывания НП второй ступени ЗОЗЗ, А	0,1 – 200	0,01	Float
ЗОЗЗ.2 S1	Ввод второй ступени ЗОЗЗ	-	-	Ключ
ЗОЗЗ.2 S3	Работа ЗОЗЗ.2: [V] по расч. току ЗI0; [] по измер. току ЗI0	-	-	Ключ
ЗОЗЗ.2 T	Выдержка времени второй ступени ЗОЗЗ, с	0 – 300	0,01	Time
СНОЗЗ S1	Ввод СНОЗЗ	-	-	Ключ
СНОЗЗ S2	Тип нейтрали: [V] комп., резистивно-заземленная; [] изолированная	-	-	Ключ

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
ЗОФ				
ЗОФ S1	Ввод ЗОФ	-	-	Ключ
ЗОФ S2	Работа ЗОФ: [V] по I2/I1; [] по I2	-	-	Ключ
ЗОФ I2	Ток срабатывания обратной последовательности ЗОФ, А	0,25 – 20	0,01	Float
ЗОФ К	Отношение токов обратной и прямой последовательностей ЗОФ	0,1 – 1	0,01	Float
ЗОФ Т	Выдержка времени ЗОФ, с	0 – 300	0,01	Time
УРОВ				
УРОВ S1	Ввод УРОВ	-	-	Ключ
УРОВ S2	Ввод ускорения УРОВ по SF6	-	-	Ключ
УРОВ I	Ток возврата УРОВ, А	0,25 – 5	0,01	Float
УРОВ Т	Выдержка времени УРОВ, с	0,1 – 2	0,01	Time
АПВ				
АПВ S1	Ввод первого цикла АПВ	-	-	Ключ
АПВ S2	Ввод второго цикла АПВ	-	-	Ключ
АПВ Т1ц	Выдержка времени первого цикла АПВ, с	0,1 – 100	0,01	Time
АПВ Т2ц	Выдержка времени второго цикла АПВ, с	0,1 – 300	0,01	Time
АПВ Тгот	Время готовности АПВ, с	1 – 30	0,01	Time
АЧР/ЧАПВ				
АЧР/ЧАПВ S1	АЧР/ЧАПВ по логическим сигналам: [V] схема "Б"; [] схема "А"	-	-	Ключ
АЧРл S1	Ввод АЧР по входному логическому сигналу	-	-	Ключ
АЧРл Т	Выдержка времени АЧР по входному логическому сигналу, с	0,1 – 100	0,01	Time
ЧАПВл S1	Ввод ЧАПВ по входному логическому сигналу	-	-	Ключ
ЧАПВл Т	Выдержка времени ЧАПВ по входному логическому сигналу, с	0,1 – 300	0,01	Time
ЧАПВл Тгот	Время готовности ЧАПВ по входному логическому сигналу, с	1 – 30	0,01	Time
Управление выключателем				
ВЫКЛ S1	Управление выключателем: [V] имп. режим; [] с подтверждением от РПО, РПВ	-	-	Ключ
ОУ S1	Ввод блокировки управления выключателем с лицевой панели пульта блока	-	-	Ключ
ОУ S2	Ввод отключения выключателя по дискр. входу без контроля режимов ОУ	-	-	Ключ

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
ОУ S3	Ввод одновременной работы режимов управления по ДС и АСУ	-	-	Ключ
ВКЛ Тимп	Длительность импульса на включение выключателя, с	0,25 – 10	0,01	Time
ОТКЛ Тимп	Длительность импульса на отключение выключателя, с	0,25 – 10	0,01	Time
ОТКЛ Тоткл	Выдержка времени на сброс триггера отключения, с	0,1 – 0,25	0,01	Time
Диагностика				
ДИАГ S1	Ввод алгоритма диагностики выключателя	-	-	Ключ
ДИАГ S2	Привод выключателя: [V] ЭМ; [] пруж.	-	-	Ключ
ДИАГ S3	Ввод контроля положения выключателя для сигнала Ав.ШП/Пружина	-	-	Ключ
ДИАГ S4	Ввод контроля РПВ 2	-	-	Ключ
ДИАГ Трпо.рпв	Выдержка времени диагностики положения выключателя, с	0,1 – 30	0,01	Time
ДИАГ Тпруж	Выдержка времени диагностики взвода пружины, с	0,1 – 30	0,01	Time
ДИАГ Тоткл	Выдержка времени диагностики отключения выключателя, с	0,1 – 30	0,01	Time
ДИАГ Твкл	Выдержка времени диагностики включения выключателя, с	0,1 – 30	0,01	Time
Настройка вызова				
ВЫЗ ТО.1 сраб.	Ввод ТО.1 сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ТО.2 сраб.	Ввод ТО.2 сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ МТЗ.1 сраб.	Ввод МТЗ.1 сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ МТЗ.2 сраб.	Ввод МТЗ.2 сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ДгЗ сраб.	Ввод ДгЗ сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ УРОВ сраб.	Ввод УРОВ сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ УРОВп	Ввод УРОВп на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ЗОЗЗ.1 сраб.	Ввод ЗОЗЗ.1 сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ЗОЗЗ.2 сраб.	Ввод ЗОЗЗ.2 сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ СНОЗЗ сраб.	Ввод СНОЗЗ сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ДгЗ неисправ.	Ввод ДгЗ неисправ. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ЗОФ сраб.	Ввод ЗОФ сраб. на вызов	-	-	Ключ

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
ВЫЗ СО сраб.	Ввод СО сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ Неиспр. выкл.	Ввод Неиспр. выкл. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ SF6 блок. упр.	Ввод SF6 блок. упр. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ УМТЗ сраб.	Ввод УМТЗ сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ АЧР сраб.	Ввод АЧР сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ ЧАПВ сраб.	Ввод ЧАПВ сраб. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ SF6 Q 1 ст.	Ввод SF6 Q 1 ст. на вызов	-	-	Ключ
ВЫЗ Ресурс	Ввод Ресурс выключателя на вызов	-	-	Ключ
Осциллограф				
ОСЦ S1	Ввод пуска осциллографа по возврату заблокированных ПО	-	-	Ключ
ОСЦ Тпред	Длительность предыстории, с	0,1 – 1	0,01	Time
ОСЦ Тпост	Длительность поставарийной записи, с	0,1 – 10	0,01	Time
ОСЦ Тмакс	Максимальная длительность аварийного режима, с	1 – 30	0,01	Time
ОСЦ Тблок	Задержка на срабатывание блокировки от длительного пуска, с	0,1 – 30	0,01	Time
Ресурс выключателя				
РЕС S1	Ввод сигнализации по низкому остаточному ресурсу выключателя	-	-	Ключ
РЕС нач.зн.	Начальное значение ресурса выключателя, %	0 – 100	1	Float
РЕС сигн.	Критический остаточный ресурс выключателя, %	0 – 99	1	Float
РЕС Iном	Номинальный ток выключателя, А	0,1 – 500	0,01	Float
РЕС Iо.ном	Номинальный ток отключения выключателя, А	0,1 – 4000	0,01	Float
РЕС Тоткл	Полное время отключения выключателя, с	0,01 – 1	0,01	Time
МР	Механический ресурс, циклов ВО	0 – 100000	1	Int
КР Iном	Коммутационный ресурс при номинальном токе, циклов ВО	0 – 100000	1	Int
КР Iо.ном	Коммутационный ресурс при номинальном токе отключения, циклов ВО	0 – 500	1	Int
Прочие уставки				
ПРОГР S1	Переключение программ уставок: 0 - по лог. входу Программа 2; 1 - импульсными командами	0 – 1	0	Int
ПРОГР Твоз	Длительность задержки при переходе на Программу 1, с	0,01 – 10	0,01	Time

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
Гр.3О33 S1	Ввод отстройки группового 3О33 от доаварийного режима	-	-	Ключ
Гр.3О33 Куср	Коэффициент усреднения тока 3I0 для функции групповой 3О33	0,01 – 0,99	0,01	Float
Дополнительные уставки				
SA01	Программный ключ SA01	-	-	Ключ
SA02	Программный ключ SA02	-	-	Ключ
SA03	Программный ключ SA03	-	-	Ключ
SA04	Программный ключ SA04	-	-	Ключ
SA05	Программный ключ SA05	-	-	Ключ
SA06	Программный ключ SA06	-	-	Ключ
SA07	Программный ключ SA07	-	-	Ключ
SA08	Программный ключ SA08	-	-	Ключ
SA09	Программный ключ SA09	-	-	Ключ
SA10	Программный ключ SA10	-	-	Ключ
ПО> Iмакс 1	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,5 – 200	0,01	Float
ПО> Iмакс 2	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,5 – 200	0,01	Float
ПО> Iф	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,5 – 200	0,01	Float
ПО< Iмакс	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,5 – 200	0,01	Float
ПО> I2	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,5 – 200	0,01	Float
ПО> 3I0	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,01 – 5	0,01	Float
ПО> 3I0р	Уставка дополнительного пускового органа, А	0,1 – 200	0,01	Float
ПО> 3U0	Уставка дополнительного пускового органа, В	3 – 260	1	Float
TA01	Выдержка времени TA01, с	0 – 600	0,01	Time
TA02	Выдержка времени TA02, с	0 – 600	0,01	Time
TA03	Выдержка времени TA03, с	0 – 600	0,01	Time
TA04	Выдержка времени TA04, с	0 – 600	0,01	Time
TA05	Выдержка времени TA05, с	0 – 600	0,01	Time
TA06	Выдержка времени TA06, с	0 – 600	0,01	Time
TA07	Выдержка времени TA07, с	0 – 600	0,01	Time
TA08	Выдержка времени TA08, с	0 – 600	0,01	Time
TA09	Выдержка времени TA09, с	0 – 600	0,01	Time
TA10	Выдержка времени TA10, с	0 – 600	0,01	Time
Телеизмерения				
ТИ S1	Ввод алгоритма фильтрации сигналов для телеизмерений по протоколам АСУ	-	-	Ключ
ТИ Tф	Постоянная времени сглаживающего фильтра, с	0,04 – 5	0,01	Time

Уставка	Назначение	Диапазон	Дискретность	Тип параметра
ТИ Тдец	Период прореживания (децимация) измеряемых сигналов передаваемых по протоколам АСУ, с	0 – 60	0,01	Time

2.5 Входные сигналы АСУ

2.5.1 Входные сигналы АСУ, доступные для использования при создании дополнительных функциональных схем, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Входные сигналы АСУ

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложении Б	Функция сигнала
АСУ_Включить	Б.10	Включение выключателя из АСУ
АСУ_Отключить	Б.10	Отключение выключателя из АСУ
АСУ_Квитирование	Б.14	Сигнал на квитирование сигнализации из АСУ
АСУ_Осциллограф	-	Пуск осциллограммы из АСУ
АСУ_Вход 1	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 2	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 3	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 4	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 5	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 6	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 7	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Вход 8	-	Назначаемая команда из АСУ
АСУ_Программа 1	-	Переключение на первую программу уставок из АСУ
АСУ_Программа 2	-	Переключение на вторую программу уставок из АСУ

Сигналы, приведенные в таблице 4, на рисунках функциональных схем алгоритмов приложения Б обозначены символом «@».

2.6 Входные сигналы БФПО

2.6.1 Входные сигналы функциональных схем БФПО, доступные для использования при создании дополнительных функциональных схем, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Входные сигналы функциональных схем БФПО

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложении Б	Функция сигнала
АПВ пуск	Б.08	Пуск АПВ
АПВ запрет	Б.08	Запрет работы АПВ
АПВ 2ц блок.	Б.08	Блокировка второго цикла АПВ

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложении Б	Функция сигнала
АЧРл	Б.09а, Б.09б	Пуск АЧР по входному логическому сигналу
АЧРл блок.	Б.09а, Б.09б	Блокировка АЧР по входному логическому сигналу
Ав.ШП/Пружина	Б.11, Б.17	Готовность привода к включению
Авар. откл. блок.	Б.15	Блокировка выдачи сигнала аварийного отключения
Бл.смены пр.уст.из АСУ	-	Блокировка смены программы уставок из АСУ
Бл.смены пр.уст.по СИУ	-	Блокировка смены программы уставок по входным логическим сигналам
Включение блок.	Б.11	Блокировка включения выключателя
Включение внеш.	Б.11	Команда на включение выключателя
Вызов блок.	Б.16	Блокировка функции вызова
Вызов польз.	Б.16	Срабатывание алгоритма вызова по внешнему сигналу
ДгЗ датчик	Б.04	Подключение датчика защиты от дуговых замыканий
ДгЗ блок.	Б.04	Блокировка защиты от дуговых замыканий
ЗОЗ3.1 блок.	Б.05	Блокировка пуска первой ступени защиты от однофазных замыканий на землю
ЗОЗ3.2 блок.	Б.05	Блокировка пуска второй ступени защиты от однофазных замыканий на землю
ЗОФ блок.	Б.06	Блокировка пуска ЗОФ
Квитир. внеш.	Б.14	Квитирование сигнализации внешним сигналом
МТЗ.1 блок.	Б.02	Блокировка пуска первой ступени МТЗ
МТЗ.2 блок.	Б.02	Блокировка пуска второй ступени МТЗ
ОУ	Б.10	Выбор режима (места) управления
ОУ Включить	Б.10	Команда оперативного включения выключателя
ОУ Отключить	Б.10	Команда оперативного отключения выключателя
Откл. по защитам	Б.12	Отключение по защитам (выполнен в ПМК)
Откл. от автоматики	Б.12	Отключение от автоматики (выполнен в ПМК)
Опер. вкл. блок.	Б.11	Блокировка оперативного включения выключателя
Программа 1	-	Переключение на первую программу уставок по переднему фронту
Программа 2	-	Переключение на вторую программу уставок по наличию сигнала / по переднему фронту
Пуск осц. 1	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 2	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 3	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 4	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 5	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 6	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 7	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 8	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложении Б	Функция сигнала
Пуск осц. 9	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 10	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 11	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 12	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 13	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 14	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 15	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
Пуск осц. 16	-	Сигнал на пуск записи осциллограммы
РПВ	Б.08, Б.09а, Б.09б, Б.11, Б.13, Б.15, Б.17	Положение выключателя - включено
РПВ 2	Б.17	Подключение сигнала РПВ при наличии двух электромагнитов отключения
РПО	Б.03, Б.08, Б.12, Б.13, Б.15, Б.17	Положение выключателя - отключено
СНОЗЗ блок.	Б.05	Блокировка СНОЗЗ
СО блок.	Б.13	Блокировка функции СО
Сброс максметров	-	Сброс значений максметров
Сброс накопителей	-	Сброс значений накопителей
ТО.1 блок.	Б.01	Блокировка пуска первой ступени ТО
ТО.2 блок.	Б.01	Блокировка пуска второй ступени ТО
УМТЗ блок.	Б.03	Блокировка УМТЗ
УРОВ блок.	Б.07	Блокировка работы алгоритма УРОВ
УРОВ от защ.	Б.07	Пуск УРОВ от зашит
УРОВп	Б.07, Б.16	Команда на отключение при срабатывании УРОВ нижестоящих зашит
Уск. ступени	Б.03	Ускоренные ступени МТЗ (выполнен в ПМК)
ЧАПВл	Б.09а	Пуск ЧАПВ-А по входному логическому сигналу
ЧАПВл блок.	Б.09а, Б.09б	Блокировка ЧАПВ по входному логическому сигналу
SF6 блок. упр.	Б.07, Б.11, Б.12, Б.16, Б.17	Ускорение УРОВ по снижению давления элегаза, блокировка управления выключателем
SF6 Q 1 ст.	Б.16	Сигнал срабатывания первой ступени снижения давления элегаза

Сигналы, приведенные в таблице 5, на рисунках функциональных схем алгоритмов приложения Б обозначены символом «SIU».

2.7 Выходные сигналы БФПО

2.7.1 Выходные сигналы функциональных схем БФПО, доступные для использования при создании схем ПМК, в таблице назначений, а также для передачи в АСУ, приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Выходные сигналы функциональных схем БФПО

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложениях Б и В	Функция сигнала
ТО.1 пуск	Б.01	Пуск 1-ой ступени ТО
ТО.1 сраб.	Б.01	Срабатывание 1-ой ступени ТО
ТО.2 пуск	Б.01	Пуск 2-ой ступени ТО
ТО.2 сраб.	Б.01	Срабатывание 2-ой ступени ТО
МТЗ.1 пуск	Б.02	Пуск 1-ой ступени МТЗ
МТЗ.1 сраб.	Б.02	Срабатывание 1-ой ступени МТЗ
МТЗ.2 пуск	Б.02	Пуск 2-ой ступени МТЗ
МТЗ.2 сраб.	Б.02	Срабатывание 2-ой ступени МТЗ
УМТЗ пуск	Б.03	Пуск УМТЗ
УМТЗ сраб.	Б.03	Срабатывание УМТЗ
ДгЗ сраб.	Б.04	Срабатывание ДгЗ
ДгЗ неисправ.	Б.04	Неисправность датчика ДгЗ. Длительное наличие сигнала.
ДгЗ пуск по I	Б.04	Срабатывание токового пускового органа ДгЗ
ЗОЗЗ.1 пуск	Б.05	Пуск 1-ой ступени ЗОЗЗ
ЗОЗЗ.1 сраб.	Б.05	Срабатывание 1-ой ступени ЗОЗЗ
ЗОЗЗ.2 пуск	Б.05	Пуск 2-ой ступени ЗОЗЗ
ЗОЗЗ.2 сраб.	Б.05	Срабатывание 2-ой ступени ЗОЗЗ
СНОЗЗ сраб.	Б.05	Срабатывание алгоритма СНОЗЗ
ЗОФ пуск	Б.06	Пуск ЗОФ
ЗОФ сраб.	Б.06	Срабатывание ЗОФ
УРОВ пуск	Б.07	Пуск УРОВ
УРОВ сраб.	Б.07	Срабатывание УРОВ
АПВ 1 пуск	Б.08	Пуск 1-го цикла АПВ
АПВ 2 пуск	Б.08	Пуск 2-го цикла АПВ
АПВ сраб.	Б.08	Срабатывание АПВ
АПВ заблок.	Б.08	АПВ заблокировано
АЧР-А пуск	Б.09а	Пуск АЧР по дискретному входу
АЧР-А сраб.	Б.09а	Срабатывание АЧР по дискретному входу
ЧАПВ-А пуск	Б.09а	Пуск ЧАПВ по дискретным входам
ЧАПВ-А сраб.	Б.09а	Срабатывание ЧАПВ по дискретным входам
АЧР-Б пуск	Б.09б	Пуск АЧР по дискретному входу
АЧР-Б сраб.	Б.09б	Срабатывание АЧР по дискретному входу
ЧАПВ-Б пуск	Б.09б	Пуск ЧАПВ по дискретным входам
ЧАПВ-Б сраб.	Б.09б	Срабатывание ЧАПВ по дискретным входам
МУ	Б.10	Блок в режиме местного оперативного управления (только с кнопок блока)
Опер. вкл.	Б.10	Команда оперативного включения выключателя
Опер. откл.	Б.10	Команда оперативного отключения выключателя
Упр. по АСУ	Б.10	Сигнализация управления выключателем по каналам АСУ
Упр. по ДС	Б.10	Сигнализация управления выключателем по дискретным входам
БМВ сраб.	Б.11	Срабатывание блокировки от многократных включений

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложениях Б и В	Функция сигнала
Включение заблок.	Б.11	Включение заблокировано
Реле Включить	Б.11	Сигнал на реле включения выключателя
Автом. включение	Б.11	Автоматическое включение
Срабатывание защит	Б.12	Срабатывание защит
Отключить	Б.12	-
Реле Отключить	Б.12	Сигнал на реле отключения выключателя
Автом. откл.	Б.12	Отключение от автоматики
СО сраб.	Б.13	Сигнал о самопроизвольном отключении выключателя
Квитир. сигнал.	Б.14	Сигнал квитирования сигнализации
Реле Авар. откл.	Б.15	Сигнал на реле аварийного отключения
Вызов ТО.1 сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ТО.2 сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов МТЗ.1 сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов МТЗ.2 сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ДгЗ сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ДгЗ неиспр.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов УРОВ сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов УРОВп	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ЗОЗЗ.1 сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ЗОЗЗ.2 сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов СНОЗЗ сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ЗОФ сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов СО сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов Неиспр. выкл.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов SF6 блок. упр.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов УМТЗ сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов SF6 Q 1 ст.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов АЧР-А сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов АЧР-Б сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ЧАПВ-А сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов ЧАПВ-Б сраб.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложениях Б и В	Функция сигнала
Вызов Ресурс выкл.	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Вызов пользователя	-	Причина срабатывания вызывной сигнализации
Реле Вызов	Б.16	Сигнал на реле вызова
Неиспр. выкл.	Б.17	Сигнал о неисправности выключателя
Реле Отказ БМРЗ	Б.17	Сигнал на реле Отказ БМРЗ
Неиспр. откл.	Б.17	Неисправность выключателя: выключатель не отключился
Неиспр. вкл.	Б.17	Неисправность выключателя: выключатель не включился
Ресурс выключателя	Б.17	Сигнал низкого остаточного ресурса выключателя
"ПО> Iмакс 1" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> Iмакс 2" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО< Iмакс" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> Iф" сраб.А	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> Iф" сраб.В	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> Iф" сраб.С	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> I2" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> 3I0" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> 3I0p" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
"ПО> 3U0" сраб.	В.01	Сигнал срабатывания дополнительного пускового органа
АПВ введено	-	АПВ введено (Ключ АПВ S1)
Программа уставок 1	-	Активирована программа уставок 1
Программа уставок 2	-	Активирована программа уставок 2
Запрет см.пр.уст. АСУ	-	Смена программы уставок из АСУ запрещена
Режим ТЕСТ	-	Сигнализация работы блока в режиме ТЕСТ
Недост. IA	-	Сигнал о недостоверном значении тока IA
Недост. IB	-	Сигнал о недостоверном значении тока IB
Недост. IC	-	Сигнал о недостоверном значении тока IC
Недост. 3U0	-	Сигнал о недостоверном значении напряжения 3U0
Недост. 3I0	-	Сигнал о недостоверном значении тока 3I0
Недост. 3I0^3U0	-	Сигнал о недостоверном значении угла 3I0^3U0
Недост. I1	-	Сигнал о недостоверном значении тока I1
Недост. I2/I1	-	Сигнал о недостоверном значении отношения токов I2/I1
Недост. I2	-	Сигнал о недостоверном значении тока I2

Наименование сигнала	Номер рисунка в приложениях Б и В	Функция сигнала
Недост. 3I0 расч.	-	Сигнал о недостоверном значении тока 3I0 расч.
P0 прямое	-	Прямое направление мощности нулевой последовательности

2.8 Измерение и расчет параметров сети

2.8.1 Измеряемые и расчетные параметры сети приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры сети

Параметр	Описание	Тип
IA, А	Действующее значение тока IA, А	Float
IB, А	Действующее значение тока IB, А	Float
IC, А	Действующее значение тока IC, А	Float
3I0, А	Действующее значение утроенного тока нулевой последовательности, А	Float
3I0 расч., А	Действующее значение расчетного утроенного напряжения нулевой последовательности, В	Float
3U0, В	Действующее значение утроенного напряжения нулевой последовательности, В	Float
I1, А	Действующее значение тока прямой последовательности, А	Float
I2, А	Действующее значение тока обратной последовательности, А	Float
I2/I1	Отношение скаляров тока обратной последовательности к току прямой последовательности	Float
F, Гц	Частота сети, Гц	Float

2.8.2 Для отображения параметров в первичных значениях необходимо задать коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения.

2.8.3 Измерение частоты производится при значениях тока прямой последовательности, превышающих 0,5 А (вторичное значение). Измерение частоты прекращается при значении тока прямой последовательности, не превышающем 0,23 А.

2.9 Накопительная информация

2.9.1 Отображение накопительной информации происходит на ПЭВМ в программном комплексе "Конфигуратор-МТ" или на дисплее пульта. Состав накопительной информации приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Накопительная и прочая информация

Параметр	Описание	Тип
Выключатель		
Тоткл, мс	Время от команды ОТКЛ до подтверждения по РПО, мс	Int
Ресурс, %	Остаточный ресурс выключателя, %	Float

Параметр	Описание	Тип
Счетчики		
Пуск ТО.1	Пуск ТО.1	Int
Сраб. ТО.1	Срабатывание ТО.1	Int
Пуск ТО.2	Пуск ТО.2	Int
Сраб. ТО.2	Срабатывание ТО.2	Int
Пуск МТЗ.1	Пуск МТЗ.1	Int
Сраб. МТЗ.1	Срабатывание МТЗ.1	Int
Пуск МТЗ.2	Пуск МТЗ.2	Int
Сраб. МТЗ.2	Срабатывание МТЗ.2	Int
Сраб. УМТЗ	Срабатывание УМТЗ	Int
Пуск ЗОЗЗ.1	Пуск ЗОЗЗ.1	Int
Сраб. ЗОЗЗ.1	Срабатывание ЗОЗЗ.1	Int
Пуск ЗОЗЗ.2	Пуск ЗОЗЗ.2	Int
Сраб. ЗОЗЗ.2	Срабатывание ЗОЗЗ.2	Int
Пуск ЗОФ	Пуск ЗОФ	Int
Сраб. ЗОФ	Срабатывание ЗОФ	Int
Сраб. УРОВ	Срабатывание УРОВ	Int
Пуск АПВ 1	Пуск АПВ 1	Int
Пуск АПВ 2	Пуск АПВ 2	Int
АПВ 1 неусп.	Срабатывание АПВ 1 неуспешно	Int
АПВ 1 усп.	Срабатывание АПВ 1 успешно	Int
АПВ 2 неусп.	Срабатывание АПВ 2 неуспешно	Int
АПВ 2 усп.	Срабатывание АПВ 2 успешно	Int
Пуск АЧР	Пуск АЧР	Int
Сраб. АЧР	Срабатывание АЧР	Int
Пуск ЧАПВ	Пуск ЧАПВ	Int
Сраб. ЧАПВ	Срабатывание ЧАПВ	Int
Сраб. ДгЗ	Срабатывание ДгЗ	Int
Количество откл.	Количество отключений	Int
Моточасы блока	Моточасы	Int
Максметры		
МАХ IА, А	Максимальное значение тока IА, А	Float
МАХ IВ, А	Максимальное значение тока IВ, А	Float
МАХ IС, А	Максимальное значение тока IС, А	Float
МАХ I1, А	Максимальное значение тока I1, А	Float
МАХ I2, А	Максимальное значение тока I2, А	Float
МАХ 3I0, А	Максимальное значение тока 3I0, А	Float
МАХ 3I0 расч., А	Максимальное значение тока 3I0 расч., А	Float

2.9.2 Сброс значений счетчиков осуществляется при подаче логического сигнала "Сброс накопителей", при подаче соответствующей команды с пульта или из программного комплекса "Конфигуратор-МТ". При сбросе последние показания счетчиков заносятся в журнал сообщений.

2.9.3 Сброс значений максметров токов осуществляется при подаче логического сигнала "Сброс максметров", при подаче соответствующей команды с пульта или из программного комплекса "Конфигуратор-МТ". При сбросе последние показания максметров заносятся в журнал сообщений.

3 Функции

3.1 Общее описание

3.1.1 В БФПО реализован набор функций защит, автоматики, сигнализации, диагностики и прочих вспомогательных функций. Изменить этот набор и/или логику работы функций возможно только на предприятии-изготовителе.

3.1.2 Связи между функциями и дополнительные функции реализованы в логических схемах ПМК, которые могут быть изменены (удалены, созданы новые) пользователем с помощью программного комплекса "Конфигуратор-МТ".

3.1.3 Функциональные схемы алгоритмов БФПО приведены в приложении Б.

3.1.4 Пользователь может разрабатывать собственные алгоритмы защит, используя базовые логические элементы, пользовательские аналоговые уставки, временные уставки и программные ключи.

3.2 Токовая отсечка (ТО)

3.2.1 ТО предназначена для быстрой ликвидации междуфазных коротких замыканий (КЗ).

3.2.2 Двухступенчатая ТО выполняется с контролем трёх фазных токов пусковыми органами "ТО.1 I" и "ТО.2 I" ($K_b = 0,95$).

3.2.3 Ступени ТО могут быть введены в действие программными ключами "ТО.1 S1" и "ТО.2 S1" для первой и второй ступеней соответственно. Первая ступень ТО выполнена с выдержкой времени "ТО.1 T", вторая - с выдержкой "ТО.2 T".

3.2.4 Для блокировки пуска ступеней ТО предусмотрены логические сигналы "ТО.1 блок." и "ТО.2 блок."

3.3 Максимальная токовая защита (МТЗ)

3.3.1 МТЗ предназначена для защиты от междуфазных КЗ и перегрузки защищаемого присоединения. Первая ступень имеет независимую или зависимую времятоковую характеристику. Вторая ступень имеет независимую времятоковую характеристику.

3.3.2 Ступени МТЗ могут быть введены в действие программными ключами "МТЗ.1 S1" и "МТЗ.2 S1" для первой и второй ступеней соответственно. Первая ступень МТЗ с независимой времятоковой характеристикой выполнена с выдержкой времени "МТЗ.1 T", вторая - с выдержкой "МТЗ.2 T".

3.3.3 МТЗ выполняется с контролем трёх фазных токов пусковыми органами "МТЗ.1 I" и "МТЗ.2 I" ($K_b = 0,95$).

3.3.4 Ввод зависимой времятоковой характеристики производится программным ключом "МТЗ.1 S4" (по умолчанию первая ступень МТЗ выполняется независимой). БФПО обеспечивает возможность работы первой ступени с четырьмя типами обратозависимых времятоковых характеристик, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Тип времятоковой характеристики

Тип характеристики (значение уставки "МТЗ.1 Nхар.")	Наименование	Аналитическая формула
1	Инверсная	$t = \frac{0,14}{\left(\frac{I}{I_{с.з.}}\right)^{0,02} - 1} \cdot K$
2	Сильно инверсная	$t = \frac{13,5}{\frac{I}{I_{с.з.}} - 1} \cdot K$
3	Длительно инверсная	$t = \frac{120}{\frac{I}{I_{с.з.}} - 1} \cdot K$
4	Чрезвычайно инверсная	$t = \frac{80}{\left(\frac{I}{I_{с.з.}}\right)^2 - 1} \cdot K$
<p>K – временной коэффициент обратнозависимой характеристики (уставка "МТЗ.1 К"); $I_{с.з.}$ – ток срабатывания защиты (уставка "МТЗ.1 I"), А; I – действующее значение измеряемого тока, А.</p>		

Прямая, параллельная оси времени и проходящая через значение тока $I_{с.з.}$, является вертикальной асимптотой для всех обратнозависимых времятоковых характеристик. Пуск ступени производится при токах, превышающих $I_{с.з.}$. Максимальное расчетное время срабатывания зависимых времятоковых характеристик составляет 180 минут.

Пределы допускаемой абсолютной / относительной основной погрешности по времени срабатывания для ступеней с зависимыми времятоковыми характеристиками для следующих условий: при $t \leq 1$ с составляют не более 30 мс, при $t > 1$ с составляют не более 5 %.

3.3.5 Для блокировки первой или второй ступеней МТЗ предусмотрены логические сигналы "МТЗ.1 блок." и "МТЗ.2 блок." соответственно.

3.4 Ускорение МТЗ (УМТЗ)

3.4.1 УМТЗ предназначено для ускорения действия токовых ступеней при включении выключателя и коротком замыкании в защищаемой зоне. УМТЗ может быть введено в действие программным ключом "УМТЗ S1".

3.4.2 После исчезновения назначаемого сигнала "РПО" в течение 1 с и при наличии сигнала пуска от ускоряемых ступеней (формируется в ПМК) с выдержкой времени "УМТЗ Т" выдается сигнал "УМТЗ сраб.".

3.4.3 Для блокировки работы УМТЗ предусмотрен назначаемый сигнал "УМТЗ блок.".

3.5 Дуговая защита (ДгЗ)

3.5.1 ДгЗ предназначена для защиты от дуговых коротких замыканий внутри отсека ячейки. ДгЗ обладает абсолютной селективностью.

3.5.2 Дуговая защита выполняется с помощью логического сигнала "ДгЗ датчик". ДгЗ может быть введена в действие программным ключом "ДгЗ S1". Ввод контроля тока дуговой защиты осуществляется программным ключом "ДгЗ S2" и задается уставкой "ДгЗ I" ($K_B = 0,95$).

3.5.3 Предусмотрен контроль исправности цепи ДгЗ. При длительном (более 2,5 с) наличии входного назначаемого сигнала "ДгЗ датчик" выдается сигнал "ДгЗ неисправ.".

3.5.4 Для блокировки работы ДгЗ предусмотрен логический сигнал "ДгЗ блок.".

3.6 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ)

3.6.1 ЗОЗЗ предназначена для сигнализации и отключения при однофазных и двойных замыканиях на землю. ЗОЗЗ выполнена двухступенчатой.

3.6.2 Первая ступень ЗОЗЗ вводится программным ключом "ЗОЗЗ.1 S1" может быть выполнена в следующих конфигурациях (конфигурация задается целочисленным программным ключом "ЗОЗЗ.1 S2"):

- с контролем напряжения нулевой последовательности по уставке "ЗОЗЗ.1 3U0" ($K_v = 0,95$);

- с контролем тока нулевой последовательности по уставке "ЗОЗЗ.1 3I0" ($K_v = 0,95$);

- комбинированная (с контролем напряжения и тока нулевой последовательности);

- с контролем направления мощности нулевой последовательности.

Описание функции определения направления мощности нулевой последовательности приведено в приложении Г.

3.6.3 Первая ступень ЗОЗЗ срабатывает с выдержкой времени "ЗОЗЗ.1 T".

3.6.4 Вторая ступень ЗОЗЗ вводится программным ключом "ЗОЗЗ.2 S1" и выполнена с контролем тока $3I_0$, измеряемого или определяемого из трех фазных токов (программный ключ "ЗОЗЗ.2 S3"). Ступень срабатывает по уставке "ЗОЗЗ.2 3I0" ($K_v = 0,95$) с выдержкой времени "ЗОЗЗ.2 T".

3.6.5 Для блокировки работы первой и второй ступеней ЗОЗЗ предусмотрены логические сигналы "ЗОЗЗ.1 блок." и "ЗОЗЗ.2 блок." соответственно.

3.6.6 В связи с несовершенством трансформаторов тока нулевой последовательности, а также особенностями переходных процессов существует сложность определения присоединения с однофазным замыканием на землю (ОЗЗ). Широкое распространение получил метод поиска ОЗЗ последовательным отключением/включением присоединений с контролем напряжения нулевой последовательности.

Для минимизации числа переключений реализована функция селектора направления ОЗЗ (СНОЗЗ), работа которой основана на составляющих переходного процесса ОЗЗ в первый момент возникновения пробоя. Функция вводится в действие программным ключом "СНОЗЗ S1". Выбор режима работы в сети с компенсированной (резистивно-заземлённой) или изолированной нейтралью выполняется программным ключом "СНОЗЗ S2".

3.6.7 При выявлении возникновения замыкания на своем присоединении алгоритм СНОЗЗ выдает логический сигнал "СНОЗЗ сраб.", который с помощью таблицы назначений может быть назначен на свободно назначаемый светодиод. Таким образом, персонал, используя уточняющую информацию, при выполнении последовательных отключений/включений может выполнять операции в приоритетном порядке, минимизируя количество отключений технологических потребителей. Рекомендации по проверке функции СНОЗЗ приведены в приложении Д.

3.6.8 Для блокировки работы СНОЗЗ предусмотрен логический сигнал "СНОЗЗ блок.". Сброс работы функции СНОЗЗ происходит при квитировании сигнализации.

3.7 Защита от обрыва фаз и несимметрии нагрузки (ЗОФ)

3.7.1 ЗОФ вводится в действие программным ключом "ЗОФ S1" и выполнена с контролем тока обратной последовательности (уставка "ЗОФ I2", $K_v = 0,95$).

3.7.2 В случае нехватки чувствительности защиты предусмотрена возможность работы с контролем отношения тока обратной последовательности к току прямой последовательности (программный ключ "ЗОФ S2", уставка "ЗОФ K", $K_v = 0,95$).

3.7.3 ЗОФ действует с выдержкой времени "ЗОФ T".

3.7.4 Для блокировки работы ЗОФ предусмотрен логический сигнал "ЗОФ блок."

3.8 Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

3.8.1 Алгоритм УРОВ предназначен для отключения питающих вышестоящих выключателей при отказе выключателя «своего» присоединения. УРОВ вводится программным ключом "УРОВ S1".

3.8.2 Пуск УРОВ от защит своего присоединения осуществляется назначаемым логическим входом "УРОВ от защ." при введенном программном ключе "УРОВ S1". Конфигурирование входа осуществляется в ПМК. Пуск УРОВ от нижестоящих защит осуществляется назначаемым логическим входом "УРОВп".

3.8.3 Срабатывание УРОВ выполняется с выдержкой времени "УРОВ T". Возврат УРОВ осуществляется по снижению тока ниже уставки "УРОВ I".

3.8.4 Выдача сигнала срабатывания УРОВ без учета выдержки времени "УРОВ T" по назначаемому сигналу "SF6 блок. упр." обеспечивается при введенном программном ключе "УРОВ S2". Данный сигнал подключается от внешнего устройства контроля давления элегаза.

3.8.5 Для блокировки работы алгоритма УРОВ предусмотрен входной логический сигнал "УРОВ блок."

3.9 Автоматическое повторное включение (АПВ)

3.9.1 В блоке предусмотрено выполнение двукратного АПВ. Первый и второй циклы АПВ могут быть введены в действие программными ключами "АПВ S1", "АПВ S2" соответственно и срабатывают с выдержками времени "АПВ T1ц", "АПВ T2ц".

3.9.2 Время готовности АПВ после включения выключателя определяется временем готовности выключателя к выполнению операции включения и задается уставкой "АПВ Tгот".

3.9.3 Пуск АПВ осуществляется назначаемым логическим входом "АПВ пуск". Конфигурирование входа осуществляется в ПМК.

3.9.4 АПВ блокируется при следующих условиях:

- обнаружение системой диагностики неисправности выключателя;
- оперативное отключение выключателя;
- наличие назначаемого сигнала "АПВ запрет".

3.9.5 Конфигурирование назначаемого входа "АПВ запрет" для дополнительного блокирования АПВ осуществляется в ПМК. Готовность алгоритма АПВ сбрасывается при оперативном включении выключателя.

3.9.6 Возможна блокировка второго цикла АПВ по назначаемому входу "АПВ 2ц блок."

3.9.7 Время контроля результатов АПВ составляет 120 с после выдачи команды на включение выключателя. Если в течение контрольного времени происходит отключение выключателя, цикл считается неуспешным.

3.10 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и автоматическое повторное включение по частоте (ЧАПВ)

3.10.1 АЧР/ЧАПВ по входным логическим сигналам

3.10.1.1 В блоке реализованы алгоритмы АЧР и ЧАПВ по входным командам от внешних устройств (АЧР-А/ЧАПВ-А, АЧР-Б/ЧАПВ-Б). Выбор типа алгоритма осуществляется с помощью программного ключа "АЧР/ЧАПВ S1".

3.10.1.2 Ввод АЧР производится программным ключом "АЧРл S1", ввод ЧАПВ - программным ключом "ЧАПВл S1".

3.10.1.3 Алгоритм АЧР/ЧАПВ-А реализован с отдельными логическими входами "АЧРл" и "ЧАПВл". В алгоритме АЧР/ЧАПВ-Б входной логический сигнал "АЧРл" удерживается в течение всего времени действия АЧР, окончание сигнала "АЧРл" является командой ЧАПВ.

3.10.1.4 Срабатывание АЧР происходит с выдержкой времени "АЧРл Т", срабатывание ЧАПВ с выдержкой "ЧАПВл Т". После включения выключателя алгоритм ЧАПВ готов к работе через время "ЧАПВл Тгот".

3.10.1.5 Для блокировки АЧР, ЧАПВ предусмотрены назначаемые сигналы "АЧРл блок.", "ЧАПВл блок."

3.11 Оперативное управление

3.11.1 Предусмотрено три режима управления. По умолчанию управление выключателем (включение и отключение) возможно только в одном режиме управления в один момент времени:

- местное управление кнопками на пульте (МУ);
- дистанционное управление по дискретным сигналам (ДУ-ДС);
- дистанционное управление по сигналам АСУ (ДУ-АСУ).

3.11.2 Изменение режима "Местное" - "Дистанционное" происходит при нажатии кнопки "M/y" на лицевой панели пульта. Сигнализация активного местного управления осуществляется светодиодом "M/y" на лицевой панели пульта. Местное управление выключателем осуществляется с кнопок включения и отключения на лицевой панели пульта.

3.11.3 При местном управлении формирование команд включения и отключения выключателя возможно только с пульта, команды по дискретным сигналам и по каналам АСУ блокируются.

3.11.4 При введенном программном ключе "ОУ S1" режим управления "Местное" блокируется, управление выключателем осуществляется по дискретным сигналам или сигналам АСУ.

3.11.5 Дистанционное оперативное управление по дискретным сигналам осуществляется при отсутствии сигнала на логическом входе "ОУ". При этом оперативное управление (ОУ) выключателем осуществляется по назначаемым сигналам "ОУ Включить", "ОУ Отключить".

3.11.6 При введенном программном ключе "ОУ S2" команда отключения по назначаемому сигналу "ОУ Отключить" выполняется вне зависимости от выбранных режимов оперативного управления.

3.11.7 Дистанционное оперативное управление по сигналам АСУ осуществляется при наличии сигнала на логическом входе "ОУ". При этом оперативное управление выключателем осуществляется по сигналам АСУ "АСУ_Включить", "АСУ_Отключить".

3.11.8 При введенном программном ключе "ОУ S3" разрешается управление выключателем как по дискретным сигналам, так и по каналам АСУ.

3.12 Включение выключателя

3.12.1 Для включения выключателя необходимо логический сигнал "Реле Включить" назначить на выходное реле, контакт которого требуется последовательно соединить с внешним промежуточным реле, управляющим электромагнитом включения.

3.12.2 Команда на включение может выдаваться длительно (сброс по появлению назначаемого сигнала "РПВ") или кратковременно (в течение времени "ВКЛ Тимп"). Длительность импульса должна быть больше собственного времени включения выключателя, но меньше времени термической стойкости электромагнита включения. Переключение режимов производится с помощью программного ключа "ВЫКЛ S1".

3.12.3 Включение по команде от внешнего устройство может быть выполнено с помощью входного логического сигнала "Включение внеш.". Оперативное включение может быть заблокировано с помощью входного логического сигнала "Опер. вкл. блок".

3.12.4 Выдача команды включения блокируется при следующих условиях:

- наличие команды на отключение выключателя;
- обнаружение системой диагностики неисправности выключателя;
- отсутствие входного логического сигнала "Ав.ШП/Пружина";
- пуск АЧР;
- наличие входного логического сигнала "SF6 блок. упр." (снижение давления элегаза);
- наличие входного логического сигнала "Включение блок".

3.12.5 Входной логический сигнал "Ав.ШП/Пружина" предназначен для подключения:

- контакта положения автоматического выключателя питания цепи включения выключателя с зависимым типом привода (электромагнит включения);
- контакта взведенной пружины, в случае применения выключателя с независимым типом привода (включение осуществляется предварительно взведенной пружиной).

3.12.6 При попытке подряд включить, отключить и заново включить выключатель, последняя и следующие команды на включение будут заблокированы с выдачей сигнала о срабатывании блокировки от многократных включений (БМВ) "БМВ сраб".

3.13 Отключение выключателя

3.13.1 Для отключения выключателя необходимо логический сигнал "Реле Отключить" назначить на выходное реле, контакт которого требуется последовательно соединить с внешним промежуточным реле, управляющим электромагнитом отключения.

3.13.2 Команда на отключение может выдаваться длительно (сброс по факту отсутствия сигналов от защит и автоматики и наличие назначаемого сигнала "РПО" в течение времени "ОТКЛ Тоткл") или кратковременно (в течение времени "ОТКЛ Тимп"). Длительность импульса должна быть больше собственного времени отключения выключателя, но меньше времени термической стойкости электромагнита отключения. Переключение режимов производится с помощью программного ключа "ВЫКЛ S1".

3.13.3 Действие защит (отдельных ступеней защит) и автоматики на отключение выключателя конфигурируется в ПМК.

3.13.4 Выдача команды отключения блокируется при наличии входного логического сигнала "SF6 блок. упр." (сигнал снижения давления элегаза).

3.13.5 В блоке предусмотрена функция обнаружения самопроизвольного отключения (СО) выключателя с выдачей сигнала о срабатывании функции "СО сраб.". Для блокировки функции предусмотрен назначаемый сигнал "СО блок.".

3.14 Функции сигнализации

3.14.1 Квитирование сигнализации производится с пульта нажатием кнопки квитирования, по назначаемому сигналу "Квитир. внеш." или подачей соответствующей команды по каналу от АСУ или ПЭВМ.

3.14.2 Предусмотрен логический сигнал "Реле Вызов" для формирования вызывной (предупредительной) сигнализации. Действие любого сигнала на вызывную сигнализацию может быть выведено соответствующим программным ключом. Блокировка вызывной сигнализации производится назначаемым сигналом "Вызов блок.".

3.14.3 Предусмотрен логический сигнал "Реле Авар. откл." для формирования аварийной сигнализации. Сигналы, при действии которых, отключение выключателя не должно приводить к формированию аварийной сигнализации конфигурируются в ПМК.

3.15 Функции диагностики

3.15.1 Диагностика выключателя

3.15.1.1 Предусмотрен контроль цепей положения выключателя, контроль готовности привода, контроль времени выполнения команд (программный ключ "ДИАГ S1") и расчет остаточного ресурса выключателя с возможностью сигнализации (программный ключ "РЕС S1").

3.15.1.2 При одинаковых значениях назначаемых сигналов "РПО" и "РПВ" с выдержкой времени "ДИАГ Трпо.рпв" выдается сигнал неисправности цепей выключателя. При наличии двух электромагнитов отключения предусмотрен назначаемый сигнал "РПВ 2", ввод в действие которого осуществляется программным ключом "ДИАГ S4".

3.15.1.3 Контроль положения автоматического выключателя цепи питания включения выключателя (зависимый привод) или превышения времени взвода пружины (независимый привод) осуществляется с выдержкой времени "ДИАГ Тпруж". Выбор типа привода осуществляется программным ключом "ДИАГ S2", по умолчанию осуществляется контроль времени взвода пружины.

Ввод контроля положения выключателя для назначаемого сигнала "Ав.ШП/Пружина" осуществляется программным ключом "ДИАГ S3".

3.15.1.4 Максимальная длительность включения выключателя задается уставкой по времени "ДИАГ Твкл", длительность отключения - уставкой "ДИАГ Тоткл". При наличии выходных сигналов управления выключателем в течение времени "ДИАГ Тоткл" или "ДИАГ Твкл" и отсутствии соответствующих сигналов положения выключателя формируется сигнал неисправности выключателя.

3.15.1.5 Выдается сигнал о неисправности выключателя при наличии логических сигналов "SF6 блок. упр.", "УРОВ сраб."

3.15.1.6 При каждом отключении выключателя автоматически рассчитывается остаточный ресурс выключателя (выраженный в процентах), где 100 % — это значение, соответствующее новому выключателю. Индикация текущего ресурса выключателя осуществляется на дисплее пульта в пункте меню "Накопитель" / "Выключатель" или в программном комплексе "Конфигуратор-МТ" во вкладке "Накопитель" / "Выключатель". Подробное описание функции расчета остаточного ресурса приведено в приложении Е.

3.15.2 Самодиагностика блока

3.15.2.1 Функция самодиагностики обеспечивает оперативный контроль работоспособности блока с БФПО в течение всего времени работы. Результаты самодиагностики, в соответствии с таблицей 10, отображаются на дисплее лицевой панели пульта и в программном комплексе "Конфигуратор-МТ".

Таблица 10 – Результаты самодиагностики

Наименование параметра самодиагностики	Описание параметра	Тип параметра
Отказ БМРЗ	Отказ блока	Bool
Отказ ПМК	Отказ программного модуля конфигурации	Bool
Ошибка RTC	Ошибка часов реального времени	Int
Ошибка 01	Ошибка функционирования, код 01	Int
Ошибка 08	Ошибка функционирования, код 08	Int
Ошибка 10	Ошибка функционирования, код 10	Int
Блок не откалиброван	Блок не откалиброван	Bool

3.16 Вспомогательные функции

3.16.1 Дополнительные пусковые органы

3.16.1.1 В БФПО предусмотрены дополнительные пусковые органы для реализации пользовательских алгоритмов релейной защиты и автоматики (РЗаА).

3.16.1.2 Названия уставок по току и напряжению дополнительных пусковых органов строятся в соответствии с рисунком 2.

ПО > I макс 1

<p>Пусковой орган</p> <p>Тип пускового органа: ">" - на превышение с $K_v = 0,95$; "<" - на снижение с $K_v = 1,05$.</p> <p>Тип величины, подводимой к пусковому органу (ток, напряжение, мощность, угол и др.).</p> <p>Макс (мин) - максимальное (минимальное) значение из трех (фазных, линейных в зависимости от подводимой величины); 0, 1, 2 - указание на соответствующую симметричную составляющую; р - расчетный (например, ток нулевой последовательности); ф - фазный ток (напряжение). Линейные токи (напряжения) указываются без дополнительных индексов.</p> <p>Номер уставки (если по предыдущим символам различий нет). Если уставка одна, номер не ставится.</p>

Рисунок 2

3.16.1.3 Названия логических сигналов срабатывания дополнительных пусковых органов строятся в соответствии с рисунком 3.

"ПО > I ф 1" сраб.А

<p>Название уставки</p> <p>Уточняющая информация, если необходимо (например, указание на срабатывание по конкретной фазе).</p>
--

Рисунок 3

3.16.1.4 Все дополнительные пусковые органы, доступные для реализации пользовательских алгоритмов РЗиА, приведены в приложении В.

3.16.2 Переключение программ уставок

3.16.2.1 БФПО обеспечивает ввод и хранение двух программ уставок.

3.16.2.2 Переключение программ уставок происходит в зависимости от состояния целочисленного программного ключа "ПРОГР S1":

- по назначаемому входному сигналу "Программа 2". Переход на вторую программу осуществляется при подаче сигнала, возврат к первой программе происходит с выдержкой времени на возврат "ПРОГР Твоз" при снятии сигнала;

- импульсными командами с помощью назначаемых сигналов "Программа 1", "Программа 2" и командами из АСУ "АСУ_Программа 1" и "АСУ_Программа 2".

3.16.2.3 Переключение программ уставок блокируется назначаемыми сигналами в зависимости от того какой именно способ переключения необходимо заблокировать. Предусмотрены назначаемые сигналы "Бл.смены пр.уст.по СИУ", "Бл.смены пр.уст.из АСУ".

3.16.2.4 Конфигурирование сигналов для блокировки переключения программ уставок производится в ПМК.

3.16.3 Телеизмерение

3.16.3.1 Параметры, передаваемые по протоколам информационного обмена, могут передаваться с усреднением и прореживанием. Данный функционал вводится программным ключом "ТИ S1". Усреднение производится с помощью фильтра первого порядка с постоянной времени "ТИ Тф". Период прореживания (децимации) передаваемых сигналов задается уставкой "ТИ Тдец". Перечень параметров телеизмерения представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Параметры для передачи в АСУ

Параметр	Описание
IA, A_ТИ	Усредненное действующее значение тока IA, A
IB, A_ТИ	Усредненное действующее значение тока IB, A
IC, A_ТИ	Усредненное действующее значение тока IC, A
3I0, A_ТИ	Усредненное действующее значение утроенного тока нулевой последовательности, A
3I0 расч., A_ТИ	Усредненное действующее значение расчетного утроенного тока нулевой последовательности, A
3U0, B_ТИ	Усредненное действующее значение утроенного напряжения нулевой последовательности, B
I1, A_ТИ	Усредненное действующее значение тока прямой последовательности, A
I2, A_ТИ	Усредненное действующее значение тока обратной последовательности, A

3.16.4 Ввод отстройки группового ЗОЗЗ от доаварийного режима (программный ключ "Гр.ЗОЗЗ S1") и коэффициент усреднения тока $3I_0$ (уставка "Гр.ЗОЗЗ Куср") предназначены для выполнения функции группового ОЗЗ в составе АСУ программного комплекса "WebScadaMT".

3.17 Осциллографирование аварийных событий

3.17.1 Функция осциллографирования обеспечивает регистрацию аналоговых и дискретных трасс (до 250 шт.) в формате COMTRADE 2013. Пусковыми сигналами осциллографа являются:

- изменение состояния назначаемых сигналов "РПО", "РПВ";
- оперативное включение, отключение;
- сигналы на реле включить, отключить.

3.17.2 Пусковые сигналы объединяются по логическому «ИЛИ» в пусковой орган осциллографа, состояние которого характеризует режимы записи осциллограммы: доаварийный, аварийный и поставарийный.

3.17.3 Длительность доаварийного режима задается уставкой "ОСЦ Тпред".

3.17.4 Длительность аварийного режима ограничивается двумя условиями:

- длительностью сработавшего состояния пускового органа осциллографа;
- уставкой максимальной длительности аварийного режима "ОСЦ Тмакс".

Если пусковой орган осциллографа находится в сработанном состоянии дольше времени "ОСЦ Тмакс", будет записана следующая осциллограмма с перезапуском таймера.















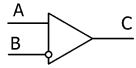
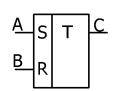
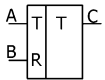
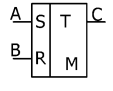
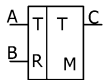
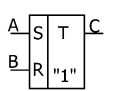

3.17.5 Длительность поставарийного режима задается уставкой "ОСЦ Тпост".

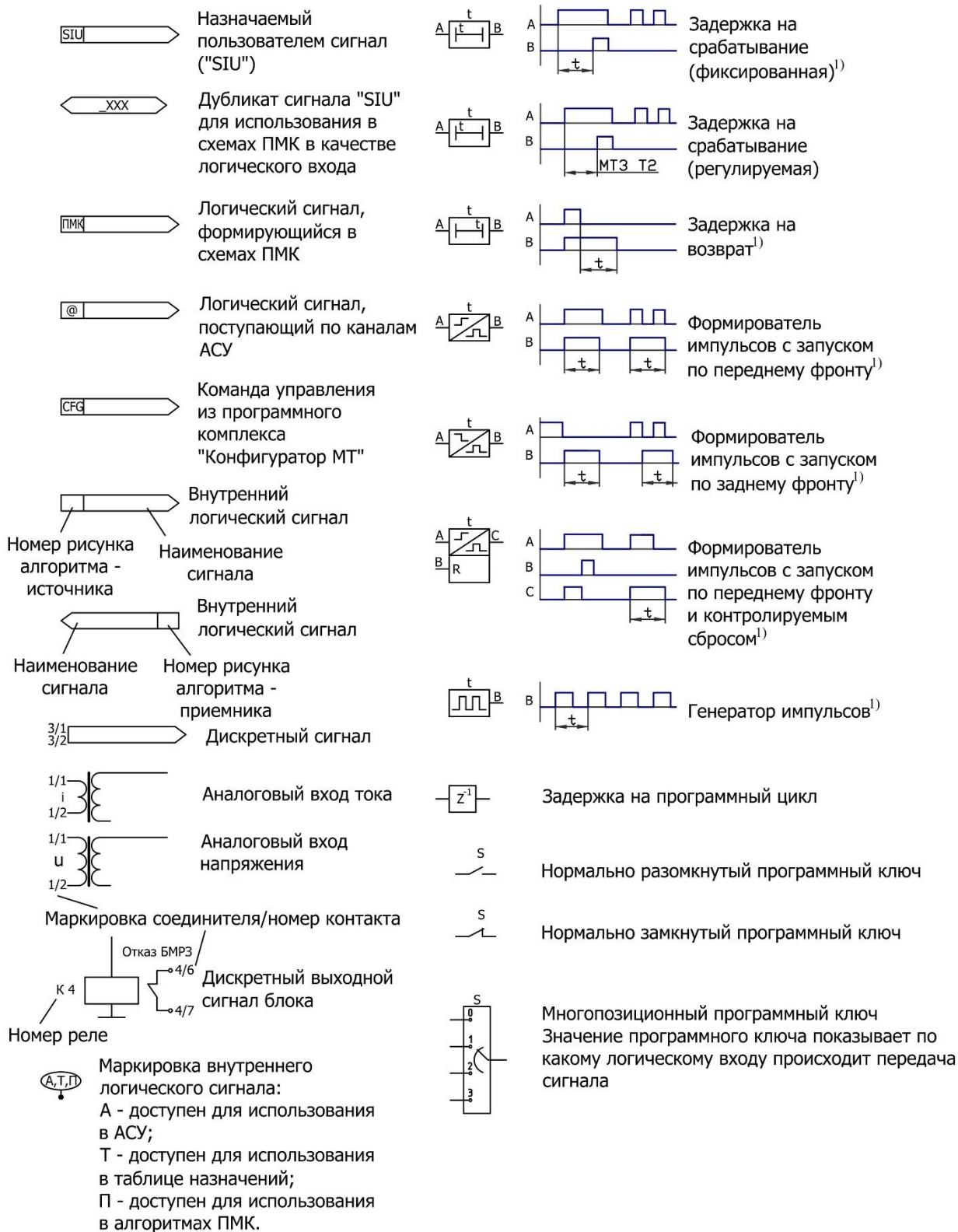
3.17.6 Предусмотрена блокировка от длительного пуска, задаваемая уставкой "ОСЦ Тблок", которая выводит длительно сработанный пусковой сигнал из условия формирования пускового органа осциллографа.

3.17.7 При введенном программном ключе "ОСЦ S1" возврат пускового сигнала при сработанной блокировке от длительного пуска является условием пуска осциллографа.

Приложение А (справочное) Элементы функциональных схем

На функциональных схемах алгоритмов защит и автоматики, приведенных в приложениях Б и В, применяются следующие условные обозначения.

	Уставка Максимальный пороговый элемент с гистерезисом (сравнение с уставкой)		Логическое "ИЛИ"	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1																																																			
A	B	C																																																																				
0	0	0																																																																				
0	1	1																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	1																																																																				
	Уставка Минимальный пороговый элемент с гистерезисом (сравнение с уставкой)		Логическое "И"	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1																																																			
A	B	C																																																																				
0	0	0																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	0																																																																				
1	1	1																																																																				
	Фильтр напряжения обратной последовательности		Логическое "НЕ-И"	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0																																																			
A	B	C																																																																				
0	0	0																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
	Орган измерения частоты		Логическое "И-НЕ"	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0																																																			
A	B	C																																																																				
0	0	1																																																																				
0	1	1																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
	Орган прямого направления мощности		Логическое "НЕ"	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0																																																			
A	B	C																																																																				
0	0	1																																																																				
0	1	1																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
	Выбор максимального значения		Исключающее "ИЛИ"	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0																																																			
A	B	C																																																																				
0	0	0																																																																				
0	1	1																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
	Выбор минимального значения																																																																					
	Селектор направления ОЗЗ																																																																					
<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>A1</td><td>A1</td><td>DC</td><td>0</td><td>B0</td></tr> <tr><td>A2</td><td>A2</td><td></td><td>1</td><td>B1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>B2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>B3</td></tr> </table>	A1	A1	DC	0	B0	A2	A2		1	B1				2	B2				3	B3	Дешифратор	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td>A1</td><td>A2</td><td>B0</td><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	A1	A2	B0	B1	B2	B3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1		Логическое "НЕ-И" вход А - аналоговый вход В - логический выход С - аналоговый	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0
A1	A1	DC	0	B0																																																																		
A2	A2		1	B1																																																																		
			2	B2																																																																		
			3	B3																																																																		
A1	A2	B0	B1	B2	B3																																																																	
0	0	1	0	0	0																																																																	
0	1	0	1	0	0																																																																	
1	0	0	0	1	0																																																																	
1	1	0	0	0	1																																																																	
A	B	C																																																																				
0	0	0																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
	Триггер * - предыдущее состояние	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>*</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	*	0	1	0	1	0	1	1	1	0		Т-Триггер * - предыдущее состояние X - инверсия предыдущего состояния	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>*</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>X</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	*	0	1	0	1	0	X	1	1	0																																			
A	B	C																																																																				
0	0	*																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
A	B	C																																																																				
0	0	*																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	X																																																																				
1	1	0																																																																				
	Триггер * - предыдущее состояние	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>*</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	*	0	1	0	1	0	1	1	1	0		Т-Триггер * - предыдущее состояние X - инверсия предыдущего состояния	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>*</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>X</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	*	0	1	0	1	0	X	1	1	0																																			
A	B	C																																																																				
0	0	*																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
A	B	C																																																																				
0	0	*																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	X																																																																				
1	1	0																																																																				
М - сохраняет состояние после исчезновения питания																																																																						
	Триггер * - предыдущее состояние	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>*</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	*	0	1	0	1	0	1	1	1	0		Т-Триггер * - предыдущее состояние X - инверсия предыдущего состояния	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>*</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>X</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	*	0	1	0	1	0	X	1	1	0																																			
A	B	C																																																																				
0	0	*																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	1																																																																				
1	1	0																																																																				
A	B	C																																																																				
0	0	*																																																																				
0	1	0																																																																				
1	0	X																																																																				
1	1	0																																																																				
"1" - при первом включении блока на выходе "1"; - сохраняет состояние после исчезновения питания																																																																						



¹⁾ Если время t не указано, то значение задержки (длительность импульса) принимается равным 5 мс.

Приложение Б

(обязательное)

Алгоритмы функций защит, автоматики и управления

В приложении Б приведены следующие функциональные схемы алгоритмов:

- функциональная схема алгоритма ТО (рисунок Б.01);
- функциональная схема алгоритма МТЗ (рисунок Б.02);
- функциональная схема алгоритма УМТЗ (рисунок Б.03);
- функциональная схема алгоритма ДгЗ (рисунок Б.04);
- функциональная схема алгоритма ЗОЗЗ (рисунок Б.05);
- функциональная схема алгоритма ЗОФ (рисунок Б.06);
- функциональная схема алгоритма УРОВ (рисунок Б.07);
- функциональная схема алгоритма АПВ (рисунок Б.08);
- функциональная схема алгоритма АЧР-А/ЧАПВ-А (рисунок Б.09а);
- функциональная схема алгоритма АЧР-Б/ЧАПВ-Б (рисунок Б.09б);
- функциональная схема алгоритма команд оперативного управления (рисунок Б.10);
- функциональная схема алгоритма управления выключателем – включение (рисунок Б.11);
- функциональная схема алгоритма управления выключателем – отключение (рисунок Б.12);
- функциональная схема алгоритма обнаружения самопроизвольного отключения выключателя (рисунок Б.13);
- функциональная схема алгоритма квитирования (рисунок Б.14);
- функциональная схема алгоритма сигнализации аварийного отключения (рисунок Б.15);
- функциональная схема алгоритма вызова (рисунок Б.16);
- функциональная схема алгоритма диагностики (рисунок Б.17).

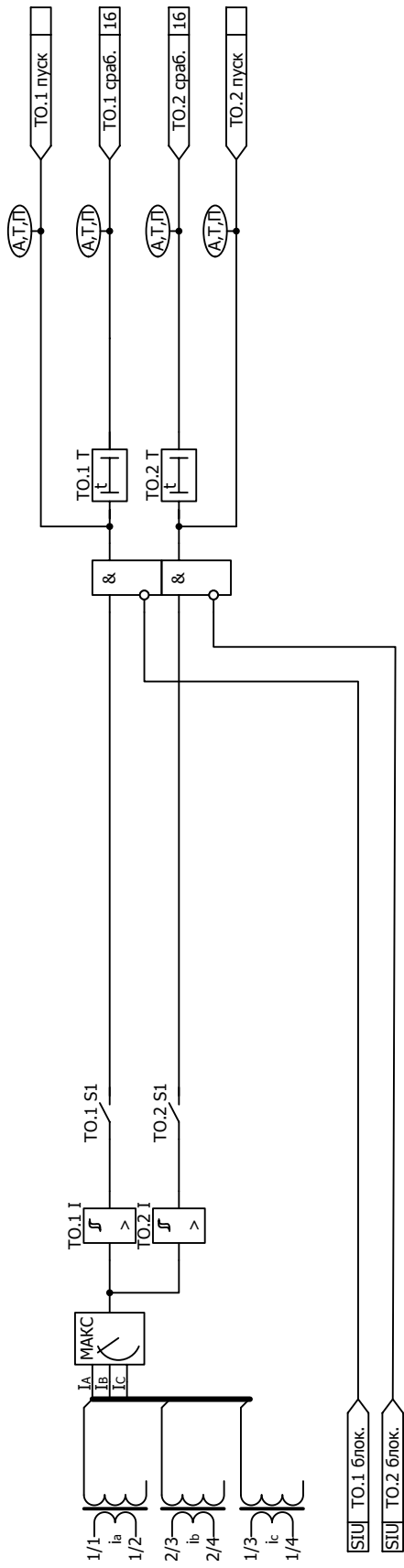


Рисунок Б.01 - Функциональная схема алгоритма ТО

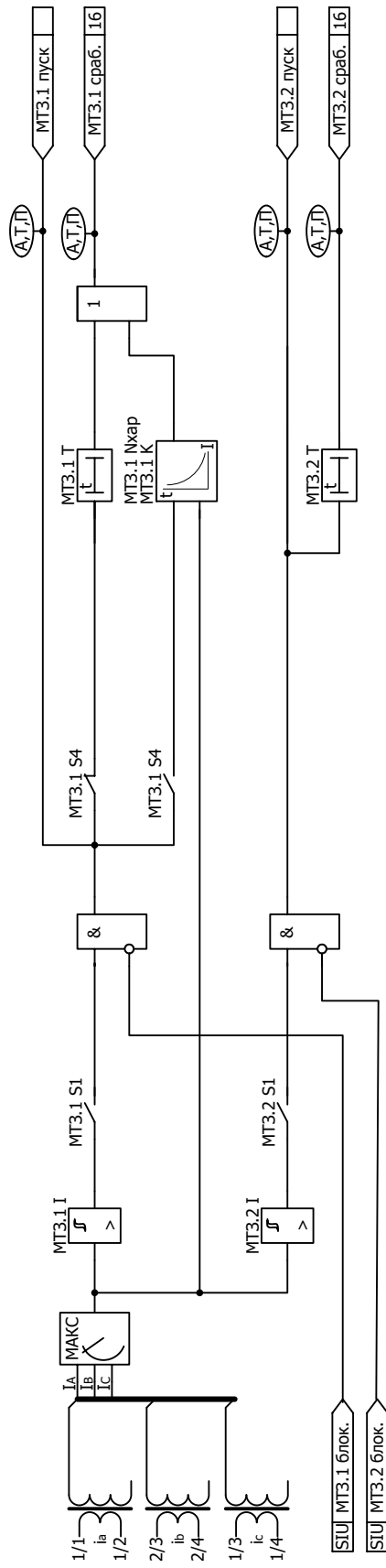


Рисунок Б.02 - Функциональная схема алгоритма МТЗ

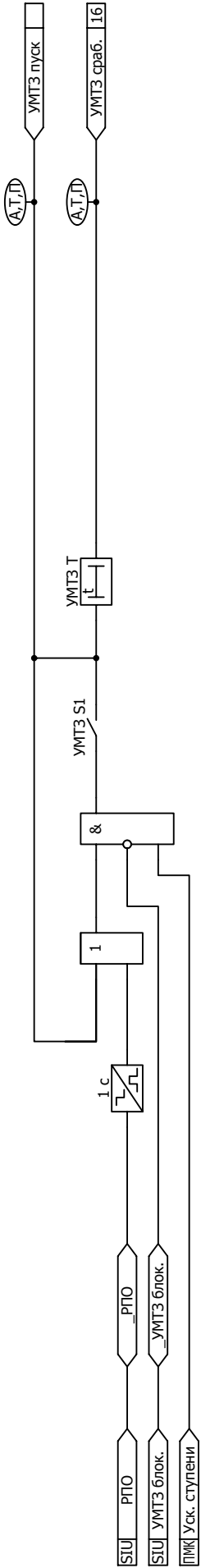


Рисунок Б.03 - Функциональная схема алгоритма УМТ3

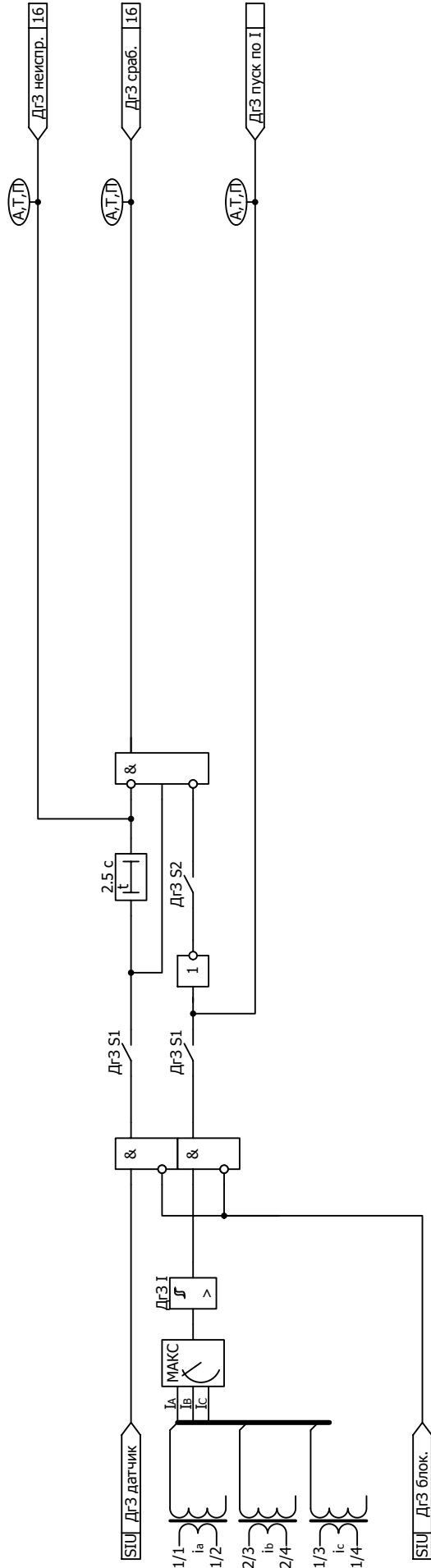


Рисунок Б.04 - Функциональная схема алгоритма Дг3

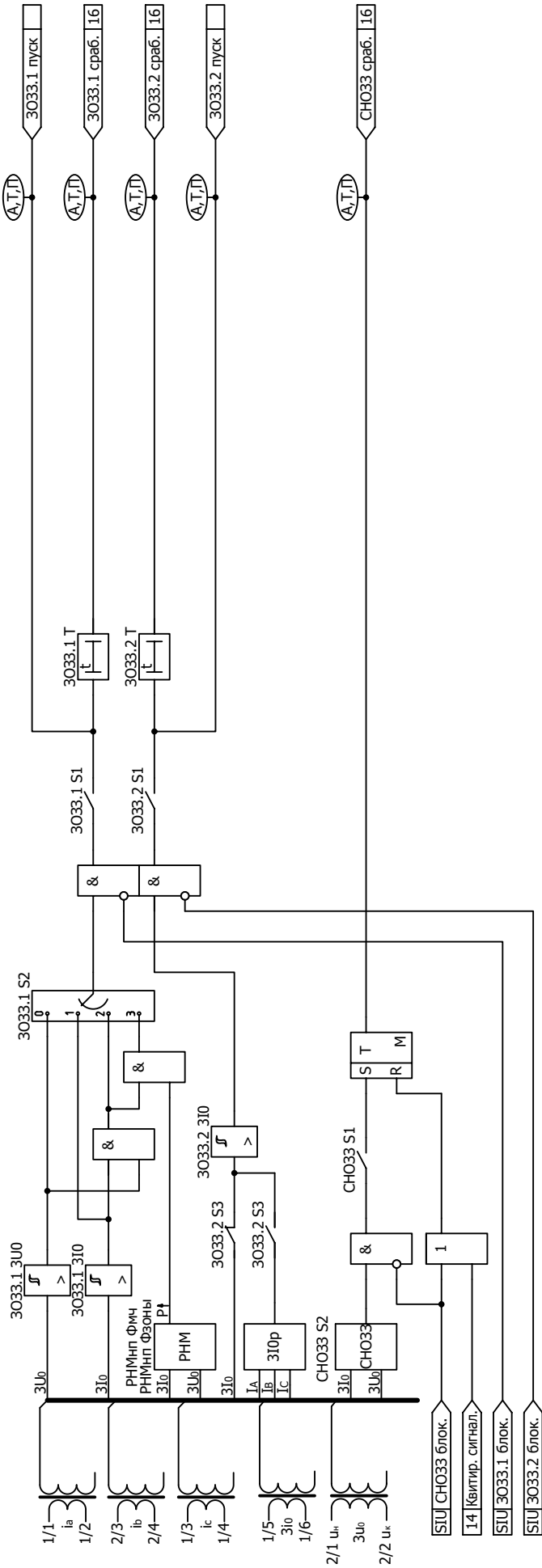


Рисунок Б.05 - Функциональная схема алгоритма 3033

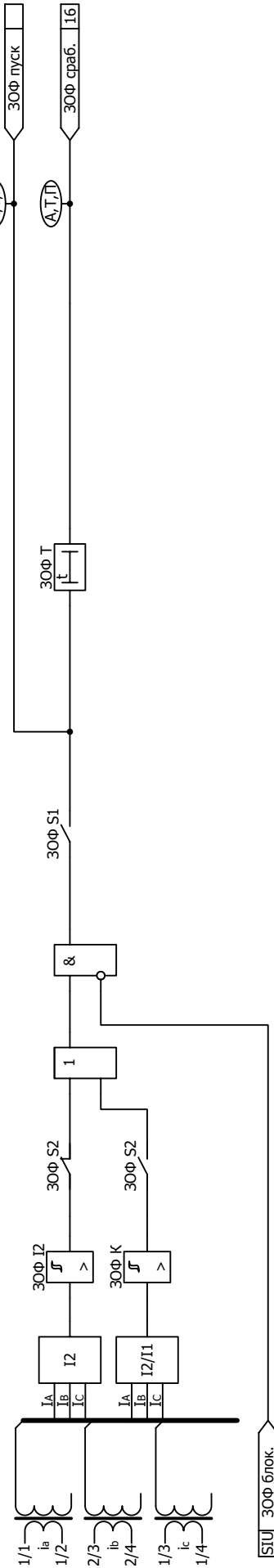


Рисунок Б.06 - Функциональная схема алгоритма 30Ф

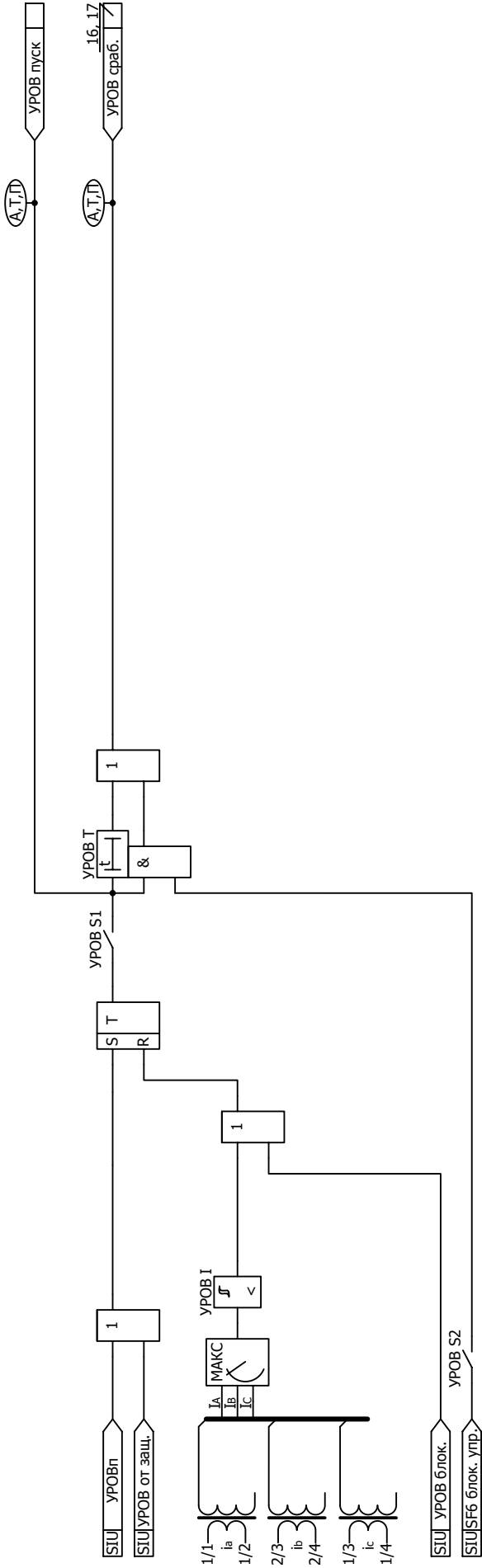


Рисунок Б.07 - Функциональная схема алгоритма УРОВ

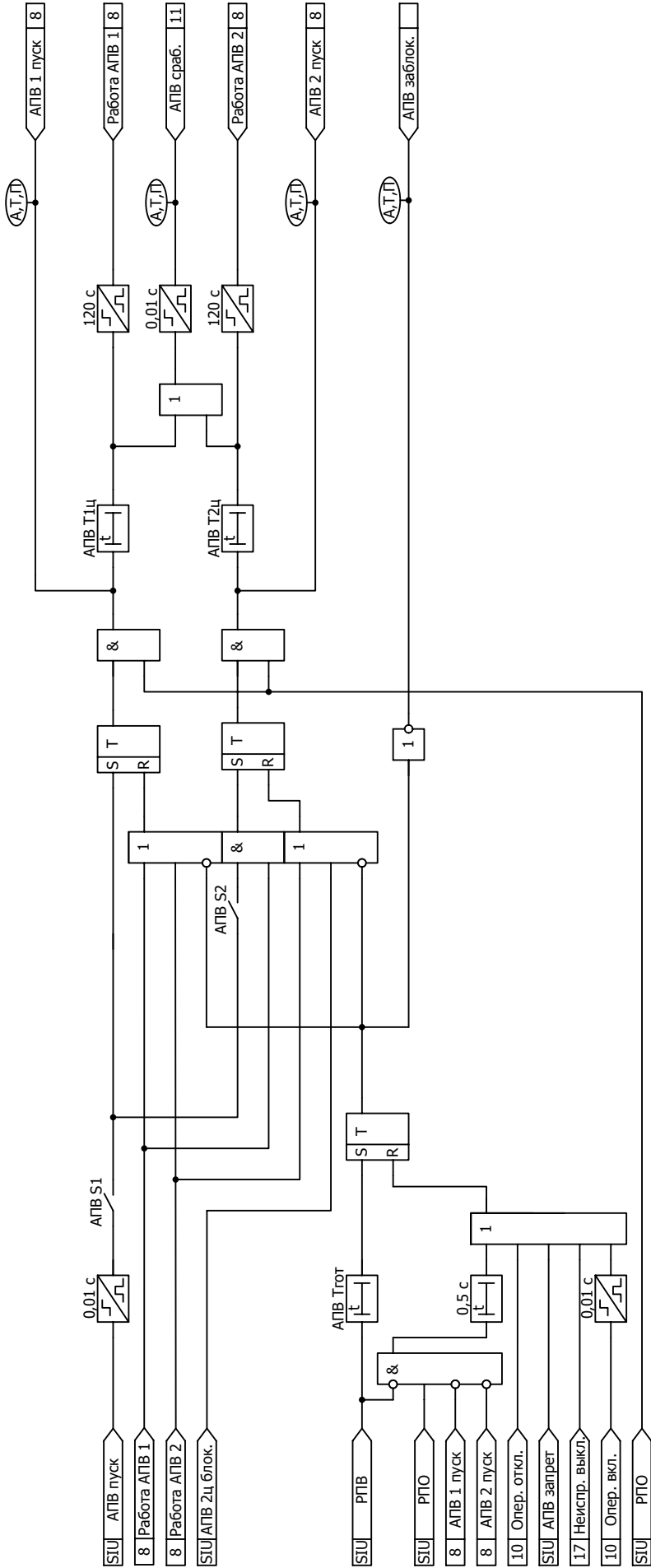


Рисунок Б.08 - Функциональная схема алгоритма АПВ

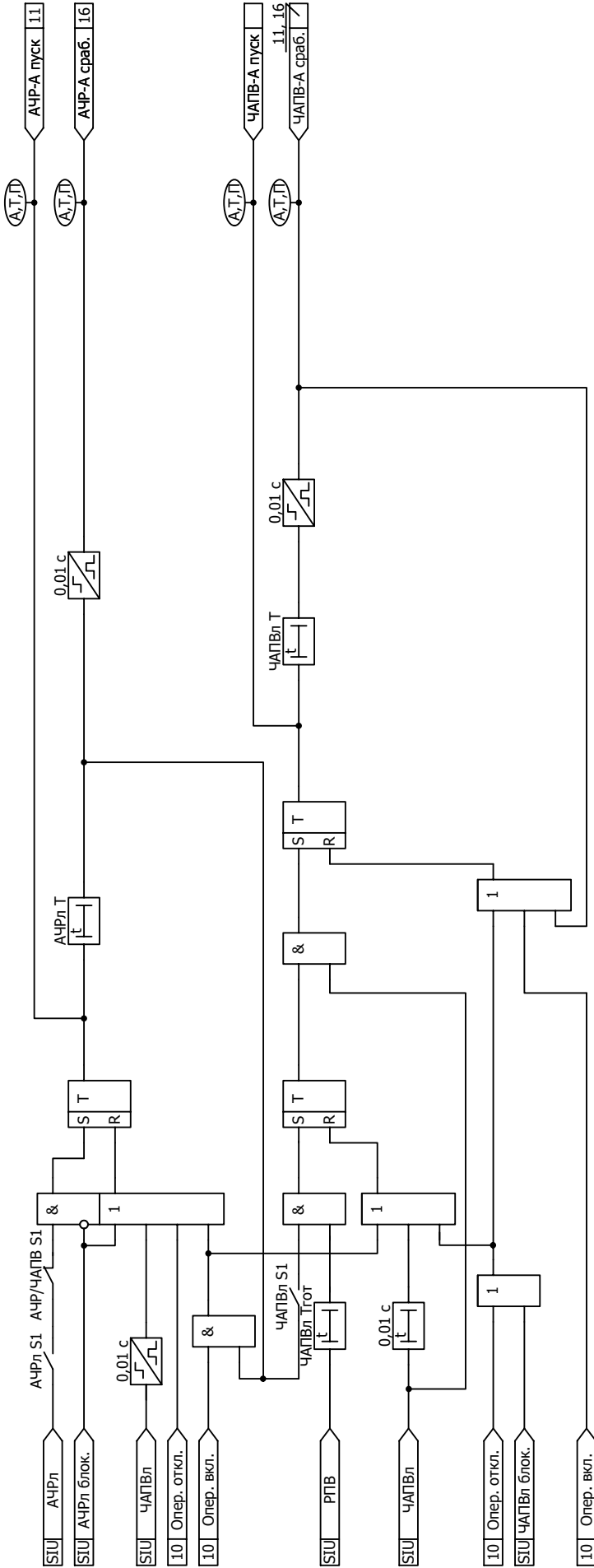


Рисунок Б.09а - Функциональная схема алгоритма АЧР-А/ЧАПВ-А

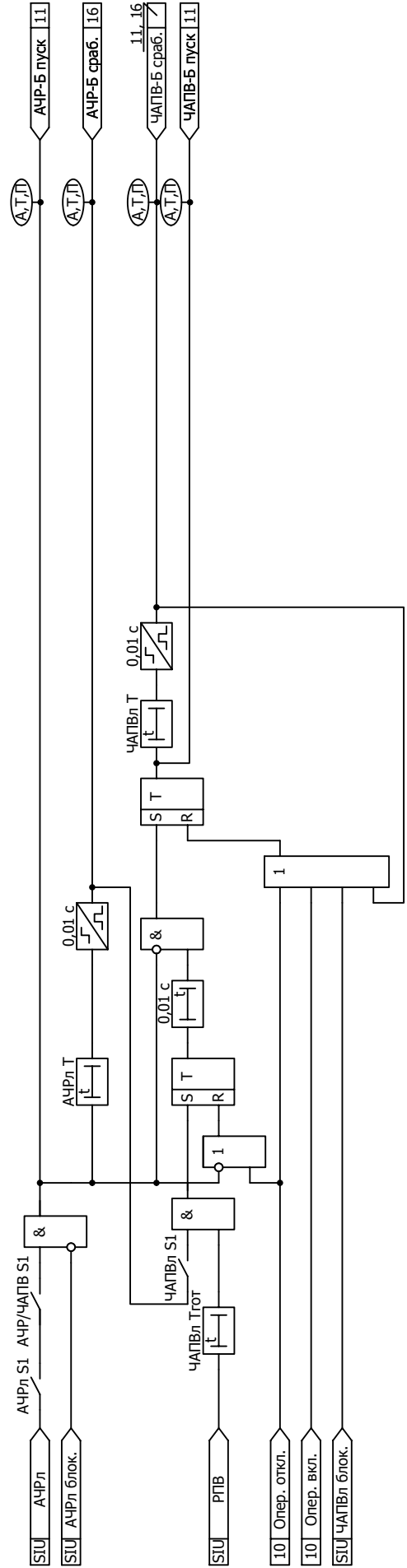


Рисунок Б.09б - Функциональная схема алгоритма АЧР-Б/ЧАПВ-Б

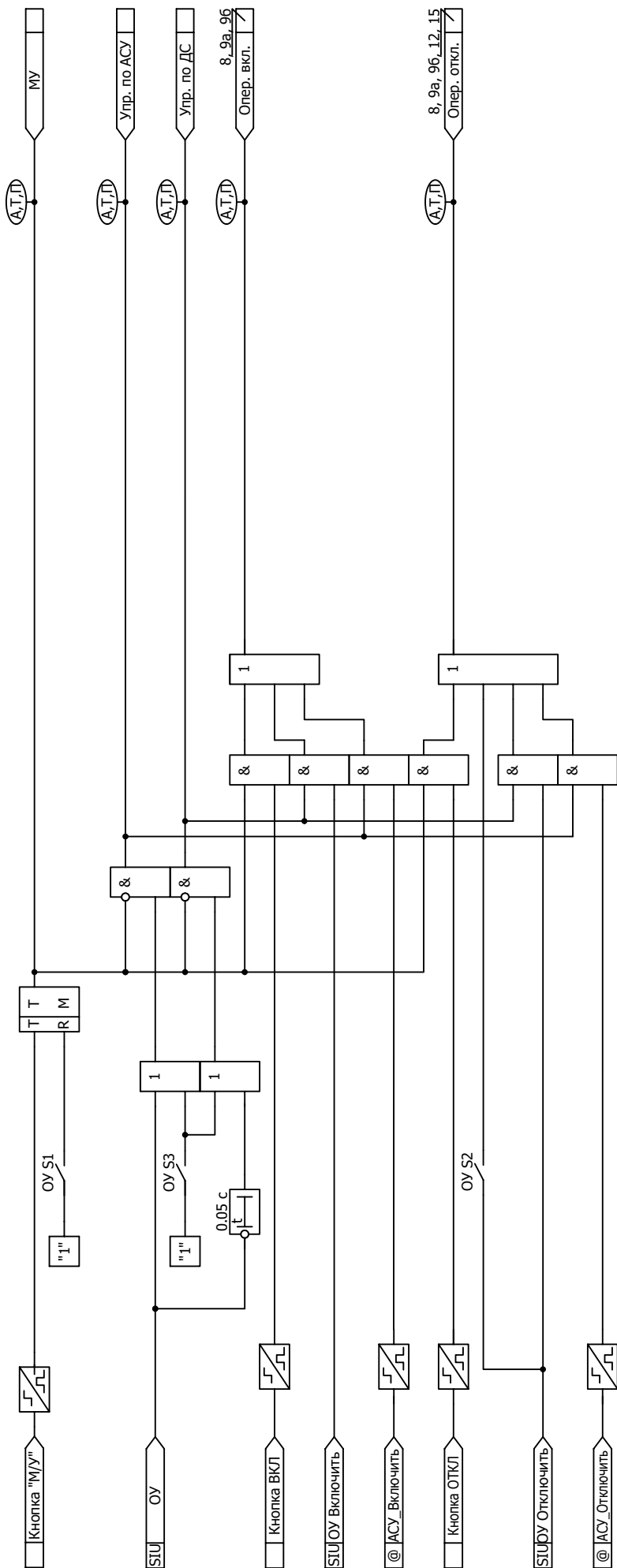


Рисунок Б.10 - Функциональная схема алгоритма команд оперативного управления

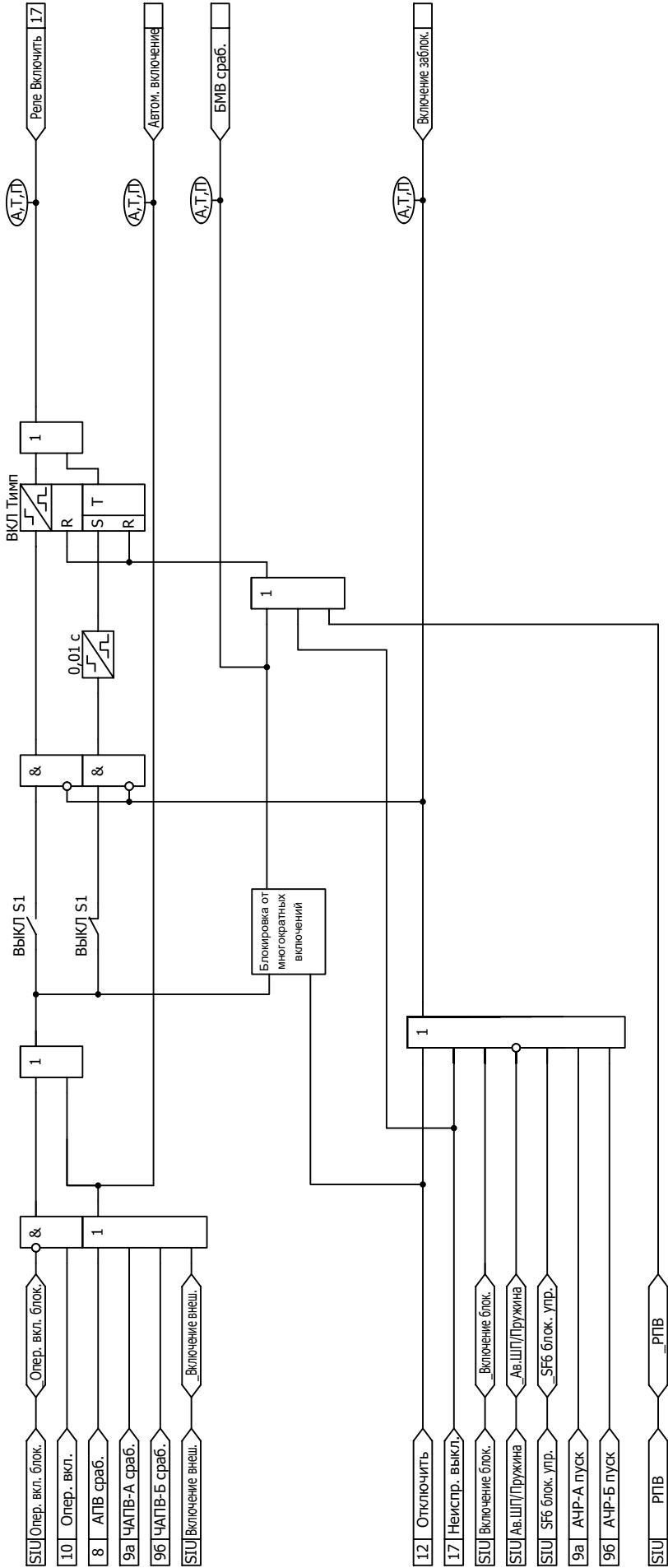


Рисунок Б.11 - Функциональная схема алгоритма управления выключателем - включение

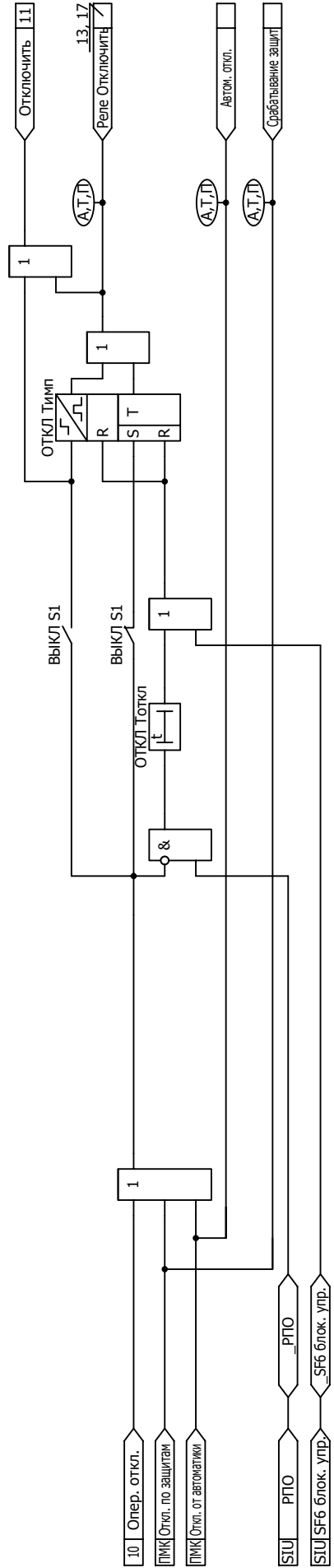


Рисунок Б.12 - Функциональная схема алгоритма управления выключателем - отключение

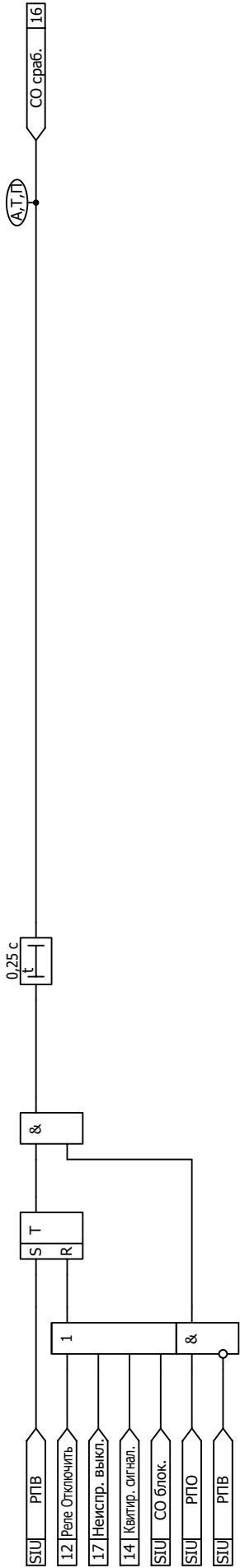


Рисунок Б.13 - Функциональная схема алгоритма обнаружения самопроизвольного отключения выключателя

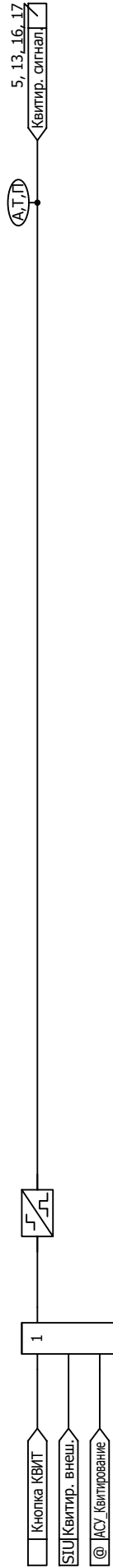


Рисунок Б.14 - Функциональная схема алгоритма квитирования

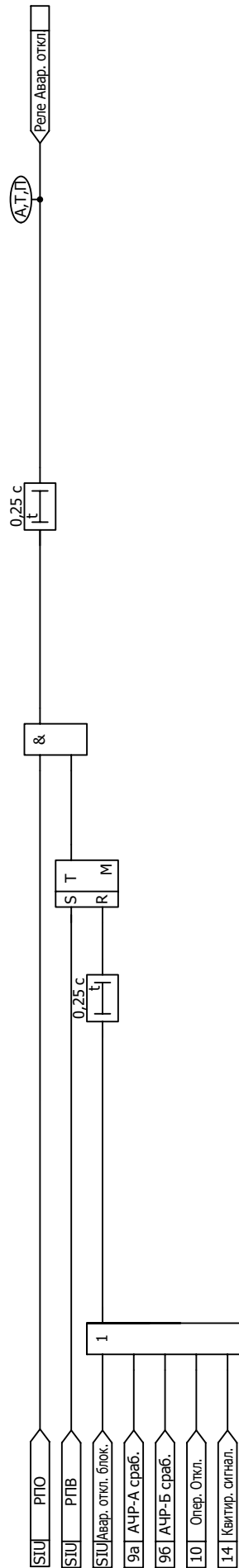


Рисунок Б.15 - Функциональная схема алгоритма сигнализации аварийного отключения

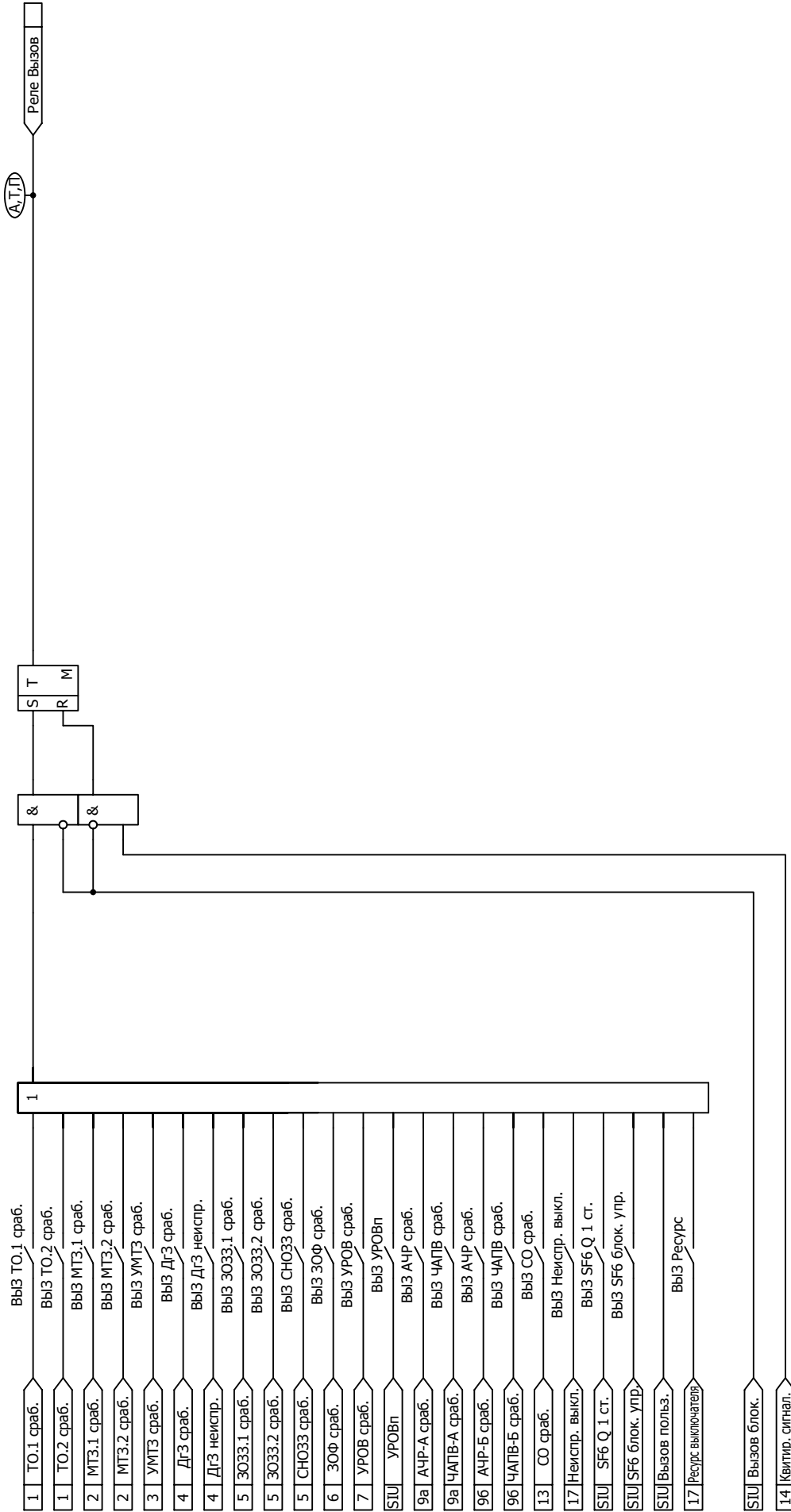


Рисунок Б.16 - Функциональная схема алгоритма вызова

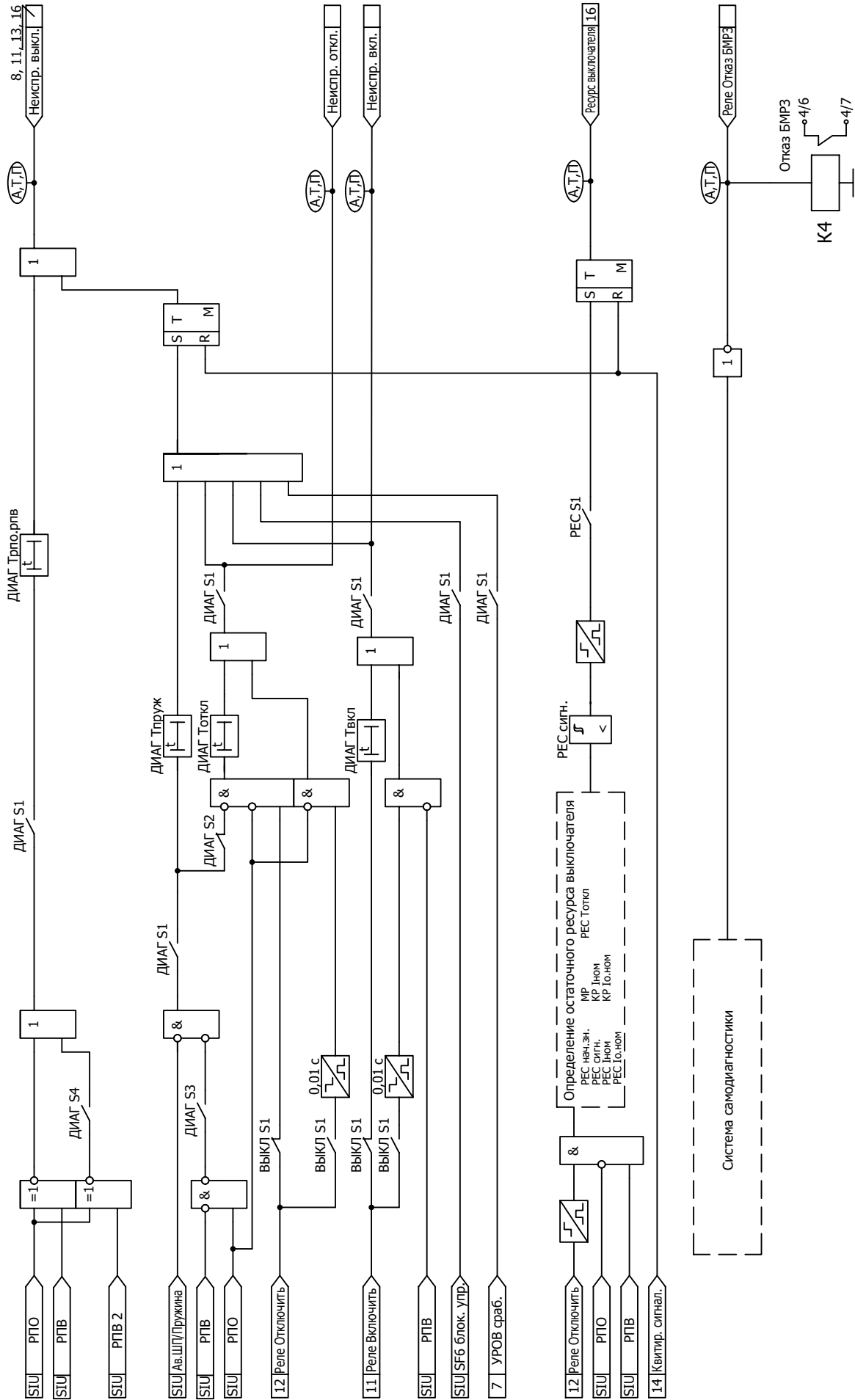


Рисунок Б.17 - Функциональная схема алгоритма диагностики

Приложение В
(обязательное)

Дополнительные пусковые органы схем ПМК

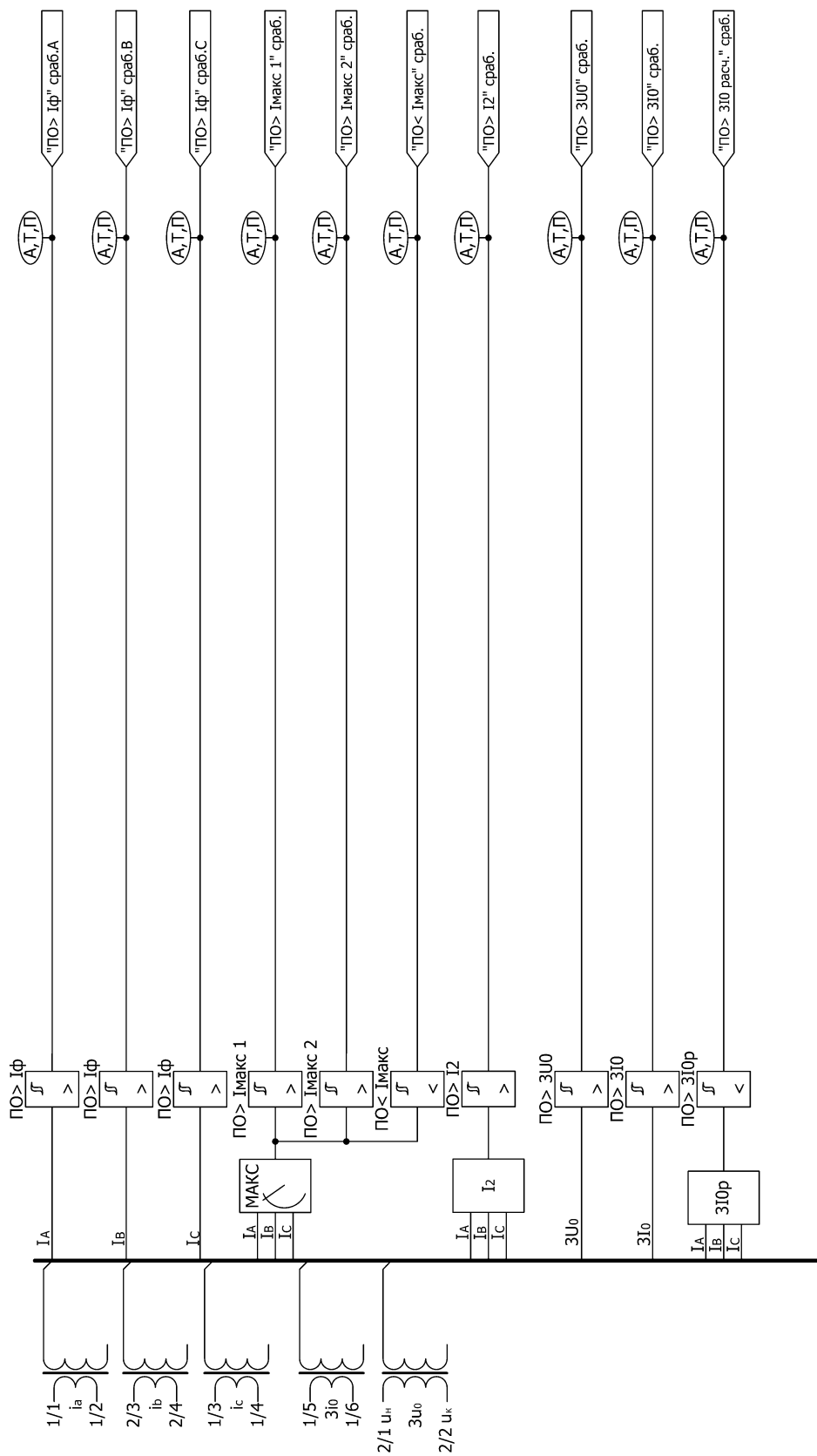


Рисунок В.01 - Функциональная схема алгоритма дополнительных пусковых органов

Приложение Г (справочное) Определение направления мощности

Г.1 При использовании направленной защиты определение направления мощности реализовано с помощью РНМ в соответствии с угловой диаграммой, приведенной на рисунке Г.1.

Направление мощности нулевой последовательности определяется уставкой угла "РНМ_{нп} Фмч", выбираемой из диапазона от минус 180° до плюс 180°.

Г.2 Характеристика РНМ нулевой последовательности (РНМ НП) представлена на рисунке Г.1. РНМ НП работает по значению фазового угла между током $3I_0$ и напряжением $3U_0$. Уставкой "РНМ_{нп} Фзоны" задается сектор срабатывания.

При работе ЗОЗЗ с контролем направления мощности нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью рекомендуемое значение уставки "РНМ_{нп} Фмч" = 90°, с заземлением через высокоомный резистор - "РНМ_{нп} Фмч" = 135°, с заземлением через низкоомный резистор - "РНМ_{нп} Фмч" = 180°, с компенсированной нейтралью - "РНМ_{нп} Фмч" от минус 160° до минус 180° (только при обосновании расчетом уставок).

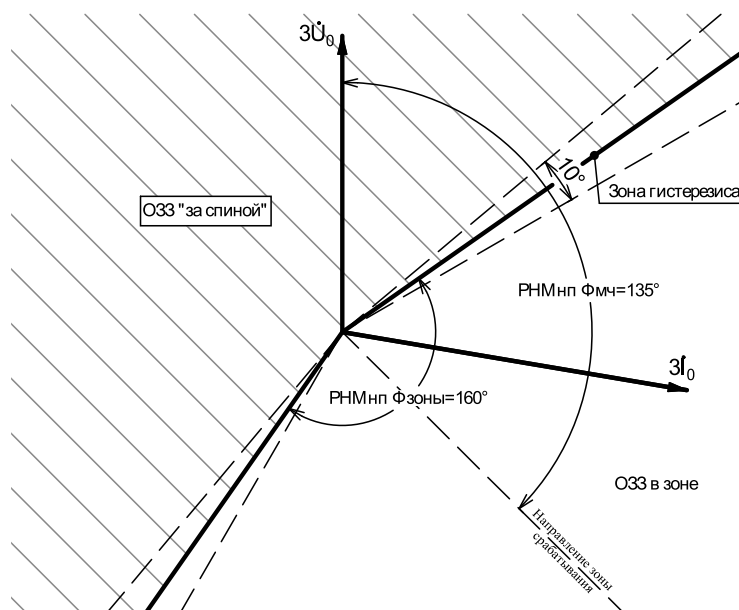


Рисунок Г.1 – Диаграмма направленности РНМ, включенного на ток и напряжение нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью

Приложение Д

(справочное)

Рекомендации по проверке функции СНОЗЗ

Д.1 Назначение

Д.1.1 В сетях с изолированной нейтралью в связи с несовершенством трансформаторов тока нулевой последовательности, а также особенностями переходных процессов существует сложность определения присоединения с однофазным замыканием на землю.

Широкое распространение получил метод поиска ОЗЗ последовательным отключением/включением присоединений с контролем напряжения нулевой последовательности. Для минимизации числа переключений необходимо определить присоединение, на котором наличие повреждения наиболее вероятно. Для этого реализован селектор направления ОЗЗ.

При выявлении возникновения однофазного замыкания на своем присоединении СНОЗЗ может выдавать сигнал на светодиод на лицевой панели. Таким образом, персонал, используя рекомендованную уточняющую информацию, при выполнении последовательных отключений/включений может выполнять операции в приоритетном порядке, минимизируя количество отключений ответственных технологических потребителей.

Д.2 Принцип действия

Д.2.1 СНОЗЗ работает на начальном участке переходного процесса. Пуск алгоритма осуществляется по скачкообразному увеличению напряжения $3U_0$. Срабатывание происходит при превышении напряжением нулевой последовательности $3U_0$ заданной уставки с оценкой динамики изменения направления мощности нулевой последовательности (P_0).

Д.2.2 На рисунке Д.1 показан пример схемы защищаемой сети. Процессы, происходящие при внутреннем и внешнем замыканиях, отличаются направлением мощности нулевой последовательности в момент замыкания. Это наглядно демонстрируется на рисунках Д.2 и Д.3.

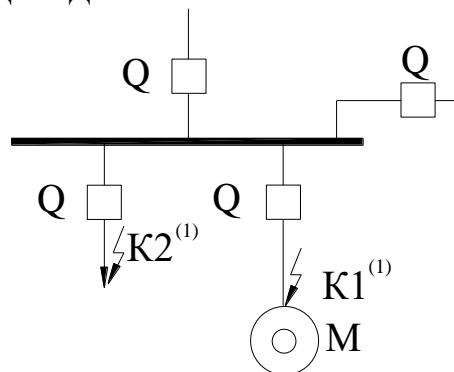


Рисунок Д.1 - Схема сети с изолированной нейтралью 6 - 10 кВ

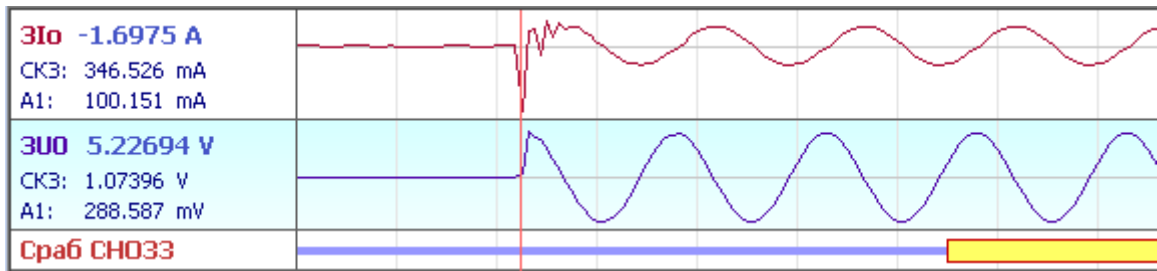


Рисунок Д.2 - Осциллограмма при внутреннем замыкании в точке К1

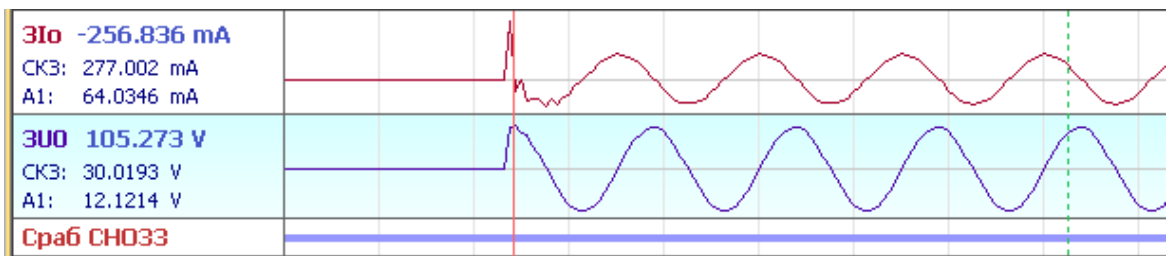


Рисунок Д.3 - Осциллограмма при внешнем замыкании в точке К2

Очень важно при производстве пуско-наладочных работ соблюдать правильное подключение как трансформатора тока нулевой последовательности, так и трансформатора напряжения. Это необходимо для правильного определения направления однофазного замыкания.

Д.3 Расчет уставок

Д.3.1 Выбор уставок рекомендуется осуществлять на основании СТО ДИВГ-046-2017 "Терминалы релейной защиты синхронных и асинхронных электродвигателей 6 - 10 кВ. Расчет уставок. Методические указания" (поставляется по отдельному запросу).

Д.4 Ввод уставок

Д.4.1 Ввести уставки в соответствии с таблицей Д.1.

Таблица Д.1 – Уставки функции СНОЗЗ

Уставка	Комментарий
ЗОЗЗ.1 ЗU0	Напряжение срабатывания НП ЗОЗЗ
СНОЗЗ S1	Ввод СНОЗЗ
СНОЗЗ S2	Тип нейтрали: [V] комп., резистивно-заземленная; [] изолированная

Д.5 Проверка срабатывания функции СНОЗЗ при однофазном замыкании в зоне срабатывания функции

Д.5.1 Выполнить квитирование сигнализации.

Д.5.2 Подать на вход "ЗІо" ток с действующим значением 1 А.

Д.5.3 Подать на вход "ЗU0" напряжение с действующим значением не менее 1,2·"ЗОЗЗ.1 ЗU0" с углом между током ЗІо и напряжением ЗU0, равным 125° (175°, программный ключ "СНОЗЗ S2" введен).

Д.5.4 Контроль срабатывания СНОЗЗ выполнять по наличию сигнала "СНОЗЗ сраб."

Д.6 Проверка несрабатывания функции СНОЗЗ при однофазном замыкании вне зоны срабатывания функции

Д.6.1 Выполнить квитирование сигнализации.

Д.6.2 Подать на аналоговый вход "3I0" ток с действующим значением 1 А.

Д.6.3 Подать на аналоговый вход "3U0" напряжение с действующим значением не менее $1,2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{0\text{н}} \cdot \cos \phi$ с углом между током $3I_0$ и напряжением $3U_0$, равным уставке 305° (355° , программный ключ "СНОЗЗ S2" введён).

Д.6.4 Контроль несрабатывания СНОЗЗ выполнять по отсутствию сигнала "СНОЗЗ сраб."

Приложение Е

(справочное)

Расчет остаточного ресурса выключателя

Е.1 Область применения и основные характеристики

Е.1.1 В БФПО реализована функция расчета остаточного ресурса элегазовых и вакуумных выключателей при коммутациях с наличием тока в фазах. При каждом отключении ресурс выключателя снижается на значение, зависящее от значения отключаемого тока.

Е.1.2 Отображение текущего ресурса выключателя осуществляется на дисплее пульта, в программном комплексе "Конфигуратор-МТ" и по каналам АСУ.

Е.1.3 При замене выключателя присоединения, а также при проведении пуско-наладочных работ, предусмотрена возможность задания актуального значения текущего ресурса.

Е.2 Уставки

Е.2.1 Уставки по току функции расчета остаточного ресурса выключателя задаются во вторичных значениях.

Е.2.2 Значение коммутационного ресурса задается в циклах включения – отключения (ВО).

Е.3 Работа функции

Е.3.1 Расчет остаточного ресурса выполняется в случае выполнения функции отключения выключателя. Расчет производят для максимального значения тока отключения ($I_{\text{макс}}$). Максимальное значение тока отключения $I_{\text{макс}}$ определяют на интервале времени, заданном уставкой "РЕС Тоткл", начиная от момента выдачи команды на отключение выключателя.

Е.3.2 При токе отключения в диапазоне от нуля до номинального тока выключателя коммутационный ресурс (КР) рассчитывается по формуле (Е.1)

$$\text{КР} = \text{МР} \cdot \left(\frac{\text{КР}_{\text{Ином}}}{\text{МР}} \right)^{\frac{\text{Имакс}}{\text{РЕС}_{\text{Ином}}}}, \quad (\text{Е.1})$$

где МР – механический ресурс;

КР_{Ином} – коммутационный ресурс при номинальном токе;

Имакс – максимальный ток при данном отключении, А;

РЕС_{Ином} – номинальный ток выключателя (вторичный), А.

При отсутствии информации о механическом ресурсе КР рассчитывается по формуле (Е.2)

$$\text{КР} = \text{КР}_{\text{Ином}}. \quad (\text{Е.2})$$

За один цикл включения – отключения значение ресурса уменьшается на величину отношения $100/\text{КР}$.

Е.3.3 При токе отключения в диапазоне от номинального тока выключателя до номинального тока отключения выключателя коммутационный ресурс рассчитывают по формуле (Е.3)

$$КР = КР_{\text{Ио.ном}} \cdot \left(\frac{КР_{\text{Ином}}}{КР_{\text{Ио.ном}}} \right)^{\frac{\lg(РЭС_{\text{Ио.ном}}/I_{\text{макс}})}{\lg(РЭС_{\text{Ио.ном}}/РЭС_{\text{Ином}})}}, \quad (\text{Е.3})$$

где $КР_{\text{Ио.ном}}$ – коммутационный ресурс при номинальном токе отключения;
 $РЭС_{\text{Ио.ном}}$ – номинальный ток отключения, А.

За один цикл включения – отключения значение ресурса уменьшается на величину отношения $100/КР$.

При токе отключения, превышающем номинальный ток отключения выключателя, расчетный остаточный коммутационный ресурс снижается до нуля, выключатель считается выработавшим свой ресурс.

Е.3.4 На рисунке Е.1 представлен пример зависимости коммутационного ресурса от максимального тока отключения при следующих входных параметрах:

$МР = 60\ 000$ отключений;

$КР_{\text{Ином}} = 50\ 000$ отключений;

$КР_{\text{Ио.ном}} = 100$ отключений;

$РЭС_{\text{Ином}} = 1000$ А;

$РЭС_{\text{Ио.ном}} = 20\ 000$ А.

Пунктиром показана зависимость при отсутствии данных о механическом ресурсе.

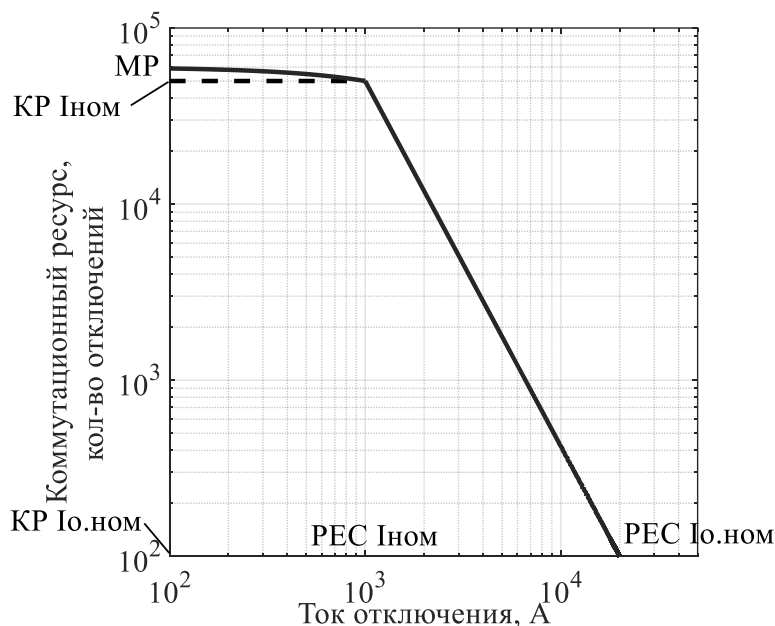


Рисунок Е.1 – Зависимость КР выключателя от тока отключения

Е.3.5 После коммутации остаточный коммутационный ресурс снижается на значение израсходованного ресурса.

Перечень обозначений и сокращений

А	Ав. -	Авария
	Авар. -	Аварийная
	Автом. -	Автоматическое
	АПВ -	Автоматическое повторное включение
	АСУ -	Автоматизированная система управления
АЧР -	Автоматическая частотная разгрузка	
Б	Блок., Бл. -	Блокировка
	БМВ -	Блокировка от многократных включений
	БМРЗ -	Блок микропроцессорный релейной защиты
	БФПО -	Базовое функциональное программное обеспечение
В	Вкл. -	Включение
	Внеш. -	Внешнее
	ВО -	Включение - отключение
	Выкл. -	Выключатель
Д	ДгЗ -	Дуговая защита
	Дискр. -	Дискретный
	ДС -	Дискретный сигнал
	ДУ-АСУ -	Дистанционное управление по сигналам АСУ
	ДУ-ДС	Дистанционное управление по дискретным сигналам
З	Заблок. -	Заблокировано
	Защ. -	Защита
	ЗОЗЗ -	Защита от однофазных замыканий на землю
	ЗОФ -	Защита от обрыва фаз и несимметрии нагрузки
И	Измер -	Измеренный
	Имп. режим -	Импульсный режим
К	Квитир. -	Квитирование
	КЗ -	Короткое замыкание
	КЛ -	Кабельная линия
	Комп. -	Компенсированная
	КР -	Коммутационный ресурс
Л	Лог. вход -	Логический вход
М	МР -	Механический ресурс
	МТЗ -	Максимальная токовая защита
	МУ -	Местное управление
Н	Недост. -	Недостовверный
	Неиспр. -	Неисправность
	Неусп. -	Неуспешное
	НП -	Нулевая последовательность

О	ОЗЗ -	Однофазное замыкание на землю
	ОП -	Описание программы
	Опер. -	Оперативное
	Осц. -	Осциллограмма
	ОТКЛ, откл. -	Отключение
	ОУ -	Оперативное управление
П	ПМК -	Программный модуль конфигурации
	ПО -	Пусковой орган
	Польз. -	Пользовательский
	Пр. -	Программа
	Пруж. -	Пружина
	ПЭВМ -	Персональная электронно-вычислительная машина
Р	Расч. -	Расчетный
	РЗиА -	Релейная защита и автоматика
	РНМ -	Реле направления мощности
	РНМ НП -	Реле направления мощности нулевой последовательности
	РПВ -	Реле положения включено
	РПО -	Реле положения отключено
	РЭ -	Руководство по эксплуатации
С	Сигнал. -	Сигнализация
	См. -	Смена
	СНОЗЗ -	Селектор направления однофазного замыкания на землю
	СО -	Самопроизвольное отключение
	Сраб. -	Срабатывание
	Ст. -	Ступень
Т	ТН -	Трансформатор напряжения
	ТО -	Токовая отсечка
	ТТ -	Трансформатор тока
	ТТНП -	Трансформатор тока нулевой последовательности
У	УМТЗ -	Ускорение максимальной токовой защиты
	Упр. -	Управление
	УРОВ -	Устройство резервирования при отказе выключателя
	Уск. -	Ускорение
	Усп. -	Успешный
	Уст. -	Уставка
Ч	ЧАПВ -	Автоматическое повторное включение по частоте
Э	ЭМ -	Электромагнит

