



Г Р У П П А К О М П А Н И Й

ЭНЕРГОТЕХМОНТАЖ

Группа Компаний «Энерготехмонтаж» (ГК «ЭТМ»)

Почтовый адрес: 109 052, г. Москва, ул.

Нижегородская, д. 70, корп. 2

Отдел продаж: 109 428, г. Москва, 1-й

Институтский пр., д. 1

Тел./Факс: +7(499) 4000-780; 170-79-97; 174-85-81

E-Mail: Info@gk-etm.ru; Energoteh03@mail.ru

Web: www.e-tmm.ru

**МОДУЛЬ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЗАЩИТЫ
БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ВАКУУМНЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ
БУ/AST-21**

Руководство по эксплуатации

3433-115-23566247-2014.РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение устройства.....	6
2 Основные функции устройства	6
3 Технические характеристики.....	9
3.1 Основные технические характеристики устройства	9
3.2 Требования к входным и выходным цепям устройства	10
4 Устройство блока.....	12
4.1 Структурная схема.....	12
4.2 Работа составных частей устройства	13
4.3 Внешние цепи устройства.....	16
5 Описание работы МПЗ	18
5.1 Функции отходящего присоединения (ОТ).....	18
5.1.1 Описание функций защит	18
5.1.2 Описание функций автоматики	29
5.1.3 Описание функций управления	33
5.1.4 Описание логики диагностики выключателя	34
5.1.5 Описание алгоритмов сигнализации.....	36
5.1.6 Описание логики свободно программируемых реле.....	38
5.1.7 Описание функций диагностики электродвигателей	39
5.1.8 Описание функций измерения и регистрации	39
5.1.9 Счетчики	40
5.1.10 Регистратор событий	40
5.1.11 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации.....	41
5.1.12 Другие функции	42
5.2 Функции вводного выключателя (ВВ).....	45
5.2.1 Описание функций защит	45
5.2.2 Описание функций автоматики	47
5.2.3 Описание функций управления	50
5.2.4 Описание логики диагностики выключателя	51
5.2.5 Описание алгоритмов сигнализации.....	51
5.2.6 Описание логики свободно программируемых реле.....	51
5.2.7 Описание функций измерения и регистрации	51
5.2.8 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации.....	52
5.2.9 Другие функции	52
5.3 Функции секционного выключателя (СВ).....	53
5.3.1 Описание функций защит	53



5.3.2 Описание функций автоматики	54
5.3.3 Описание функций управления	54
5.3.4 Описание логики диагностики выключателя	55
5.3.5 Описание алгоритмов сигнализации	55
5.3.6 Описание логики свободно программируемых реле	55
5.3.7 Описание функций измерения и регистрации	55
5.3.8 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации	55
5.3.9 Другие функции	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	60
ПРИЛОЖЕНИЕ В	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	70

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с техническими данными, конструкцией и принципом работы модуля микропроцессорной защиты (МПЗ), входящего в состав блока управления вакуумным выключателем БУ/AST-21.

Модуль разработан в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97 «Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем» с соблюдением необходимых требований для применения на подстанциях как с постоянным, так и с переменным (выпрямленным переменным) оперативным током.

Предприятие-изготовитель может вносить изменения в устройство, связанные с его усовершенствованием, в целом не ухудшающие его характеристики.

Перечень сокращений:

РЭ	- руководство по эксплуатации;
РД	- руководящий документ;
МПЗ	- модуль микропроцессорной защиты;
МПЗ-ОТ	- МПЗ отходящего присоединения;
МПЗ-ВВ	- МПЗ вводного присоединения;
МПЗ-СВ	- МПЗ секционного выключателя;
КСО	- камера сборная одностороннего обслуживания;
КРУ	- комплектное распределительное устройство;
КРУН	- комплектное распределительное устройство наружной установки;
КТП СН	- комплектная трансформаторная подстанция собственных нужд;
АСУ ТП	- автоматизированные системы управления технологическим процессом;
МТЗ	- максимальная токовая защита;
УМТЗ	- ускорение МТЗ;
ЗЗ	- земляная защита;
ЗНФ	- защита от несимметрии фазных токов;
ЗМТ	- защита минимального тока;
ЗПТ	- защита от пульсации токов;
ЗМН	- защита минимального напряжения;
ЗПН	- защита от повышенного напряжения;
ЛЗШ	- логическая защита шин;
УРОВ	- устройство резервирования при отказе выключателя;
АПВ	- автоматическое повторное включение;
АВР	- автоматическое включение резерва;
ВНР	- восстановление нормального режима;
ТУ	- телеуправление;
ТС	- телесигнализация;
ТИ	- телеизмерение;
ТТ	- трансформатор тока;
ПУ	- панель управления и индикации;
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь;
МК	- микроконтроллер;
ТТНП	- трансформатор тока нулевой последовательности;
ОЗУ	- оперативное запоминающее устройство;
ПЗУ	- постоянное запоминающее устройство;
РПВ	- реле положения включено;
РПО	- реле положения отключено;
КЗ	- короткое замыкание;
ПОН	- пусковой орган напряжения;



ВВ	- вакуумный выключатель;
РО	- ручное отключение;
РВ	- ручное включение;
ЭМ	- электромагнит;
УД	- уровень доступа;
ПК	- персональный компьютер;
ПО	- программное обеспечение;
ЖКИ	- жидкокристаллический индикатор;
РЗА	- релейная защита и автоматика;
ПУЭ	- правила устройств электроустановок;
ПТЭ	- правила технической эксплуатации.

1 Назначение устройства

МПЗ предназначен для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6-35кВ на подстанциях с переменным, выпрямленным переменным и постоянным оперативным током.

МПЗ обеспечивает функции защиты, автоматики и управления воздушных и кабельных линий электропередачи, секционных и вводных выключателей распределительных устройств, трансформаторов мощностью до 6,3МВА и электродвигателей мощностью до 4МВт.

Устройства могут включаться в АСУ ТП и информационно-управляющие системы в качестве подсистемы нижнего уровня. Устройство выдает на удаленные рабочие места эксплуатационного и диспетчерского персонала информацию о положении коммутационного аппарата, зарегистрированную информацию аварийных событий, текущую информацию по всем контролируемым параметрам.

2 Основные функции устройства

МПЗ представляет собой комбинированное многофункциональное устройство, реализующее различные функции защиты, измерения, контроля, отображения информации, автоматики, местного и дистанционного управления коммутационными аппаратами. Использование аналого-цифровой и микропроцессорной элементной базы обеспечивает высокую точность измерений, постоянство характеристик.

В качестве датчиков тока используются трансформаторы тока. Измерение линейных и фазных напряжений осуществляется встроенными в устройство промежуточными трансформаторами напряжения.

Устройство в зависимости от выбранной сервисной уставки (ОТ / ВВ / СВ) может осуществлять функции защиты и управления на отходящем присоединении, вводном или секционном выключателе. В зависимости от сервисной уставки устройство может реализовывать различные функции защит и автоматики. Сервисная уставка может выставляться с лицевой панели блока или с персонального компьютера через «Терминал для блока» (далее терминал).



Функции МПЗ	ОТ	СВ	ВВ
ЗАЩИТЫ			
Ненаправленная МТЗ-1 (токовая отсечка)	■	■	■
Направленная МТЗ-1 (токовая отсечка)	■		■
Ненаправленная МТЗ-2	■	■	■
МТЗ-2 с пуском по напряжению	■	■	■
Направленная МТЗ-2	■		■
УМТЗ-2	■	■	■
Ненаправленная МТЗ-3 (защита от перегрузки) с независимой временной характеристикой	■	■	■
Направленная МТЗ-3 (защита от перегрузки) с независимой временной характеристикой	■		■
МТЗ-3 с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания	■		
Ненаправленная токовая ЗЗ	■	■	■
Токовая ЗЗ с пуском по напряжению $3U_0$	■	■	■
ЗЗ по напряжению $3U_0$	■	■	■
ЗНФ	■		
ЗМТ	■		
ЗПТ	■		
ЗМН	■		■
ЗПН	■		
ЛЗШ	■ ^(*)	■	■
АВТОМАТИКА			
УРОВ	■	■	■
АПВ	■		■
АЧР/ЧАПВ	■		
ОТКЛ от внешних защит	■	■	■
Ограничение интервалов между включениями	■		
АВР/ВНР	■	■ ^(**)	■
ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ			
Определение пускового тока электродвигателя	■		
Выявление повышенной пульсирующей нагрузки	■		
Контроль условий пуска, выдача сигнала при отклонении этих условий от нормальных	■		
Предупреждение повторных пусков электродвигателя, при которых неизбежно срабатывание защиты от перегрузок	■		
Отображение времени до отключения по интегральной характери- стике	■		
Отображение времени до снятия блокировки включения электродви- гателя после его отключения защитой от перегрузки	■		



Функции МПЗ	ОТ	СВ	ВВ
ИЗМЕРЕНИЯ, СЧЕТЧИКИ, РЕГИСТРАТОРЫ			
Фазные токи	■	■	■
Фазные и линейные напряжения	■	■	■
Ток нулевой последовательности	■	■	■
Ток обратной последовательности	■	■	■
Частота	■	■	■
Активная мощность Р	■	■	■
Реактивная мощность Q	■	■	■
Полная мощность S	■	■	■
Коэффициент мощности cos φ	■	■	■
Тепловой импульс перегрузки	■		
Счетчики срабатывания защит	■	■	■
Счетчик коммутаций выключателя	■	■	■
Счетчик работы присоединения и устройства	■	■	■
Регистратор изменений уставок	■	■	■
Регистратор событий	■	■	■
Регистратор аварийных событий	■	■	■
Регистратор суточных событий	■	■	■
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ			
Телеуправление, телесигнализация, телеизмерения	■	■	■
Последовательный интерфейс RS485 с протоколом обмена MODBUS-RTU	■	■	■
Логика диагностики и управления выключателем	■	■	■
Свободно программируемые входы/выходы	■	■	■
Хранение уставок в энергонезависимой памяти	■	■	■
Счетчик электроэнергии	■	■	■
Несколько уровней доступа к настройке конфигурации и просмотра данных	■	■	■

Примечание: (*) – используется в качестве блокирующего сигнала;
 (**) – выполняет команды включения и отключения по АВР.

3 Технические характеристики

3.1 Основные технические характеристики устройства

Аналоговые входы		
Номинальная частота переменного тока		50Гц
Рабочий диапазон частоты переменного тока		45 - 55Гц
Количество входов по току		3
Цепи фазных токов	I_A - ток фазы А	X4:1 – X4:2
	I_C - ток фазы С	X4:3 – X4:4
Номинальный переменный ток цепей защиты от междуфазных замыканий		1 – 5А
Диапазон измерения токов в фазах, во вторичный величинах		0,2 – 200 А
Основная относительная погрешность измерения токов в фазах	от 1 до 100А	±2%
	от 100 до 200А	±5%
Цепи тока нулевой последовательности	$3I_0$	X4:5 – X4:6
Диапазон измерения тока $3I_0$ во вторичных величинах		0,05-100А
Основная относительная погрешность измерения тока $3I_0$ в диапазоне от 1 до 100А		±2%
Термическая стойкость всех цепей тока защиты, не более	длительно	20А
	в течение 10с	150А
	в течение 1с	250А
Потребляемая мощность всех цепей переменного тока		не более 0,1ВА/на фазу
Количество входов по напряжению		3
Цепи линейных напряжений	U_{AB}/U_A	X3:14 – X3:15
	U_{BC}/U_B	X3:16 – X3:15
Диапазон измерения напряжений		0,5 – 200В
Основная относительная погрешность измерения напряжений в диапазоне от 1 до 100В		±2%
Цепи напряжения нулевой последовательности	$3U_0$	X3:17 – X3:18
Диапазон измерения напряжений		0,5 – 200 В
Основная относительная погрешность измерения напряжений в диапазоне от 1 до 100В		±2%
Термическая стойкость цепей напряжения, длительно		250В
Потребляемая мощность цепей напряжения		не более 0,15ВА на вход
Основная абсолютная погрешность измерения углов		не более ±1°
Основная абсолютная погрешность измерения частоты сети		не более ±0,01Гц
Дискретные входы		
Количество входов		9
Номинальное напряжение входных сигналов		220В
Уровень напряжения надежного срабатывания (*)		не менее 140В
Уровень напряжения надежного несрабатывания (*)		не более 100В
Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания входной цепи		не менее 15мс
Потребляемая мощность при номинальном напряжении		не более 0,5Вт

Дискретные выходы	
Количество выходов	6
Коммутируемый постоянный ток напряжением 250В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	не более 0,25А
Коммутируемый переменный ток напряжением 400В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	не более 4А
Коммутируемый переменный ток напряжением 260В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	не более 7А
Интерфейс связи	
RS485	X2:1 – G
	X2:2 – A
	X2:3 – B
Протокол обмена	MODBUS RTU
Скорость обмена данными, бод	4800, 9600, 19200, 38400
Количество подключаемых устройств в сети	не более 32
Максимально допустимая длина линии	1500 метров

Примечание: (*) – действующее значение напряжения переменного оперативного тока.

3.2 Требования к входным и выходным цепям устройства

Клеммные колодки токовых цепей допускают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до 6мм² включительно и сечением не менее 1мм² каждый. Клеммные колодки входных и выходных цепей допускают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до 2,5мм² включительно и сечением не менее 0,5мм² каждый.

1) Цепи переменного тока.

Цепи переменного тока выдерживают без повреждений ток:

- 20А – длительно;
- 150А – в течение 10с;
- 250А – в течение 1с.

Устройство правильно функционирует при изменении частоты входных сигналов в диапазоне 45 – 55Гц. При этом дополнительная погрешность параметров срабатывания измерительных органов устройства не превышает ±3% относительно параметров срабатывания на номинальной частоте.

2) Входные дискретные сигналы.

Все дискретные входы являются изолированными и обеспечивают гальваническое разделение внутренних цепей устройств с внешними цепями.

Дискретные входы предназначены для работы на постоянном и переменном оперативном токе, имеют пороговый элемент для разграничения уровня срабатывания логической «1» и логического «0». Номинальное значение напряжения входных сигналов – 220В. Уровень напряжения надежного срабатывания по дискретному входу – не менее 140В (действующего значения для переменного оперативного тока). Уровень надежного несрабатывания – не более 100В.



Потребление по дискретному входу – не более 0,5Вт при номинальном напряжении 220В.
Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания входной цепи – не более 15мс.

Устройство имеет 9 дискретных входов. Общую точку имеют входы In1 – In3, In4 – In5, In6 – In7. Входы In8 – In9 выполнены без общей точки.

Все дискретные входы являются свободно программируемыми.

3) Выходные цепи устройства.

Выходные цепи устройства выполнены с использованием малогабаритных реле, обеспечивающих гальваническое разделение внутренних цепей устройства от внешних цепей. Номинальное напряжение изоляции – 400В (АС), номинальное ударное напряжение – 4000В (АС). Напряжение пробоя:

- между катушкой и контактами – 4000В (АС);
- контактного зазора – 1000В (АС).

Максимальное напряжение контактов АС/DC – 400/250В. Номинальный ток нагрузки – 8А. Максимальная коммутируемая мощность (АС) – 2000ВА.

Максимальная способность коммутации резистивной нагрузки DC – 0,4А при напряжении 250В.

Коммутационная способность контактов, действующих на цепи управления и сигнализации - не менее 50Вт при коммутации цепи постоянного тока напряжением до 250В с индуктивной нагрузкой и постоянной времени до 0,05с.

Максимальная способность коммутации резистивной нагрузки АС – 4А при напряжении 400В, 7А при напряжении 260В.

Электрический ресурс при резистивной нагрузке – более 10^5 при 8А, 250В (АС). Механический ресурс – более $2 \cdot 10^7$.

Количество выходных реле – 6.

Все реле являются свободно программируемыми.

4 Устройство блока

4.1 Структурная схема

Структурная схема устройства приведена на рисунке 4.1. В её состав входят: микроконтроллер, встроенные трансформаторы тока и напряжения, блок дискретных входов, блок дискретных выходов, интерфейс RS485, блок питания.

Микроконтроллер со встроенным 12-и разрядным аналого-цифровым преобразователем выполняет функции преобразования поступающих на его вход аналоговых сигналов в последовательный двоичный код, обработку дискретных сигналов и реализует заданный алгоритм работы устройства. По заданной программе микроконтроллер производит вычисление действующих значений токов, напряжений, токов и напряжений обратной последовательности, моделирование теплового состояния электродвигателя.

Вычисленные значения параметров сравниваются с заданными уставками и, при их превышении, формируются протоколы срабатывания с записью в регистры памяти аварийных параметров и состояния дискретных входов и выходов. Микроконтроллер управляет работой выходных реле, интерфейсом связи, осуществляет самотестирование для контроля исправности программной и аппаратной части устройства.

Встроенные трансформаторы тока и напряжения осуществляют гальваническое разделение внутренних цепей устройства от цепей измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, преобразуют входные сигналы до приемлемого для работы АЦП уровня.

Блок дискретных входов воспринимает внешние дискретные сигналы напряжением 220В переменного или постоянного тока, преобразует их до необходимого уровня, осуществляет гальваническое разделение от внутренних цепей устройства.

Блок дискретных выходов выполнен с использованием малогабаритных промежуточных реле постоянного тока. Выходные реле по командам, поступающим от микроконтроллера, осуществляют управление выключателем в нормальных и аварийных режимах, осуществляют сигнализацию по различным видам нештатных ситуаций.

ЖКИ позволяет управлять устройством (выставлять уставки, считывать информацию по текущим измеряемым параметрам, о состоянии дискретных входов и выходов и т.д.) по месту установки без использования компьютера. Индикатор также отображает положение выключателя, срабатывание защит, характер неисправности, выявленной системой самодиагностики.

В устройстве предусмотрен интерфейс RS485, позволяющий иметь связь с АСУ ТП и возможность подключения переносного компьютера без снятия оперативного питания с устройства.

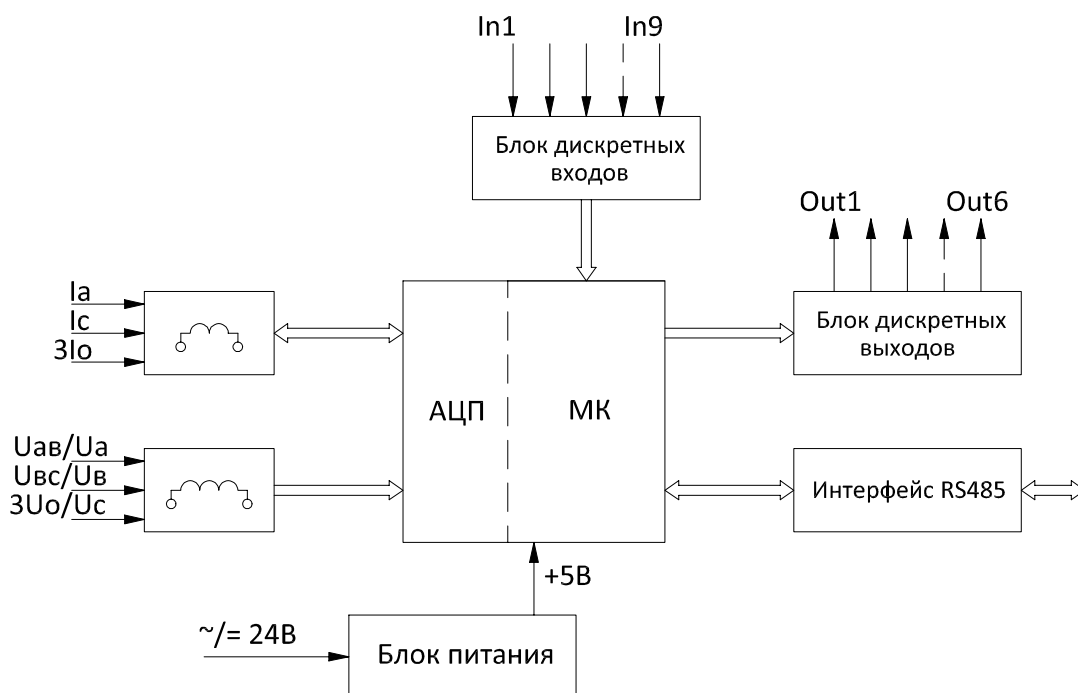


Рисунок 4.1 – Структурная схема блока

4.2 Работа составных частей устройства

1) Встроенные ТТ.

В МПЗ присутствуют три промежуточных трансформаторов тока с коэффициентом трансформации 1000. Преобразованные вторичные сигналы поступают на входы операционных усилителей, обеспечивающих нормирование выходного сигнала для АЦП в широком диапазоне изменения входного. Промежуточные трансформаторы тока защиты от междофазных коротких замыканий рассчитаны на диапазон вторичных номинальных токов от 1 до 5А. Вторичный номинальный ток вычисляется по заданным значениям первичного номинального тока защищаемого объекта и коэффициенту трансформации трансформатора тока. По вторичному номинальному току задается коэффициент усиления входных операционных усилителей для получения оптимального значения входного сигнала АЦП.

По каждому входу предусмотрены два канала измерения с разным рабочим диапазоном измерения, таблица 4.1:

Таблица 4.1 – Рабочие диапазоны каналов измерения

Канал измерения	Рабочий диапазон
Чувствительный	$0 \div 5 I_{НОМ}$
Стандартный	$0 \div 40 I_{НОМ}$

Промежуточные трансформаторы тока работают без насыщения при входном токе до 200А.

Промежуточный трансформатор тока защиты от замыканий на землю выполняется на номинальный ток 0,2А. При работе с ТТНП типа ТЗЛ, ТЗЛМ, не имеющих во вторичной цепи дополнительной нагрузки, обеспечивается максимальная чувствительность по первичному току замыкания на землю до 0,3А.

2) Встроенные трансформаторы напряжения.

Измерительная часть по напряжению выполнена из трех делителей для измерения двух линейных напряжений U_{AB} , U_{BC} и напряжения нулевой последовательности $3U_0$. Третье линейное напряжение U_{AC} вычисляется устройством. Выходные сигналы с делителей напряжения поступают на входы операционных усилителей, обеспечивающих гальваническую развязку цепей устройства и нормирующих сигнал для АЦП.

При необходимости измерения линейных и фазных напряжений делитель для $3U_0$ может использоваться для измерения фазного напряжения (U_C). Напряжение нулевой последовательности в этом случае вычисляется устройством. Возможные схемы подключения цепей напряжения приведены на рисунке 4.2. Технические характеристики цепей напряжения приведены в таблицах 4.2 и 4.3.

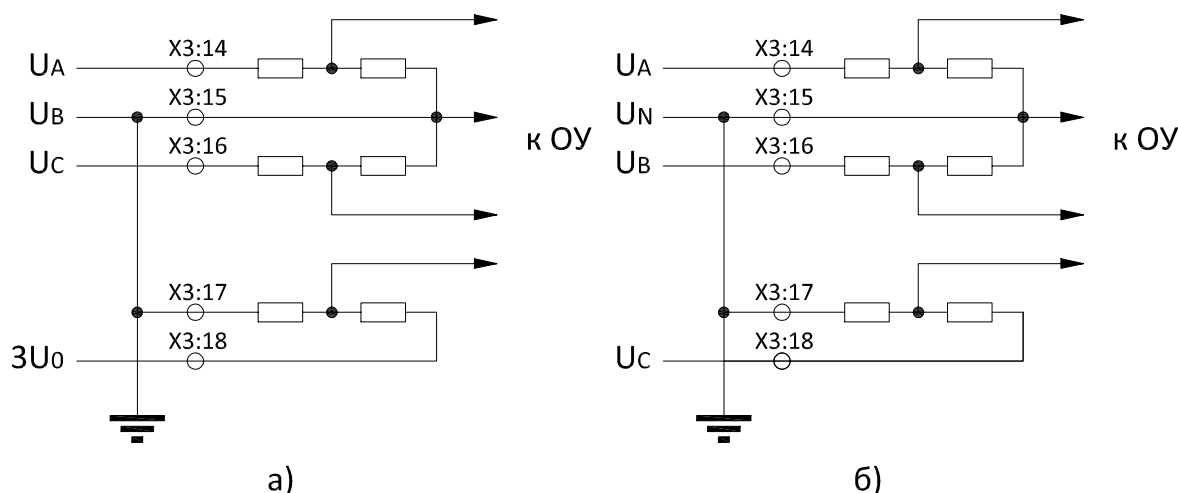


Рисунок 4.2 – Схемы подключения цепей напряжения:

- а) через U_{AB} , U_{BC} и $3U_0$;
б) через фазные напряжения.

Таблица 4.2 – Параметры цепей напряжения

Номинальное напряжение	Рабочий диапазон
100В – действующее значение линейного напряжения	0 – 200В

Таблица 4.3 – Допустимые нагрузки на цепи напряжения

Продолжительность	Устойчивость
Максимально допустимая непрерывная нагрузка ($2U_{НОМ}$)	200В – действующее значение линейного напряжения
10 секунд ($3U_{НОМ}$)	300В – действующее значение линейного напряжения

3) Блок дискретных входов.

Устройство блока позволяет принять от внешних устройств девять дискретных сигналов переменного или постоянного тока напряжением 220В. Исполнение блока с другим уровнем входного напряжения должно оговариваться при заказе устройства.

Каждый вход выполнен с использованием оптоэлектронного преобразователя, обеспечивающего гальваническое разделение входных цепей от внутренних цепей устройства с необходимым уровнем изоляции. Входные цепи In1 – In3, In4 – In5, In6 – In7 выполнены с общей точкой подключения, входы In8 – In9 выполнены изолированно. Если нет необходимости раздельного подключения к источнику оперативного питания, эти входы можно выполнить также с



общей точкой подключения.

Все дискретные входы являются свободно программируемыми.

Ток в режиме срабатывания по каждому дискретному входу составляет около 3мА.

В блоке дискретных входов используются специальные схемные решения, исключающие ложные срабатывания по дискретным входам при замыканиях на землю в сети постоянного оперативного тока.

4) Блок дискретных выходов.

Блок дискретных выходов состоит из 6 малогабаритных реле, управляемых микроконтроллером. Пять реле имеют замыкающие контакты, один – размыкающие. Все реле свободно программируемые. Контакты выходных реле выведены на разъем ХЗ.

5) ЖК индикатор.

Лицевая панель МПЗ (ПУ) имеет индикатор, кнопки управления и светодиоды, отображающих состояние выключателя, режимы работы блока и сработавшие защиты. Обозначения кнопок управления нанесены на самих кнопках.

Светодиоды обеспечивают дополнительную сигнализацию исправного состояния устройства и режимы его работы:

- зеленый светодиод «Готов» сигнализирует об исправном состоянии устройства и его готовности к действию;
- красный светодиод «Блок ВКЛ» сигнализирует о блокировке включения выключателя при срабатывании защиты или наличии механической блокировки ВВ;
- красный светодиод «ЭМ КЗ» сигнализирует о КЗ в цепи управления электромагнитом выключателя;
- красный светодиод «ЭМ обрыв» сигнализирует об обрыве в цепи управления электромагнитом выключателя;
- красный светодиод «Неисправность» сигнализирует о неисправности устройства;
- светодиод, совмещенный с мнемосхемой присоединения с выключателем, отображает состояние выключателя (красный – выключатель включен, зеленый – выключатель отключен).

По умолчанию на индикаторе отображаются основные текущие параметры защищаемого присоединения.

Перемещение по меню, изменение уставок осуществляется с помощью кнопок управления.

6) Микроконтроллер со встроенным АЦП.

Аналоговые сигналы от устройств сопряжения по току и по напряжению подаются на вход 12-и разрядного АЦП, преобразующего эти сигналы в двоичный код с частотой дискретизации 126 точек на период (6300Гц). Микропроцессор производит обработку сигналов, а также сигналов, поступающих по дискретным входам, производит по заданной программе вычисление требуемых для работы всех защит параметров, сравнивает с заданными уставками и, при выполнении условий срабатывания, формирует управляющие команды для блока выходных реле.

Микропроцессор имеет встроенное ОЗУ (16Кбайт), ПЗУ (256Кбайт) для хранения программы работы микропроцессора и ПЗУ (4Кбайт) для хранения уставок МПЗ. Кроме того, устройство содержит энергонезависимую память для хранения осциллограмм и протоколов срабатывания EEPROM.

4.3 Внешние цепи устройства

Устройство имеет 6 аналоговых и 9 дискретных входов. Внешние цепи устройства приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Б, схема подключения разъемов приведена в ПРИЛОЖЕНИИ В.

1) Токовые цепи/цепи напряжения.

Назначение контактов разъема токовых/напряжения входных цепей:

X4:1	– ток фазы А (вход);
X4:2	– ток фазы А (выход);
X4:3	– ток фазы С (вход);
X4:4	– ток фазы С (выход);
X4:5	– ток нулевой последовательности (вход);
X4:6	– ток нулевой последовательности (выход).
X3:14	– напряжение фазы А;
X3:15	– общая точка;
X3:16	– напряжение фазы В;
X3:17	– напряжение нулевой последовательности (вход);
X3:18	– напряжение нулевой последовательности (выход), объединяется с общей точкой и заземляется.

2) Дискретные входы.

Назначение контактов разъемов дискретных входов:

X1:1	– общая точка дискретных входов In1 – In3;
X1:2	– дискретный вход РПО (In1);
X1:3	– дискретный вход РПВ (In2);
X1:4	– дискретный вход БКЛ (In3);
X1:5	– общая точка дискретных входов In4 – In5;
X1:6	– дискретный вход команды «ВКЛ» (In4);
X1:7	– дискретный вход команды «ОТКЛ» (In5);
X1:8	– общая точка дискретных входов In6 – In7;
X1:9	– дискретный вход команды «Разрешение АПВ» (In6);
X1:10	– дискретный вход команды «Разрешение АЧР» (In7);
X1:11 – X1:12	– дискретный вход «Внешнее отключение 1» (In8);
X1:13 – X1:14	– дискретный вход «Внешнее отключение 2» (In9).



3) Выходные цепи устройства.

Устройство блока имеет 6 выходных реле. Назначение реле, номера соответствующих клемм разъема и тип контактов приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Выходные реле устройства

№ клемм	№ реле	Назначение реле	Тип контактов реле
X3:1 – X3:2	K1	Резерв	Замыкающий
X3:3 – X3:4	K2	Резерв	Замыкающий
X3:5 – X3:6	K3	Реле отключения от УРОВ	Замыкающий
X3:7 – X3:8	K4	Реле «Авария»	Замыкающий
X3:9 – X3:10	K5	Реле «Неисправность»	Размыкающий
X3:11 – X3:13	K6	Реле отключения от ЗЗ	Переключающий

4) Цепи последовательного интерфейса.

Назначение контактов разъема цепей интерфейса RS485:

- X2:1 – G – экран;
- X2:2 – A – линия A;
- X2:3 – B – линия B.

5 Описание работы МПЗ

Устройство является многофункциональным, обеспечивающим функции защит, управления, сигнализации и автоматики для различных типов присоединений.

Предусмотрено три типа присоединений для применения, отличающихся функционально различным набором устройств автоматики и некоторых видов защит:

- ОТ для отходящих присоединений/линий;
- ВВ для вводного выключателя;
- СВ для секционного выключателя.

Функциональные схемы устройства блока приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А. На функциональной схеме отражены алгоритмы построения защит и автоматики, алгоритмы управления выключателем, назначение дискретных входов и выходов.

5.1 Функции отходящего присоединения (ОТ)

5.1.1 Описание функций защит

1) Максимальная токовая защита (МТЗ).

В устройстве предусмотрено три ступени МТЗ:

- 1 ступень – МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка);
- 2 ступень – МТЗ с независимой от тока выдержкой времени;
- 3 ступень – МТЗ с независимой или интегрально-зависимой от тока выдержками времени.

МТЗ-1 предназначена для защиты от междуфазных коротких замыканий. Пусковые органы тока защиты объединены по схеме «ИЛИ». Защита работает как токовая ненаправленная или ненаправленная. Выбор направленности осуществляется программным переключателем В1а.

Принцип направленности реализован по «девятистопусной схеме». Устройство определяет углы между фазным током и линейным напряжением для каждой пары сигналов ($I_A \wedge U_{BC}$), ($I_B \wedge U_{CA}$), ($I_C \wedge U_{AB}$). Срабатывание МТЗ произойдет в случае превышения величины фазного тока заданной уставки срабатывания и попадания вектора фазного тока в зону срабатывания.

Для задания зоны срабатывания необходимо указать угол максимальной чувствительности $\varphi_{мч}$, тогда область срабатывания будет определяться диапазоном $-65^\circ \leq \varphi_{мч} \leq +65^\circ$, что составляет 130° . Для каждой пары векторов ($I_A \wedge U_{BC}$), ($I_B \wedge U_{CA}$), ($I_C \wedge U_{AB}$) отсчет угла максимальной чувствительности осуществляется от соответствующего вектора напряжения против часовой стрелки в диапазоне 0° до $359,9^\circ$ с шагом $0,1^\circ$. Другими словами, для вектора тока I_A отсчет осуществляется от вектора напряжения U_{BC} , для I_B – от вектора U_{CA} , для I_C – от вектора U_{AB} (поясняющая схема представлена в ПРИЛОЖЕНИИ Б).

Стоит отметить, что уставка по углу максимальной чувствительности $\varphi_{мч}$ является общей для всех ступеней МТЗ первой и второй групп уставок.

Ввод/вывод МТЗ-1 из действия производится программным переключателем В1.

В устройстве предусмотрена возможность задания выдержки времени $T_{ср\ I\ ст}$ для первой ступени МТЗ. Небольшое замедление токовых отсечек (порядка 0,1с) может потребоваться:

- для отстройки от искусственных кратковременных КЗ, создаваемых трубчатыми разрядниками, устанавливаемыми для защиты воздушных линий от атмосферных перенапряжений;
- для лучшей отстройки от бросков тока при внешних КЗ и при пуске (самозапуске) для защиты электродвигателей.

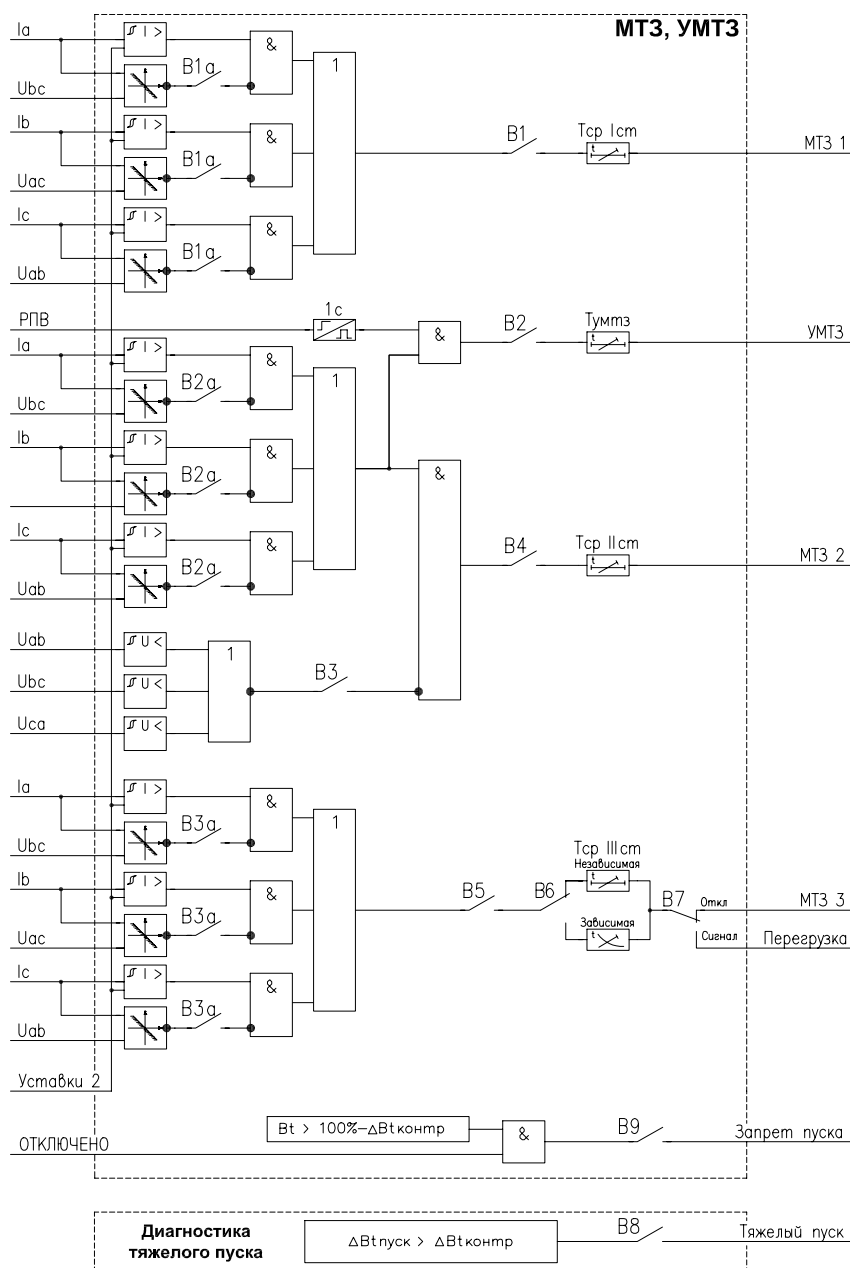


Рисунок 5.1.1 – Функциональная схема МТЗ

Незначительная потеря в быстродействии защиты компенсируется в этом случае повышением её чувствительности.

Пусковые органы тока МТЗ-2 выполнены аналогично МТЗ-1. Защита работает как токовая ненаправленная и без пуска по напряжению при отключенных программных переключателях В2а и В3 соответственно.

Программным переключателем В2 вводится цепь ускорения МТЗ-2 при включении выключателя на короткое замыкание. Время ввода ускорения не регулируется и равно 1 секунде. Имеется возможность задания выдержки времени $T_{умтз}$, диапазон регулирования которой от 0 до 1 секунды с шагом 0,01.

Функция пуска по напряжению МТЗ-2 вводится/выводится программным переключателем В3. Пусковой орган напряжения (ПОН) контролирует линейные напряжения и снижение хотя бы одного из них ниже заданной уставки приведет к его срабатыванию.

Функция направленности вводится/выводится программным переключателем В2а.

Ввод/вывод МТЗ-2 выполняется программным переключателем В4. Защита имеет регулируемую выдержку времени $T_{\text{СР II CT}}$.

Пусковые органы МТЗ-3 организованы аналогично МТЗ-1. Ввод/вывод МТЗ-3 выполняется программным переключателем В5, переключателем В6 задается тип характеристики срабатывания защиты – с независимой характеристикой срабатывания или с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания. Защита может действовать на отключение или на сигнал в зависимости от положения программного переключателя В7.

МТЗ-3 с независимой характеристикой срабатывания срабатывает при превышения тока заданной уставки с выдержкой времени $T_{\text{СР III CT}}$.

Для выполнения функций защиты электродвигателей от перегрузки в МТЗ-3 предусмотрена интегрально-зависимая характеристика срабатывания, которая строится на основе тепловой модели электродвигателя.

Тепловое состояние электродвигателей, работающих в тяжелых условиях пуска, подверженных частым перегрузкам по технологическим причинам, будет определяться не только степенью перегрузки и её длительностью, но и предшествующим тепловым состоянием. Поэтому характеристика срабатывания защиты должна быть интегрально зависимой от тока, учитывать предшествующее перегрузке тепловое состояние, процесс отдачи тепла, как в режиме перегрузки, так и в нормальном режиме работы и отключении от сети. Структура построения такого алгоритма должна соответствовать дифференциальному уравнению, учитывающему отдачу тепла с поверхности обмотки:

$$T_H \cdot \frac{dB}{dt} = K_I^2 - \tau \cdot B, \quad (5.1)$$

где B – тепловой импульс, отражающий тепловое состояние электродвигателя;

T_H – постоянная времени нагрева (охлаждения) электродвигателя;

τ – коэффициент интегрирования;

$K_I = I_{\text{ЭКВ}} / I_{\text{СЗ}}$ – кратность тока перегрузки.

Этому выражению соответствует передаточная функция инерционного звена. Таким образом, накопление теплового импульса во времени происходит по экспоненциальному закону. Коэффициент интегрирования τ подобран таким образом, чтобы снижение теплового импульса после снятия перегрузки происходило с постоянной времени, соответствующей постоянной времени охлаждения работающего электродвигателя. При отключении электродвигателя от сети коэффициент τ должен соответствовать постоянной времени охлаждения остановленного двигателя.

На рисунке 5.1.2 приведены зависимости $B_t = f(t)$ в различных режимах работы электродвигателя.

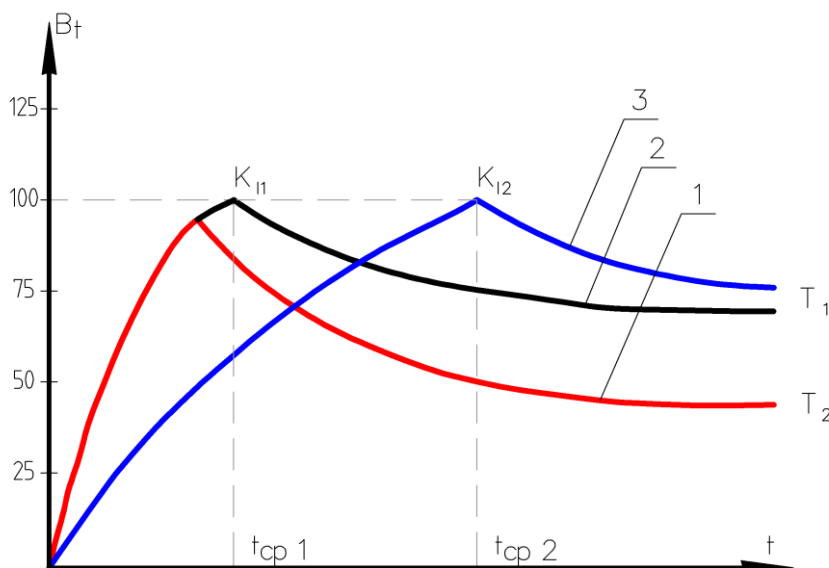


Рисунок 5.1.2 – Зависимости $B_t = f(t)$ при различных кратностях тока K_I :

- 1 – зависимость $B_t = f(t)$ при кратности тока перегрузки K_{I1} и устранении перегрузки до момента отключения электродвигателя;
- 2 – зависимость $B_t = f(t)$ при кратности тока перегрузки K_{I1} и отключении электродвигателя при достижении $B_t = 100$;
- 3 – зависимость $B_t = f(t)$ при кратности тока перегрузки K_{I2} и отключении электродвигателя.

Поскольку ток обратной последовательности вызывает повышенный нагрев обмотки ротора, составляющая этого тока входит в выражение для определения эквивалентного тока, вызывающего нагрев электродвигателя, с коэффициентом K :

$$I_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{I_1^2 + K \cdot I_2^2}, \quad (5.2)$$

где I_1 – вычисленный ток прямой последовательности;

I_2 – вычисленный ток обратной последовательности;

$I_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентный ток, по которому оценивается перегрузочная способность двигателя;

K – коэффициент, учитывающий долевое участие тока обратной последовательности в тепловой модели двигателя.

При превышении эквивалентного тока заданной уставки I_{C3} время срабатывания защиты определяется по выражению:

$$t_{\text{CP}} = T \cdot \ln \left[\frac{K_I^2 - B_t}{K_I^2 - 1} \right], \quad (5.3)$$

где $K_I = I_{\text{ЭКВ}} / I_{C3}$ – кратность тока перегрузки;

$T = T_H$ – постоянная времени нагрева двигателя;

B_t – начальное тепловое состояние двигателя (текущее значение теплового импульса), выраженный в о.е.

При включении двигателя из «холодного» состояния на момент включения $B_t = 0$. При $K_I > 1$ производится расчет теплового импульса по выражению:

$$B_t = K_I^2 - ((K_I^2 - 1) \cdot e^{-t/T_H}), \quad (5.4)$$

где t – текущее значение времени до отключения двигателя.

При $K_I < 1$ значение теплового импульса определяется тепловой моделью по выражению:

$$B_t = K_I^2 (1 - e^{-t/T}), \quad (5.5)$$

где $T = T_H$ – для работающего двигателя;

$T = T_O$ – для остановленного двигателя.

В рабочем диапазоне токов точность по времени срабатывания соответствует классу 5 по ГОСТ 27918. Рабочий диапазон токов находится в пределах кратности тока $K_I = (2 \div 10)$. Программа защиты позволяет:

- контролировать тепловое состояние электродвигателя после его включения как в номинальных режимах работы, так и при перегрузках;
- имитировать охлаждение электродвигателя после устранения перегрузки с постоянной времени, соответствующей постоянной времени охлаждения работающего электродвигателя, а после отключения электродвигателя вследствие перегрузки – с постоянной времени остановленного электродвигателя;
- при повторных пусках и периодических перегрузках учитывать накопленный ранее тепловой импульс;
- осуществлять диагностику агрегата «электродвигатель-механизм» при очередном пуске путем сравнения приращения теплового импульса за время пуска с контрольным значением;
- запрещать пуск электродвигателя при остаточном тепловом импульсе, превышающем контрольное значение.

При введении интегрально-зависимой характеристики может осуществляться диагностика условий пуска, если включен программный переключатель В8. Сигнал «Тяжелый пуск» будет сформирован, если приращение теплового импульса за время пуска превысит заданное уставкой значение:

$$\Delta B_{t_пуск} = B_{t_пуск} - B_{ост} > B_{t_контр}, \quad (5.6)$$

где $B_{t_пуск}$ – значение теплового импульса на момент окончания пуска, когда ток снизился менее уставки МТЗ-3;

$B_{ост}$ – значение теплового импульса на момент начала пуска, когда ток превысил значение уставки;

$B_{t_контр}$ – уставка по тепловому импульсу, определенная из условий нормального пуска.

При включении программного переключателя В9 вводится функция «Запрет пуска».

Команда «Запрет пуска» будет сформирована, если тепловое состояние электродвигателя на момент отключения не допускает повторного пуска по условию недопустимого его нагрева:

$$B_t > 100 - B_{t_контр}. \quad (5.7)$$



Рекомендации по выбору уставок и характеристики срабатывания МТЗ-3 с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания представлены в ПРИЛОЖЕНИИ В и ПРИЛОЖЕНИИ Г соответственно.

В алгоритме для всех ступеней МТЗ предусмотрено две группы уставок. Переключение на вторую группу производится по дискретному входу (сигнал «Уставки 2»).

Все параметры трех ступеней МТЗ (и ниже описанных защит) настраиваются через ПУ в меню «Уставки защит» или через терминал во вкладке «Алгоритмы». Технические характеристики ступеней МТЗ приведены в таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1 – Технические характеристики МТЗ

Наименование параметра	1 ступень	2 ступень	3 ступень	
			Независимая хар-ка	Интегральная хар-ка
Номинальный ток защиты, А	1 – 5			
Диапазон уставок по току во вторичных величинах, А	0 – 200	0 – 200	0 – 200	0 – 200
Дискретность уставок по току, А	0,01	0,01	0,01	0,01
Диапазон уставок по напряжению во вторичных величинах, В	–	0 – 150	–	–
Дискретность задания уставок по напряжению, В	–	0,1	–	–
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300	0 – 300	0 – 300	–
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01	0,01	0,01	–
Диапазон уставок по углу ф _{мч} , град	359,9	359,9	359,9	–
Дискретность задания уставок по углу ф _{мч} , град	0,1	0,1	0,1	
Диапазон уставок коэффициента долевого участия тока обратной последовательности, К ₁₂	–	–	–	1 – 5
Диапазон регулирования постоянной времени нагрева, Т _{НАГРЕВА} , с	–	–	–	0 – 30000
Диапазон регулирования постоянной времени охлаждения, Т _{ОХЛАЖДЕНИЯ} , с	–	–	–	0 – 30000
Диапазон регулирования теплового импульса, определенного из условий нормального пуска В _{т контр} , %				0,1 – 90
Дискретность задания теплового импульса, определенного из условий нормального пуска В _{т контр} , %				0,1
Коэффициент возврата пусковых органов	0,95 (1,05*)			
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока К ₁ = 2, мс	30			
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	±(2÷10)			

Примечания: (*) – для ПОН МТЗ-2.

2) МТЗ от замыкания на землю (ЗЗ).

ЗЗ выполнена с независимой от тока выдержкой времени $T_{\text{ср ЗЗ}}$. ЗЗ может быть настроена как:

- токовая ненаправленная защита;
- токовая защита с пуском по напряжению $3U_0$;
- токовая направленная;
- защита по напряжению $3U_0$.

Токовая ненаправленная ЗЗ реализуется с помощью включенного программного переключателя В18 и отключенных переключателей В17, В20, В21. В этом случае защита работает при превышении током нулевой последовательности заданной уставки.

Включенные выключатели В18 и В17 вводят функцию пуска по напряжению $3U_0$. В случае неисправности в цепях напряжения (сигнал «Неисправность U») защита будет работать как токовая.

Для реализации алгоритма направленной защиты необходимо включить программный переключатель В21 (переключатели В20 и В18 отключены), тогда при превышении $3I_0$ и $3U_0$ выше заданных уставок и соответствующем угле между этими векторами защита срабатывает.

Область срабатывания направленной ЗЗ задается двумя уставками. Первая – начальный угол φ_1 , а вторая – конечный угол φ_2 . Таким образом область срабатывания направленной ЗЗ будет лежать в диапазоне от φ_1 до φ_2 . Отсчет вышеупомянутых углов ведется от оси вектора $3U_0$ против часовой стрелки.

ЗЗ по напряжению $3U_0$ реализуется программным переключателем В20 (переключатели В21 и В18 отключены).

Программным переключателем В19 производится выбор действия защиты на отключение или сигнал.

Функциональная схема ЗЗ приведена на рисунке 5.1.3.

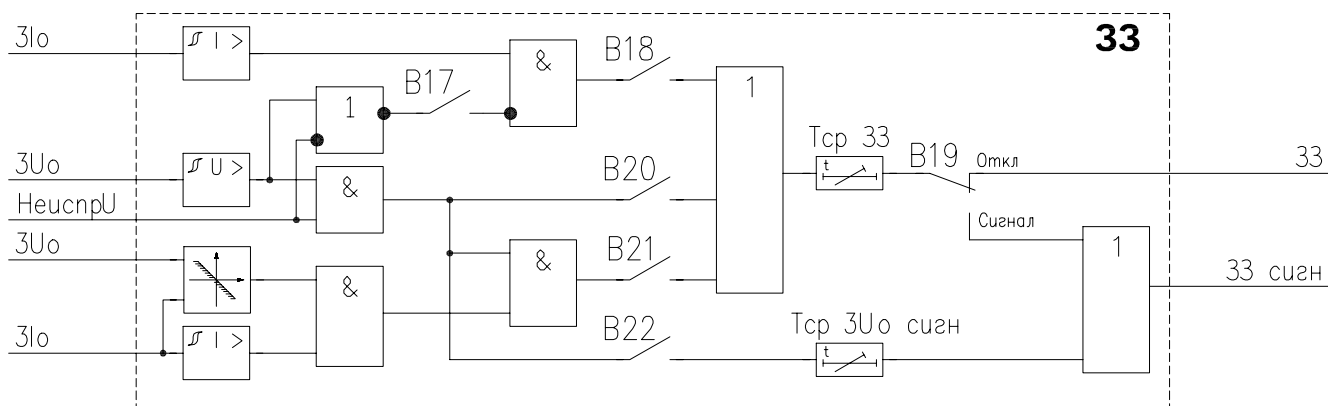


Рисунок 5.1.3 – Функциональная схема ЗЗ

Параметры и характеристики срабатывания защит от замыканий на землю приведены в таблице 5.1.2.

Таблица 5.1.2 – Технические характеристики ЗЗ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току в первичных величинах, А	0 – 300
Дискретность задания уставок по току, А	0,01
Диапазон уставок по напряжению во вторичных величинах, В	0 – 150
Дискретность задания уставок по напряжению, В	0,1
Диапазон уставок по начальному углу φ_1 , град	от 0 до 359,9
Диапазон уставок по конечному углу φ_2 , град	от 0 до 359,9
Дискретность задания уставок по углу, град	0,1
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока к уставке $K_I = 2$, мс	30
Коэффициент возврата пускового органа	0,95
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	$\pm(2 \div 10)$

3) Защита от несимметрии фазных токов и от обрыва фаз (ЗНФ).

Защита реагирует на ток обратной последовательности, выраженный в процентах:

- от максимального фазного тока присоединения, если ток нагрузки превышает номинальный;
- от номинального, если максимальный ток меньше номинального тока присоединения.

Применительно к электродвигателям защита может обнаруживать витковые замыкания. Защита выполнена с независимой выдержкой времени. Функциональная схема защиты приведена на рисунке 5.1.4.

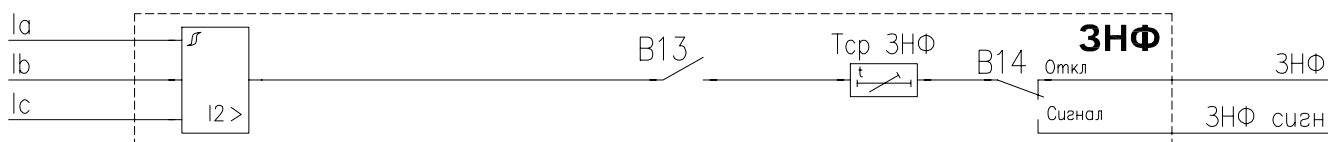


Рисунок 5.1.4 – Функциональная схема ЗНФ

Ввод/вывод защиты, действие на отключение или на сигнал производится программными переключателями В13 и В14 соответственно.

Основные параметры и характеристики защиты приведены в таблице 5.1.3.

Таблица 5.1.3 – Технические характеристики ЗНФ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по уровню срабатывания, %	0 – 100
Дискретность задания уставок по уровню срабатывания, %	0,1
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01
Минимальное время срабатывания при кратности несимметрии сети к уставке $K = 2$, мс	30
Коэффициент возврата пускового органа	0,95
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	$\pm(2 \div 10)$

4) Защита минимального тока (ЗМТ).

Алгоритм работы защиты минимального тока отображается функциональной схемой, приведенной на рисунке 5.1.5.

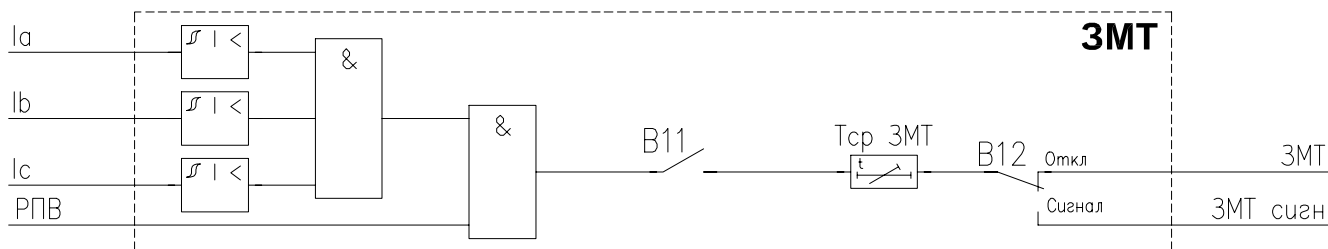


Рисунок 5.1.5 – Функциональная схема ЗМТ

Защита срабатывает при снижении токов фаз ниже заданной уставки. Защита блокируется при отсутствии сигнала «РПВ».

Ввод/вывод защиты, действие на отключение или на сигнал производится программными переключателями В11 и В12 соответственно.

Основные параметры и характеристики защиты приведены в таблице 5.1.4.

Таблица 5.1.4 – Технические характеристики ЗМТ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по току во вторичных величинах, А	0 – 200
Дискретность задания уставок по току, А	0,01
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300
Дискретность задания уставок по времени срабатывания, с	0,01
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока к уставке $K_I = 2$, мс	30
Коэффициент возврата пускового органа	1,05

5) Защита от пульсирующего тока (ЗПТ).

Защита применяется для диагностики агрегата «электродвигатель-механизм» в случае возникновения повышенного уровня пульсирующей с частотой вращения приводимого механизма нагрузки. Функциональная схема ЗПТ представлена на рисунке 5.1.6.

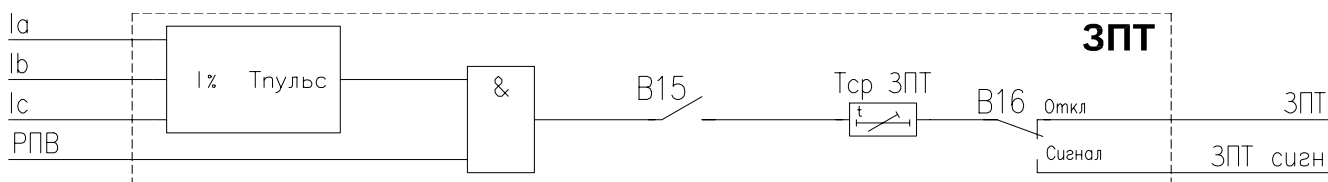


Рисунок 5.1.6 – Функциональная схема ЗПТ

Уровень пульсации выражается в процентах от номинальной или максимальной мощности нагрузки в зависимости от их соотношения и вычисляется по выражению 5.8 или 5.9:

$$P_{\text{пульс}} = \frac{P_{\text{макс}} - P_{\text{мин}}}{P_{\text{ном}}} \cdot 100\% \quad \text{при} \quad P_{\text{макс}} \leq P_{\text{ном}} \quad (5.8)$$

$$P_{\text{пульс}} = \frac{P_{\text{МАКС}} - P_{\text{МИН}}}{P_{\text{МАКС}}} \cdot 100\% \quad \text{при} \quad P_{\text{МАКС}} \geq P_{\text{НОМ}} \quad (5.9)$$

где $P_{\text{МАКС}}$ и $P_{\text{МИН}}$ – максимальное и минимальное значение мощности, измеренное за установленный период;

$P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность электродвигателя.

Изменение активной мощности контролируется в заданном уставкой интервале времени, превышающем период вращения приводимого электродвигателем механизма ($T_{\text{пульс}}$).

Для того чтобы защита не фиксировала резкие перепады мощности при включении и отключении выключателя, пусковой орган действует только при наличии сигнала «РПВ». Защита выполнена с независимой выдержкой времени $T_{\text{ср зпт}}$. Ввод/вывод защиты и перевод действия на отключение или на сигнал производится программными переключателями В15 и В16 соответственно. Основные параметры и характеристики защиты приведены в таблице 5.1.5.

Таблица 5.1.5 – Технические характеристики ЗПТ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок по уровню срабатывания, %	0 – 100
Дискретность задания уставок по уровню срабатывания, %	0,1
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300
Дискретность задания уставок по времени срабатывания, с	0,01
Диапазон уставок по периоду измерения уровня пульсаций, с	0,02 – 10
Дискретность задания уставок по периоду измерения уровня пульсаций, с	0,01
Время срабатывания минимальное, с	0,1
Коэффициент возврата пускового органа	0,95
Диапазон работы по частоте пульсации нагрузки, Гц	0,5 – 25

6) Логическая защита шин (ЛЗШ).

Для реализации логической защиты шин в устройстве предусмотрено три токовых пусковых органа, объединенных по схеме «ИЛИ». Пусковые органы позволяют контролировать токи в отходящих фидерах и действуют на выходное реле «Пуск МТЗ». Цепи выходных реле объединяются по схеме «ИЛИ» и блокируют действие ЛЗШ рабочего и резервного питания.

Диапазон регулирования токовой уставки во вторичных величинах от 0 до 200А с шагом 0,01. Коэффициент возврата – 0,95. На рисунке 5.1.7 приведена функциональная схема блокирующего пускового органа, вводимого в действие программным переключателем В10, для отходящих от секции шин присоединений.

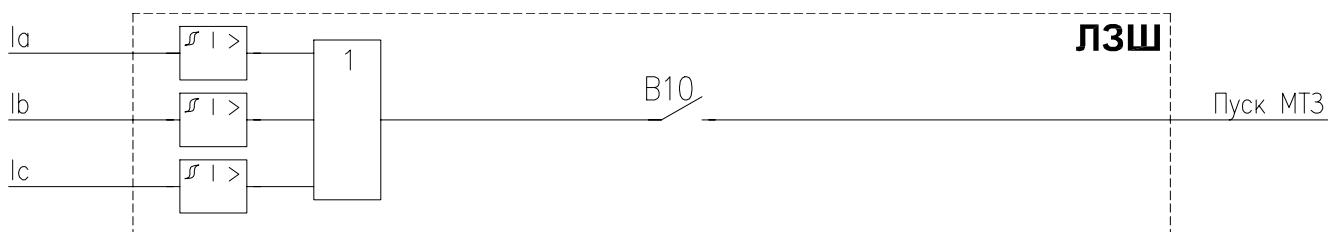


Рисунок 5.1.7 – Функциональная схема пускового органа ЛЗШ

7) Защита минимального напряжения (ЗМН).

Функциональная схема приведена на рисунке 5.1.8.

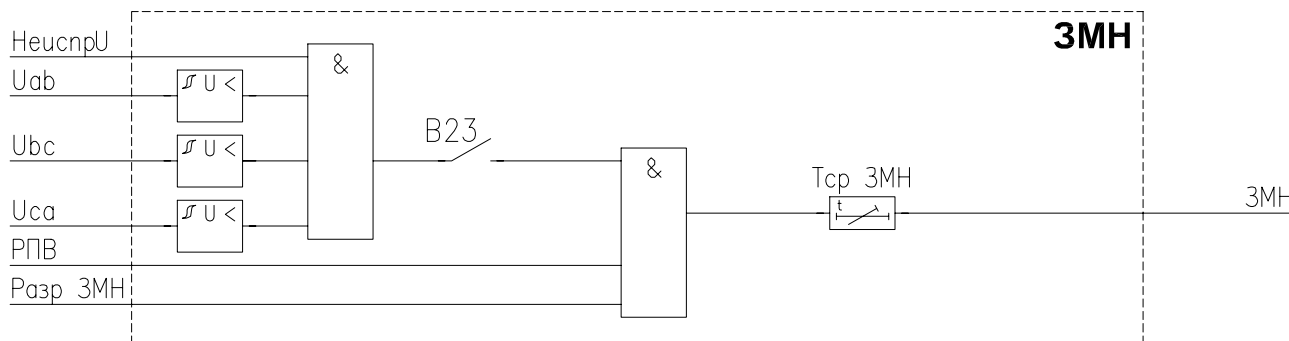


Рисунок 5.1.8 – Функциональная схема ЗМН

Пуск защиты осуществляется от пусковых органов минимального напряжения (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}), объединенных по схеме «И». Алгоритм защиты блокируется при неисправностях в цепях напряжения (отсутствие сигнала «Неиспр U»). Предусмотрена возможность оперативного ввода/вывода защиты от ключа управления (сигнал «Разр ЗМН»).

Уставки задаются во вторичных значениях напряжения. Диапазон задания уставок от 0 до 150В, дискретность задания – 0,1. Диапазон уставок по времени срабатывания $T_{CP \text{ ЗМН}}$ – от 0 до 300 секунд с шагом 0,01. Коэффициент возврата – 1,05.

Ввод/вывод защиты производится программным переключателем В23.

8) Защита от повышения напряжения (ЗПН).

Функциональная схема приведена на рисунке 5.1.9.

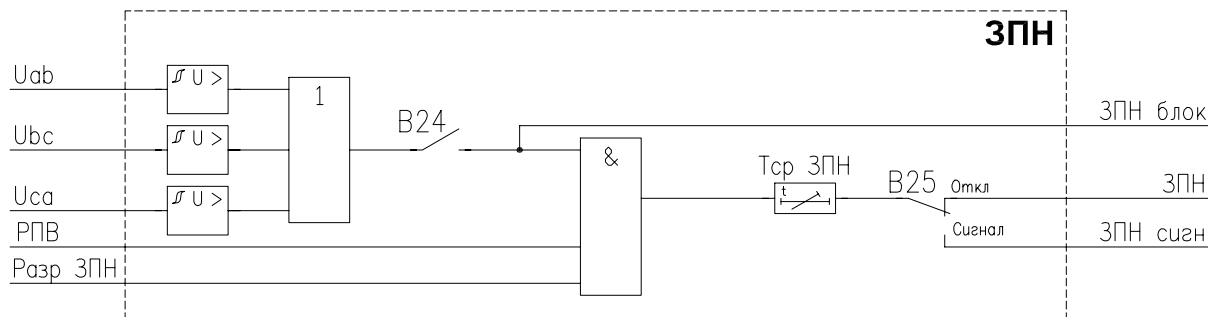


Рисунок 5.1.9 – Функциональная схема ЗПН

Пуск защиты осуществляется от пусковых органов максимального напряжения (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}), объединенных по схеме «ИЛИ». Защита блокируется при отсутствии сигнала «Разр ЗПН» от ключа управления оперативного ввода/вывода защиты.

Уставки задаются во вторичных значениях напряжения. Диапазон задания уставок от 0 до 150В, дискретность задания – 0,1. Диапазон уставок по времени срабатывания $T_{CP \text{ ЗПН}}$ – от 0 до 300 секунд с шагом 0,01. Коэффициент возврата – 0,95.

Ввод/вывод защиты, выбор действия на отключение или на сигнал производится программными переключателями В24 и В25 соответственно.

Сигнал «ЗПН блок» может быть сконфигурирован на выходное реле для блокировки включения выключателя присоединения.

5.1.2 Описание функций автоматики

1) Автоматическое повторное включение (АПВ).

Устройство позволяет автоматически включать выключатель присоединения после его отключения какой-либо из защит.

Алгоритм функционирования АПВ представлен на рисунке 5.1.10. Необходимым условием работы АПВ является наличие двух сигналов: разрешающего сигнала «Разр АПВ» от ключа управления и сигнала готовности автоматики «Готов АВТ», появляющегося через время $T_{\text{ГОТ АВТ}}$ после включения выключателя.

Пуск АПВ формируется по факту срабатывания защит, выбираемых программными переключателями В42-В47 (триггер переходит в сработавшее состояние). Включение выключателя по АПВ произойдет при наличии сигнала «РПО» и отсутствии внешнего дискретного сигнала «Блок ВКЛ» по истечении регулируемой выдержки времени $T_{\text{АПВ}}$.

Сброс триггера в цепи включения по АПВ происходит при появлении сигналов «ВКЛ по АПВ», «Квитирование» или «Неиспр».

Диапазон уставок $T_{\text{АПВ}}$ – от 0 до 300 секунд с шагом 0,01.

Сигнал «Неусп АПВ», при включенном программном переключателе В48, действует с выдержкой времени $T_{\text{СБР АПВ}}$ на сброс триггера. Триггер и элемент выдержки времени $T_{\text{СБР АПВ}}$ являются энергонезависимыми и продолжают функционировать при отсутствии оперативного питания. Диапазон уставок $T_{\text{СБР АПВ}}$ – от 0 до 300 секунд с шагом 0,01.

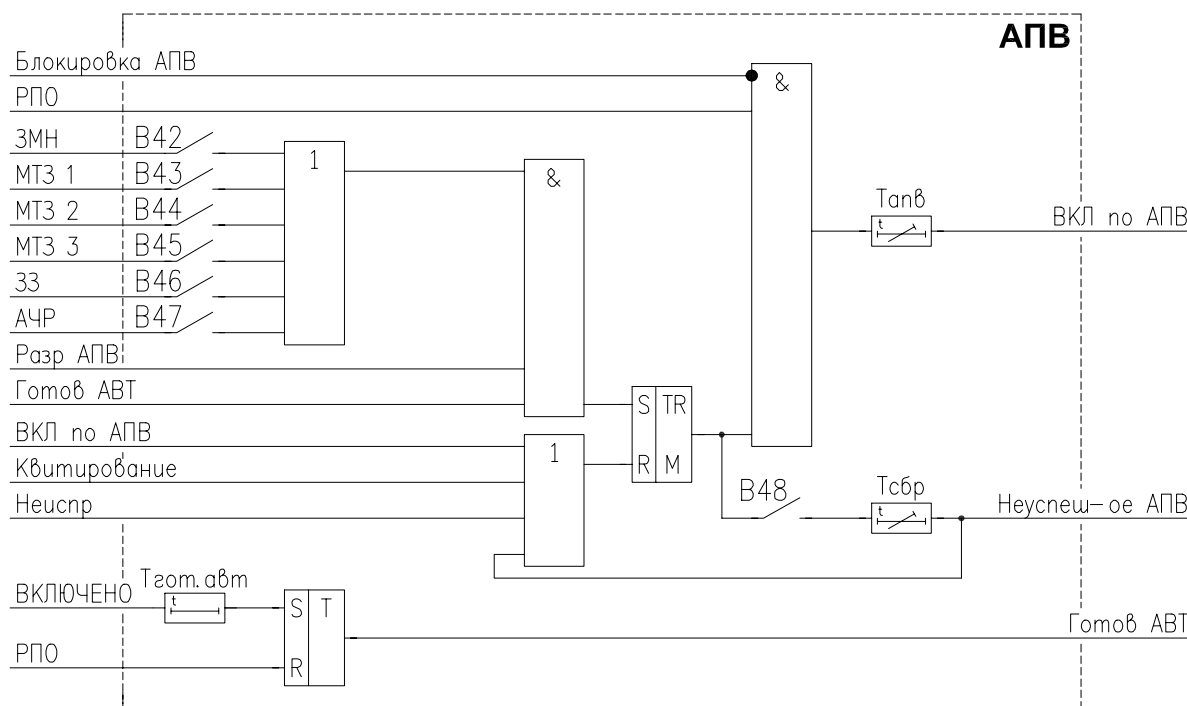


Рисунок 5.1.10 – Функциональная схема АПВ

2) Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Функциональная схема УРОВ приведена на рисунке 5.1.11. УРОВ формирует сигнал на отключение выключателя основного и резервного питания по факту отказа выключателя присоединения при срабатывании защит. В алгоритме пуска УРОВ некоторые защиты (МТЗ-1, МТЗ-2, УМТЗ) закреплены «жестко», необходимость ввода других сигналов и защит, предусмотренных переключателями В53-В110, определяется релейным персоналом.

Об отказе выключателя будут свидетельствовать отсутствие сигнала «РПО» при срабатывании защит и наличие тока через выключатель присоединения, превысившего выбранную уставку – сигнал «Пуск по I» предусматривается переключателем В51. Ввод/вывод УРОВ определяется программным переключателем В52. Параметры и характеристики УРОВ приведены в таблице 5.1.6.

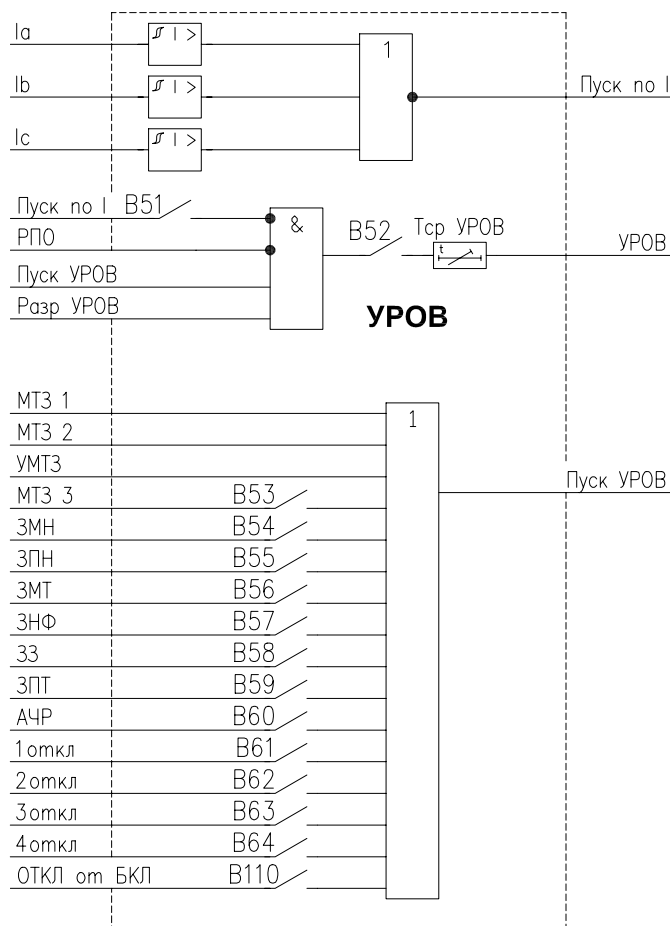


Рисунок 5.1.11 – Функциональная схема УРОВ

Таблица 5.1.6 – Технические характеристики УРОВ

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон уставок пускового органа тока во вторичных величинах, А	0 – 200
Дискретность задания уставок по току, А	0,01
Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0 – 300
Дискретность задания уставок по времени, с	0,01
Минимальное время срабатывания при кратности входного тока к уставке $K_I = 2$, мс	30
Коэффициент возврата пускового органа тока	0,95
Основная абсолютная погрешность по времени срабатывания, мс	$\pm(2 \div 10)$

3) Отключение от внешних защит.

Алгоритм данной функции представлен на рисунке 5.1.12. Ввод/вывод функций «Внешнее ОТКЛ 1», «Внешнее ОТКЛ 2», «Внешнее ОТКЛ 3», «Внешнее ОТКЛ 4» производится программными переключателями В34 – В37 соответственно. Сигналы конфигурируются на любой из физических дискретных входов и могут действовать на отключение/сигнал в зависимости от положения программных переключателей В38 – В41.

Диапазон регулирования выдержки времени для каждого из внешних отключений – от 0 до 300 секунд с шагом 0,01.

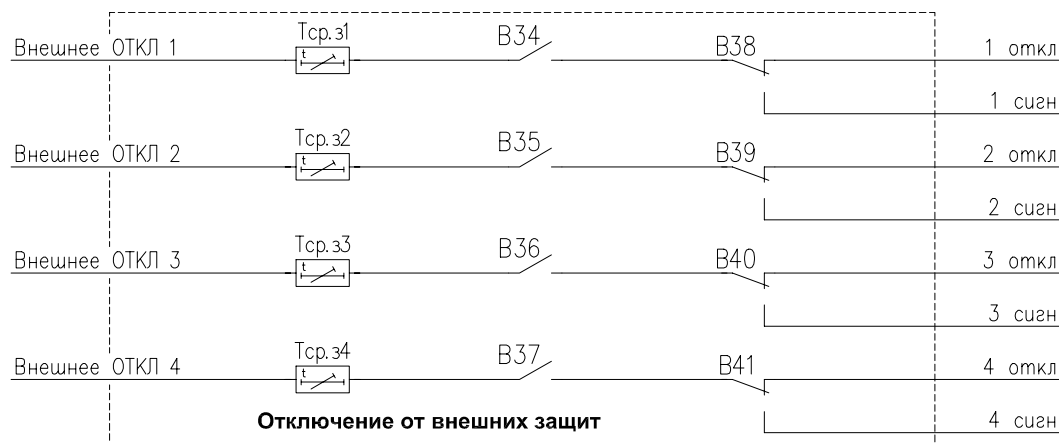


Рисунок 5.1.12 – Функциональная схема отключений от внешних защит

4) Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).

Алгоритм данной функции представлен на рисунке 5.1.13. Автоматика реагирует на снижение частоты ниже заданной уставки, диапазон изменения которой от 49,5 до 50Гц с шагом 0,1.

В устройстве предусмотрено две очереди АЧР. Первая очередь (АЧР1) предназначена для предотвращения снижения частоты, например в переходном процессе, ниже заданной уставки с минимальной выдержкой времени $T_{CP \text{ АЧР1}}$. Вторая очередь АЧР предназначена для восстановления частоты сети до безопасного уровня. Вторая ступень АЧР действует на отключение с выдержкой времени $T_{CP \text{ АЧР2}}$ и единой уставкой для всех очередей по частоте.

Обе категории АЧР блокируются при неисправности в цепях напряжения, отключенном выключателе присоединения и отсутствии сигнала «Разрешение АЧР».

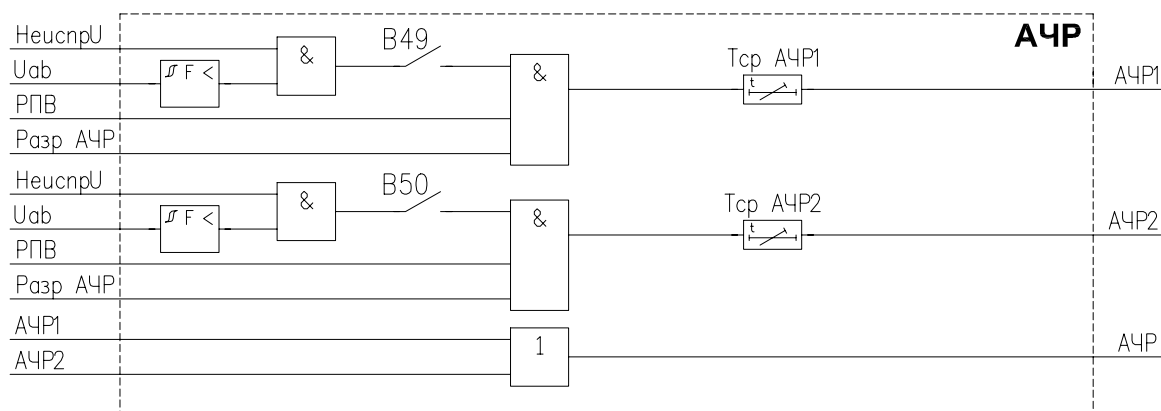


Рисунок 5.1.13 – Функциональная схема АЧР

Ввод/вывод АЧР1 и АЧР2 производится программными переключателями В49 и В50 соответственно. Выдержка времени для АЧР1 и АЧР2 выбирается диапазоне от 0 до 300 секунд с шагом 0,01. Возврат пускового органа произойдет при превышении уставки на 0,05Гц. В устройстве может быть реализована как одна очередь АЧР1/АЧР2, так и комбинированный пуск.

5) Частотное АПВ (ЧАПВ).

Схема ЧАПВ включена в схему простого АПВ и представлена на рисунке 5.1.10. Автоматика работает следующим образом. При срабатывании АЧР1/АЧР2 устанавливается триггер в цепи АПВ (переключатель В47 включен). Включение выключателя по ЧАПВ произойдет через установленное время срабатывания $T_{АПВ}$, когда исчезнет сигнал «Блокировка АПВ», вызванная заниженной частотой сети. За контроль напряжения сети отвечает алгоритм контроля напряжения на секции (сигнал «Усш»), который участвует в формировании блокировки ЧАПВ. Таким образом, пока частота сети не восстановится до заданного уставкой уровня, сигнал «Усш» будет блокировать ЧАПВ.

Формирование сигнала «Усш» представлено ниже на рисунке 5.1.14.

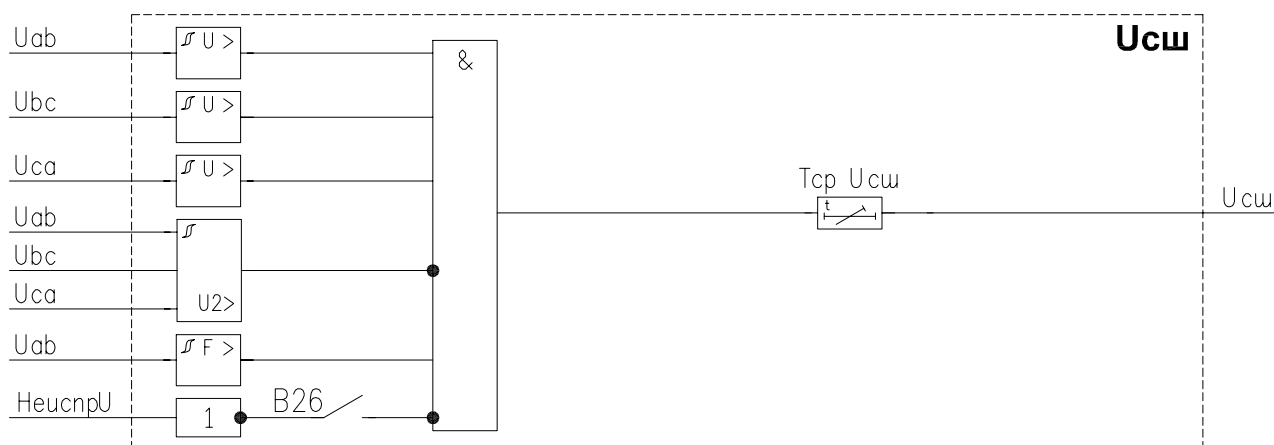


Рисунок 5.1.14 – Функциональная схема формирования $U_{сш}$

Сигнал контроля напряжения « $U_{сш}$ » будет сформирован, если на всех входах элемента «И» будут присутствовать логические «1». В формировании сигнала участвуют:

- орган контроля линейного напряжения U_{AB} , U_{BC} и U_{CA} , который блокирует формирование « $U_{сш}$ » при пониженном напряжении (диапазон регулирования напряжения срабатывания – от 0 до 150В с шагом 0,1, коэффициент возврата – 0,95);
- орган контроля напряжения обратной последовательности (диапазон регулирования по уровню срабатывания от 0 до 100% от номинального напряжения), который блокирует формирование « $U_{сш}$ » при превышении напряжения обратной последовательности заданной уставки;
- орган контроля частоты сети, формирующий логический «0» на своем выходе в случае снижения частоты ниже заданного уровня (диапазон регулирования от 0 до 50Гц).

ВНИМАНИЕ!!! В устройстве предусмотрен параметрический вывод пусковых органов из алгоритма формирования сигнала « $U_{сш}$ ». Пусковой орган контроля линейного напряжения выводится при уставке 0В, пусковой орган контроля напряжения обратной последовательности – при уставке 100%, пусковой орган контроля частоты – при уставке 45Гц.

В алгоритме также предусмотрена блокировка при неисправностях в цепях напряжения (сигнал «Неиспр U»), ввод/вывод которой производится переключателем В26.

5.1.3 Описание функций управления

Функциональная схема логики управления выключателем представлена на рисунке 5.1.15.

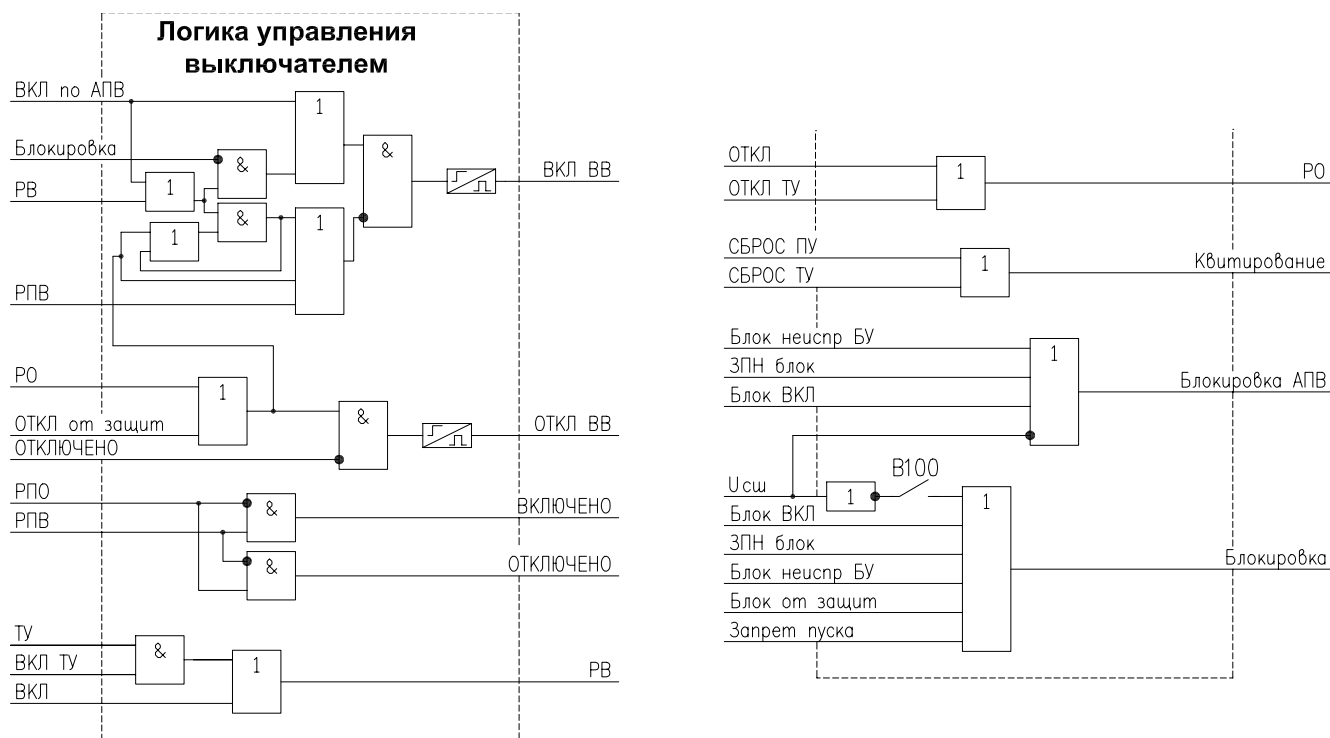


Рисунок 5.1.15 – Функциональная схема логики управления выключателем ОТ

1) Блокировка включения выключателя.

Сигнал «Блокировка» используется в алгоритмах формирования команды на включение выключателя «ВКЛ ВВ». Сигнал «Блокировка» формируется при появлении внешней блокировки (сигнал «Блок ВКЛ»), формировании сигнала «Блок от защит», повышенном тепловом импульсе электродвигателя (сигнал «Запрет пуска») и наличии сигнала неисправности блока управления «Неискр БУ».

2) Определение положения выключателя.

Положение выключателя отображается сигналами «ВКЛЮЧЕНО» и «ОТКЛЮЧЕНО», которые формируются по дискретным сигналам «РПО» и «РПВ». Включенному положению ВВ соответствует комбинация: «РПО» – логический «0», «РПВ» – логическая «1». Отключенному положению: «РПО» – логическая «1», «РПВ» – логический «0».

Если сигналы «РПО» и «РПВ» совпадают, то устройство с выдержкой времени $T_{НЦУ}$ фиксирует ошибку – «Несоответствие цепей управления».

3) Ручное управление выключателем.

Ручным включением (сигнал «РВ») или отключением (сигнал «РО») считается включение или отключение выключателя от ключа управления (сигналы «ВКЛ» или «ОТКЛ») или от сигналов телеуправления системы телемеханики (сигналы «ТУ» – дискретный сигнал от ключа управления, разрешающий дистанционное управление выключателем и «ВКЛ ТУ» или «ОТКЛ ТУ» – сигнал на включение или отключение выключателя соответственно).

4) Квитирование.

Квитирование может производиться вручную кнопкой «Сброс» на ПУ (сигнал «Сброс ПУ») и командой квитирования системы АСУ ТП (сигнал «Сброс ТУ»).

5) Отключение выключателя.

Сигнал «ОТКЛ ВВ» формируется при срабатывании триггера в случае ручного отключения выключателя от ключа управления (сигнал «РО») или от защит (сигнал «ОТКЛ от защит»). Как только силовые контакты выключателя разомкнутся (появляется сигнал «ОТКЛЮЧЕНО»), дальнейшие команды на отключение блокируются.

6) Включение выключателя.

Включение выключателя происходит либо в цикле АПВ («ВКЛ по АПВ»), либо вручную («РВ»). Предусмотрена блокировка ручного включения.

Сигнал «ВКЛ ВВ» конфигурируется на одно из выходных реле устройства. Конфигурация может производиться через ПУ в разделе меню «Уставки сервисные» или через терминал во вкладке «Настройка входов/выходов».

Для предотвращения многократных включений выключателя на устойчивое короткое замыкание предусмотрен логический элемент «И» в цепи на включение, на который поступают сигналы «РВ», «РО» и «ОТКЛ от защит». При ручном включении в условиях отсутствия блокировки сигнал «РВ» поступает на первый вход элемента «И» и появляется сигнал «ВКЛ ВВ». Если включение произошло на КЗ, сигнал «ОТКЛ ВВ» будет сформирован при отключении выключателя от защит («ОТКЛ от защит») и подан на второй вход элемента «И», тем самым снимая сигнал в цепи включения выключателя. Сформированный сигнал по обратной связи становится на самоподхват и будет существовать до тех пор, пока не исчезнет сигнал «РВ». Таким образом обеспечивается однократность включения выключателя на установившееся КЗ при одновременном наличии сигналов «РВ» и «ОТКЛ ВВ». Аналогичным образом будет осуществляться блокировка многократного включения выключателя на устойчивое КЗ при «залипании» внутреннего сигнала «ВКЛ по АПВ».

5.1.4 Описание логики диагностики выключателя

Функциональная схема логики диагностики выключателя представлена на рисунке 5.1.16.

1) Несоответствие цепей управления.

Несоответствие цепей управления устройство фиксирует в случае совпадения сигналов «РПО» и «РПВ» по истечении выдержки времени $T_{\text{нцп}}$.

2) Отказ выключателя.

В случае отсутствия сигнала РПВ после выдачи команды на включение (сигнал «ВКЛ ВВ») или сигнала РПО после выдачи команды на отключение (сигнал «ОТКЛ ВВ») более 1 секунды устройство сформирует сигнал «Отказ ВВ», который свидетельствует об отказе выполнения выключателем соответствующей команды. Появление данного сигнала приводит к снятию сигнала «Готов БУ» и блокировки включения ВВ.

Сигнал «Отказ ВВ» можно снять кнопкой «Сброс» на ПУ.

3) Самопроизвольное отключение выключателя.

Самопроизвольным отключением ВВ (сигнал «Самопр ОТКЛ») считается отключение выключателя «в обход» устройству. Сработанный триггер в логической цепочке «Самопр ОТКЛ» свидетельствует о включенном положении ВВ. Выход триггера связан с первым входом элемента «И» и подает на него сигнал «1». Если на втором входе элемента «И» появится логиче-

ская «1» (сигнал «ОТКЛЮЧЕНО») и при этом триггер не сбросится, то с выдержкой 0,5с устройство сформирует сигнал «Самопр ОТКЛ».

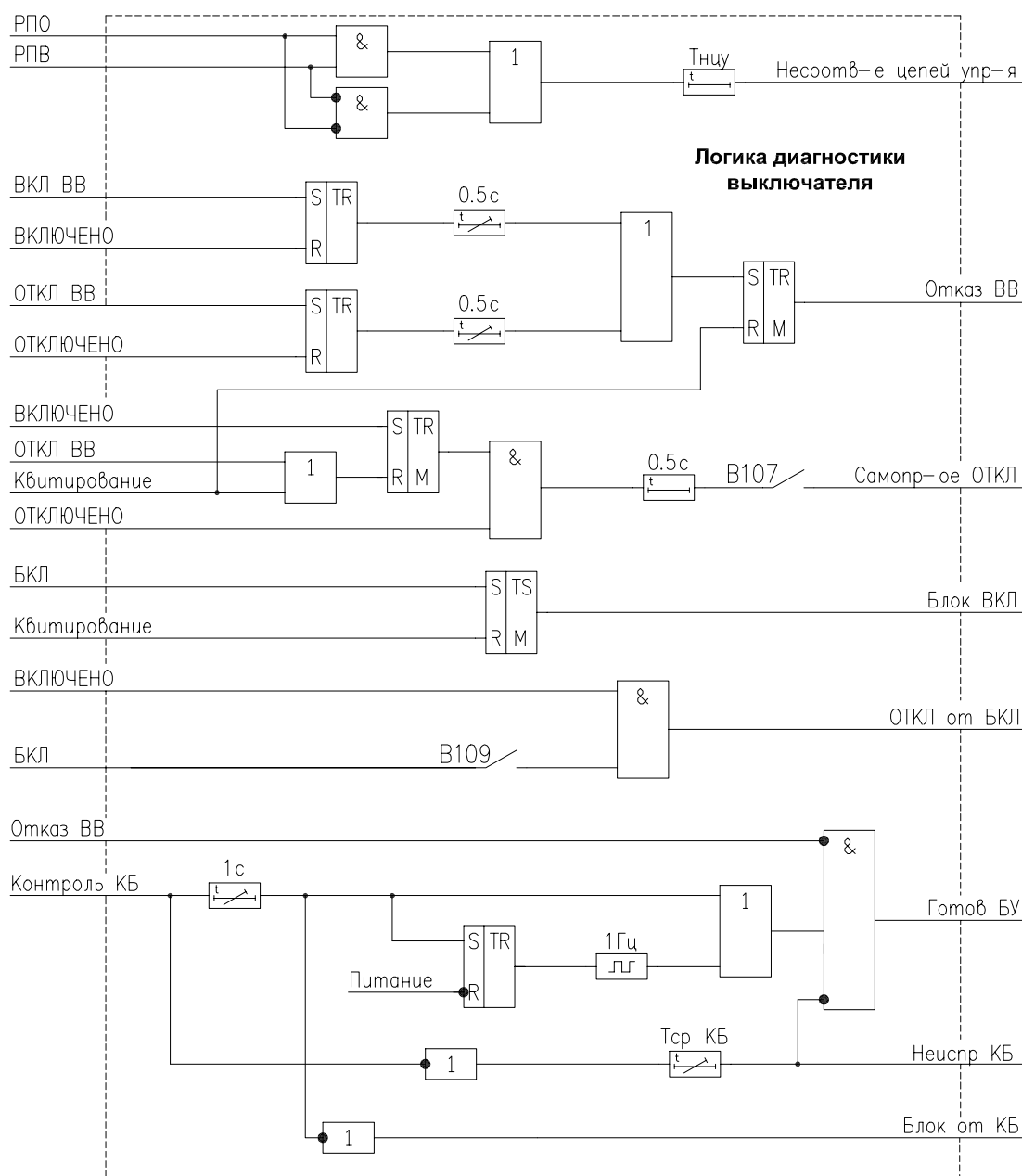


Рисунок 5.1.16 – Функциональная схема логики диагностики выключателя

4) Внешняя блокировка ВВ (сигнал БКЛ).

При наличии сигнала внешней блокировки (сигнал «БКЛ») устройство блокирует команды на включение выключателя. При включенном ключе В109 появление сигнала «БКЛ» будет приводить к отключению и последующей блокировке ВВ.

5) Контроль КБ и сигнал «Готов БУ».

Сигнал «Контроль КБ» является контрольным сигналом от батареи конденсаторов: «0» - батарея разряжена, «1» - батарея заряжена и готова к работе. При включении устройства сигнал «Готов БУ» появляется с приходом данного сигнала. При выполнении коммутации происходит разряд КБ при этом «Готов БУ» не пропадает, а мигает с частотой 1с. Во время заряда КБ бло-

кируется команда включения. Команда отключения не блокируется даже при сниженном заряде батареи.

Если через выдержку времени «Тср КБ» сигнал «Контроль КБ» не появился (батарея не зарядилась), то выдается сигнал «Неиспр КБ».

5.1.5 Описание алгоритмов сигнализации

Формирование управляющих сигналов «ОТКЛ от защит», «Блок от защит», «Авария», «Неиспр» и «Вызов» можно проследить по функциональным схемам, представленным на рисунках 5.1.17, 5.1.18.

Одна группа сигналов срабатывания защит действуют через размыкающие контакты программных переключателей В68 – В104. Кроме действия на отключение эти сигналы устанавливают логическую «1» на выходе триггера, формируя сигнал «Авария 1». По сигналу «Авария 1» производится блокирование включения выключателя сигналом «Блок от защит». Сброс триггера производится командой «Квитирование».

Во вторую группу входят сигналы от тех же защит, коммутируемых теми же программными переключателями В68 – В104 с замыкающими контактами. Этими сигналами формируется сигнал «ОТКЛ от защит 2» и устанавливается триггер «Авария 2», сброс которого также производится командой «Квитирование». Сигналом «ОТКЛ от защит 2» производится блокирование включения выключателя, если после отключения выключателя защитой этот сигнал не снялся.

Аналогичным образом формируются сигналы неисправности (сигналы «Неиспр 1» и «Неиспр 2»). В первую группу объединены сигналы, коммутируемые размыкающими контактами программных переключателей В81 – В111. Сигналы первой группы устанавливают в сработанное положение триггер «Неиспр 1», сброс которого производится командой «Квитирование».

Во вторую группу объединены те же сигналы, коммутируемые теми же программными переключателями с замыкающими контактами, которыми управляется триггер с выходным сигналом «Неиспр 2».

Сигнал «Неиспр 1» и сигнал с выхода элемента «ИЛИ» второй группы формируют сигнал «Неиспр 3», которым блокируется включение выключателя. Таким образом, если при срабатывании какой-либо из перечисленных защит и устранении причины, вызвавшей срабатывание защиты, не требуется квитирования, то эта защита соответствующим программным переключателем включается во вторую группу.

ВНИМАНИЕ!!! Ручное включение выключателя (РВ) блокируется при наличии сигналов «Авария 1» и «Неиспр 1» до момента квитирования. Сигналы «Авария 2» и «Неиспр 2» не вызывают блокирования ручного включения выключателя (РВ).

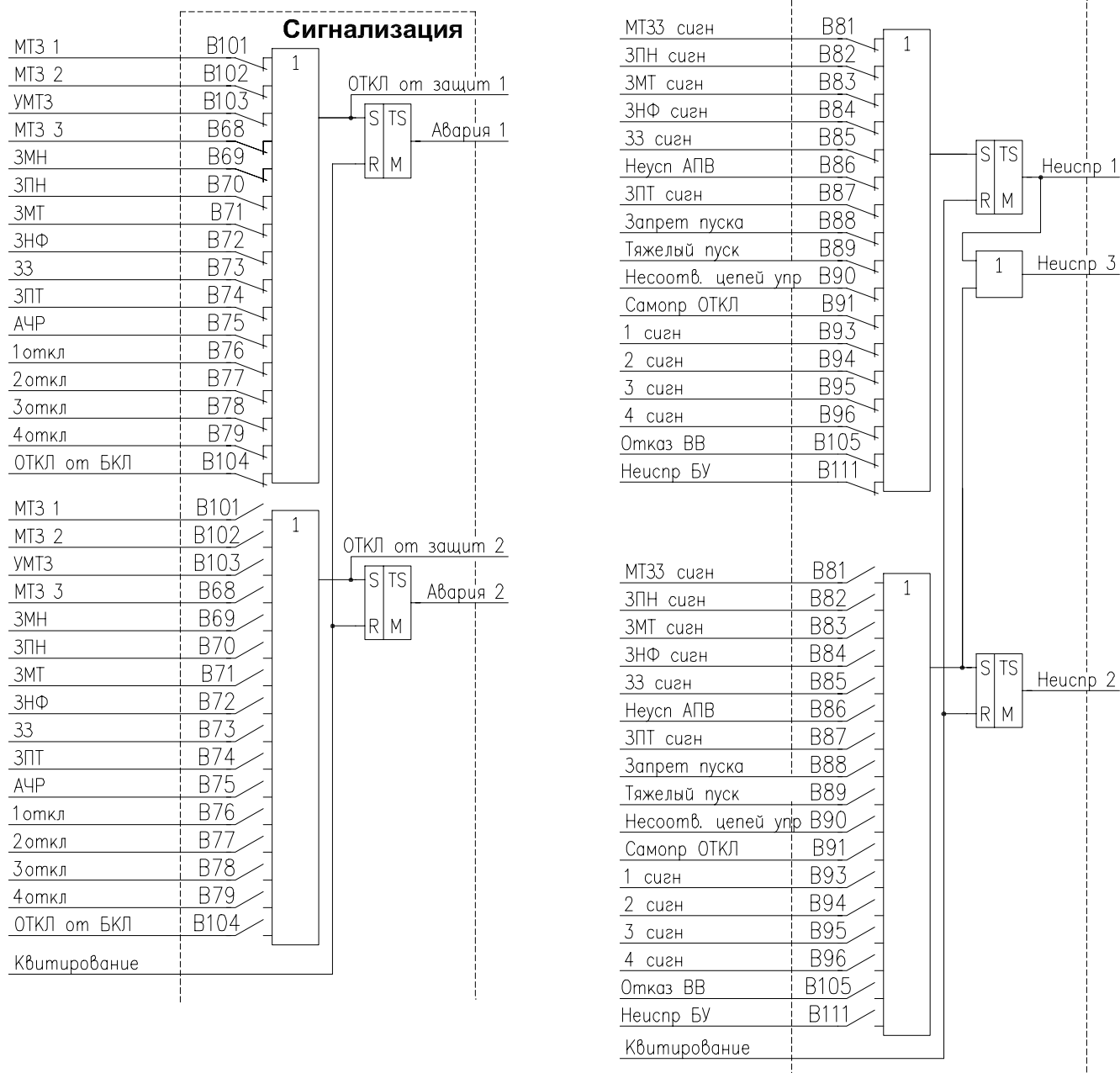


Рисунок 5.1.17 – Функциональная схема формирования сигналов «Авария 1», «Авария 2», «Неиспр 1» и «Неиспр 2» МПЗ-ОТ

На рисунке 5.1.18 представлена функциональная схема формирования сигналов управления выходными и сигнальными реле.

Сигналы «ОТКЛ от защит 1» и «ОТКЛ от защит 2» по схеме «ИЛИ» формируют сигнал «ОТКЛ от защит», поступающий в схему управления выключателем.

Сигналами «ОТКЛ от защит 2», «Неиспр 3» и «Авария 1» по схеме «ИЛИ» формируется блокирующий сигнал «Блок от защит». Сигналы «Неиспр 1» и «Неиспр 2» объединяются в сигнал «Неиспр», «Авария 1» и «Авария 2» - в сигнал «Авария» и формируют сигнал «Вызов».

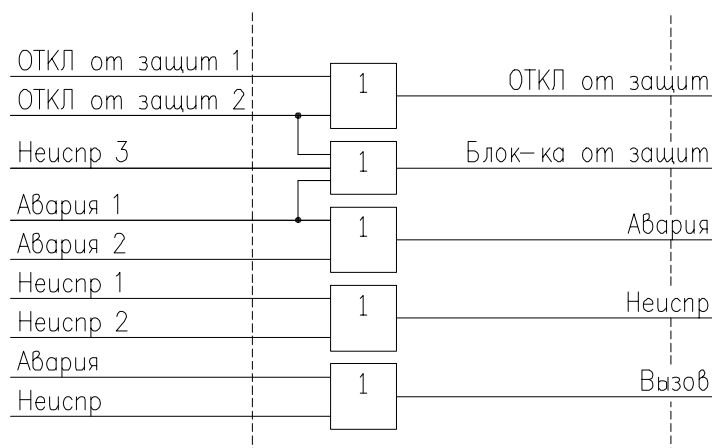


Рисунок 5.1.18 – Функциональная схема формирования сигналов управления выходными и сигнальными реле

5.1.6 Описание логики свободно программируемых реле

Устройство позволяет гибко настраивать выходные реле через ПУ и терминал. Функциональная схема программирования представлена на рисунке 5.1.19.

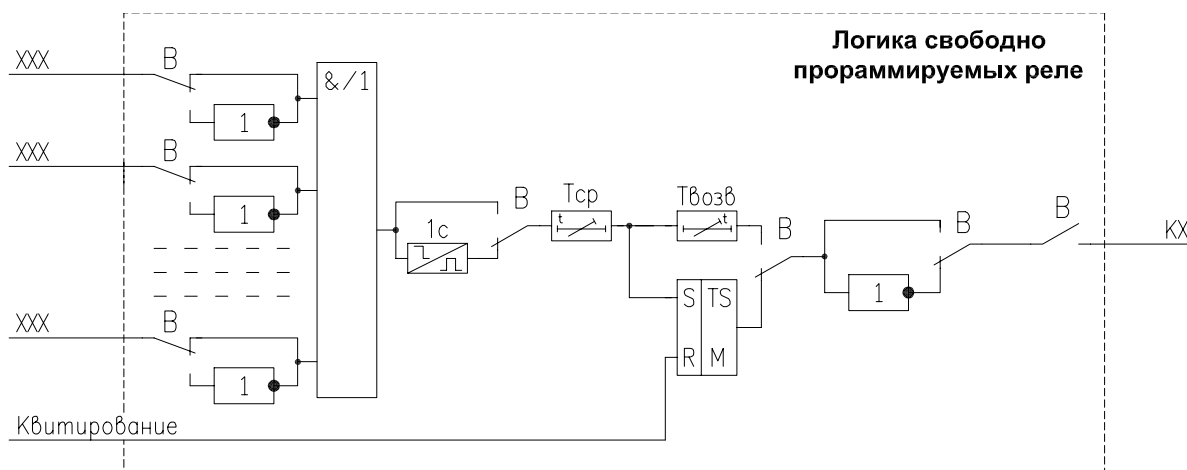


Рисунок 5.1.19 – Функциональная схема логики свободно программируемых реле

Алгоритмом предусмотрено:

- выбор любого бита с инверсией или без инверсии;
- выбор объединяющего элемента – «И»/«ИЛИ»;
- задание времени срабатывания $T_{ср}$;
- выбор возврата реле – через квитирование или через регулируемое время возврата $T_{возв}$;
- возможность задания инверсии выхода.

Устройство блокирует алгоритм настройки того выходного реле, которое было выбрано как реле включения. Данная настройка задается через ПУ в меню «Уставки сервисные» или через терминал во вкладке «Настройка входов/выходов».

Биты, которые можно запрограммировать на выходное реле, представлены в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

5.1.7 Описание функций диагностики электродвигателей

- 1) Определение пускового тока и времени пуска электродвигателя.

Моментом начала пуска электродвигателя считается момент превышения эквивалентного тока заданной уставки МТЗ-3. Моментом окончания – момент снижения ниже заданной уставки МТЗ-3. Данный промежуток времени является временем пуска электродвигателя, а максимальный ток за это время – пусковым током электродвигателя.

- 2) Выявление повышенной пульсирующей нагрузки электродвигателя.

Выявлять и предотвращать режим повышенной пульсирующей нагрузки электродвигателя позволяет ЗПТ, принцип действия которой описан в п. 5.1.1.

- 3) Формирование сигнала «Тяжелый пуск».

Устройство осуществляет контроль условий пуска электродвигателя. В случае возникновения такого режима работы электродвигателя, который отличается от нормального, формируется сигнал «Тяжелый пуск», который по желанию можно конфигурировать на выходное реле устройства.

Описание принципа формирования сигнала «Тяжелый пуск» представлено в п. 5.1.1.

- 4) Запрет пуска электродвигателя.

Устройство блокирует включение выключателя отходящего присоединения, питающего электродвигатель, если его тепловое состояние на момент пуска не позволяет произвести пуск из горячего состояния без недопустимой его перегрузки – то есть вызовет неизбежное срабатывание защиты.

Описание принципа формирования сигнала «Запрет пуска» представлено в п. 5.1.1.

- 5) Отображение времени до отключения по интегральной характеристике.

Расчет времени производится по формуле (5.3) при превышении тока заданной уставки МТЗ-3.

- 6) Отображение времени до снятия блокировки включения двигателя.

После отключения электродвигателя защитой от перегрузки устройство производит расчет времени до снятия блокировки на включение электродвигателя. Моментом снятия блокировки считается достижение такого теплового состояния электродвигателя, при котором текущий тепловой импульс (B_t) будет меньше $(100 - B_{t_контр})$.

5.1.8 Описание функций измерения и регистрации

- 1) Измеряемые и вычисляемые параметры сети.

Устройство имеет 6 аналоговых входов для измерения токов и напряжений, из них два входа используются для измерения фазных токов I_A , I_C , один вход – для измерения $3I_0$ и 3 входа для измерения фазных напряжений.

Данные о диапазонах и о точности измерения параметров сети представлены в таблице 4.1.

Для измерения токов фаз I_A , I_C в устройстве предусмотрено по два канала измерения на каждую фазу: точный и грубый. При корректной настройке коэффициентов приведения ($K_{ГР}$) точный и грубый каналы измерения обеспечивают заданную точность измерения в диапазонах до $5I_{НОМ}$ и до $40I_{НОМ}$ соответственно, где $I_{НОМ}$ – номинальный первичный ток присоединения. В зависимости от того, в каком диапазоне находится ток нагрузки, с учетом точности измерения устройство отображает результат соответствующего канала измерения.

Для измерения тока $3I_0$ также предусмотрено два канала: точный и грубый. Диапазоны работы каналов соответствуют каналам токов фаз.

Для измерения напряжения по каждой фазе предусмотрен один канал. При этом обеспечивается заданная точность измерения напряжения на всем диапазоне.

Измерение частоты сети осуществляется через цифровые каналы измерения. Для повышения уровня надежности измерения предусмотрено два независимых канала измерения.

Настройка осуществляется пользователем с высшим уровнем доступа в разделе «Настройка блока» ПУ или во вкладке «Уставки» терминала. Устройство отображает следующие параметры сети и параметры нагрузки:

- фазные токи;
- фазные и линейные напряжения;
- симметричные составляющие токов и напряжений;
- частоту сети;
- несимметрию по току/напряжению в процентах от максимального значения тока/напряжения;
- углы между векторами токов и напряжений;
- уровень пульсирующей нагрузки в процентах от номинальной/максимальной мощности;
- тепловой импульс;
- пусковой ток и время пуска для электродвигателя;
- кратность тока при пуске в процентах от номинального тока двигателя;
- полную, активную и реактивную мощность нагрузки;
- коэффициент активной мощности и потребление электроэнергии.

5.1.9 Счетчики

В устройстве предусмотрен счетчик текущих параметров, отображающий:

- общее время работы объекта;
- количество включений коммутационного аппарата;
- количество аварийных отключений коммутационного аппарата;
- количество включений и аварийных отключений за текущие сутки;
- длительность работы устройства с момента подачи питания;
- длительность работы устройства при наличии/отсутствии оперативного тока;
- общее потребление электроэнергии, в том числе, за предыдущий час и сутки.

Кроме того, устройство оснащено счетчиком срабатывания на сигнал/отключение защит и устройств автоматики.

В устройстве предусмотрена возможность обнуления каждого счетчика. Для счетчика защит предусмотрена функция фиксации даты и времени последней очистки.

Для очистки счетчиков необходимо иметь соответствующий для этого уровень доступа, который определяется паролем (подробно в п. 5.1.12).

5.1.10 Регистратор событий

Для фиксации данных, используемых при анализе аварий и неисправностей в сети, в устройстве предусмотрен регистратор событий. В зависимости от произошедшего события регистратор формирует соответствующий протокол:

- протокол защит (срабатывание защит);
- протокол событий (штатные действия);
- протокол изменения уставок;
- суточный протокол.



Скачивание протоколов производится с помощью кнопки «Скачать все» в соответствующей области терминала. На время скачивания папки протокола возможность скачивания другой блокируется.

Выбор номера протокола и просмотр всех зафиксированных параметров производится с помощью ПУ в меню «Журнал событий» или через терминал во вкладке «Протоколы защит» и вкладке «Протоколы, осциллограммы».

Устройство позволяет сохранять до 128 протоколов каждого вида. При заполнении памяти устройство производит запись нового события на место самого раннего.

1) Протоколы защит (срабатывание защит).

Протокол защит формируется в момент фиксации устройством аварийного признака. В устройстве предусмотрено шесть групп аварийных признаков (ПРИЛОЖЕНИЕ Е). Список аварийных признаков меняется в зависимости от сервисной уставки по типу присоединения.

В протоколе отображаются все текущие параметры сети, состояние всех регистров защиты и дискретных входов/выходов с фиксацией даты и времени на момент аварийного признака.

2) Протоколы событий (Штатные действия).

В протоколе отображаются события с фиксацией способа изменения (например, квитирование через ТУ или очистка счетчика моточасов через ПУ), пароля доступа, даты и времени. Список событий меняется в зависимости от сервисной уставки по типу присоединения и представлен в ПРИЛОЖЕНИИ Ж.

3) Протоколы изменения уставок.

Устройство формирует протокол при изменении любых настроек блока и уставок защит. При этом отображается старое и новое значение уставки, дата и время изменения, способ изменения уставки или настройки (ТУ или ПУ), пароль доступа.

4) Суточные протоколы.

Протокол формируется через каждые 24 часа с 00:00:00 до 23:59:59. При этом указывается дата и время начального и конечного момента суточного протокола, с целью фиксации статистики перебоев питания за сутки. То есть, если суточный протокол зафиксирован с 00:00:00 по 09:12:35, то остальное время устройство находилось без питания.

В суточных протоколах отображается потребление электроэнергии, длительность наличия питания блока, количество включений и аварийных отключений коммутационного аппарата, длительность включенного состояния выключателя.

5.1.11 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

Устройство позволяет передавать текущие параметры сети, дискретные сигналы, протоколы данных, осциллограммы, информацию о состоянии блока и управлять коммутационным аппаратом по последовательному каналу АСУ ТП.

Возможность настраивать адрес устройства и скорость передачи информации в сети ModBUS реализована в разделе «Уставки сервисные» и через терминал во вкладке «Уставки».

Диапазон регулирования уставок адреса устройства в сети ModBUS от 1 до 246 с шагом 1. Уставки по скорости в сети ModBUS [бод]: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600.

Таблица адресов данных для опроса в АСУ ТП приведена в «Карте памяти МПЗ», которая предоставляется компанией-производителем отдельно по запросу заказчика.

5.1.12 Другие функции

1) Функция автоматической коррекции часов.

Принцип функции заключается в автоматическом подборе коэффициента коррекции часов. При наладке через ПК или ПУ в устройстве выставляется время, которое принимается за эталонное. После установки времени вводится функция коррекции часов. В объеме первого профилактического контроля (или другого контакта с устройством) в устройстве повторно устанавливается время, и если обнаруживается разница между эталонным и вторично заданным временем, то происходит расчет коэффициента коррекции часов, который в дальнейшем компенсирует временное отличие. После расчета коэффициента коррекции часов функция автоматически выводится. При необходимости данная опция может быть введена повторно.

В случае отключенной функции автоматической коррекции часов коэффициент коррекции задается уставкой. Доступны уставки от 0 до 63 с шагом 1. Уставке 32 соответствует номинальный ход внутренних часов, уставке более 32 – увеличение скорости внутренних часов, менее 32 – уменьшение скорости.

Включение/отключение функции автоматической коррекции часов, задание ставки коэффициента коррекции производится с помощью ПУ в меню «Уставки сервисные» или через терминал во вкладке «Уставки».

2) Уровни доступа (УД).

В устройстве предусмотрено три уровня доступа: УД1 - низший, УД2 - средний, УД3 - высший, в зависимости от введенного пароля определяется уровень доступа оператора.

Первый уровень доступа активизируется шестью паролями, второй – пятью паролями, третий уровень доступа активизируется только сервисным паролем. Задание и изменение паролей для активации УД1 и УД2 может быть осуществлено только на третьем уровне доступа.

Информация об измеряемых параметрах и установленных настройках является открытой, ее просмотр осуществляется без ввода паролей.

Если настройка производится через ПУ, то пароль вводится один раз в каждом разделе основного меню при изменении какого-либо параметра данного раздела.

Если настройка производится через терминал, то пароль необходимо ввести один раз, предварительно нажав клавишу «Установить доступ» в верхнем рабочем поле ПО. Устройство автоматически запрещает доступ, если простой программы без работы с ней составляет более двух минут.

Возможности оператора с первым уровнем доступа минимальны:

- задание и изменение уставок защит;
- очистка протоколов защит, событий, изменения уставок, суточных протоколов;
- установка и изменение даты и времени.

Для оператора с УД2 кроме возможностей, представленных выше, доступно:

- изменение сервисных уставок;
- изменение номинальных первичных токов присоединения для первой и второй групп уставок $I_{НОМ1}$ и $I_{НОМ2}$, максимального значения тока нулевой последовательности $3I_{0МАХ}$ коэффициентов трансформации трансформаторов тока, трансформаторов тока нулевой последовательности, коэффициентов приведения;
- настройка дискретных входов и выходных реле;
- изменение параметров в алгоритме логики диагностики выключателя;
- настройка сигналов «Авария 1», «Авария 2», «Неиспр 1», «Неиспр 2».

На данном третьем уровне (УД3) доступа возможно изменение абсолютно всех параметров и настроек устройства, которые определяются пользователем.

3) Функция самодиагностики.

В процессе работы устройство постоянно выполняет внутреннюю самодиагностику с целью преждевременного выявления ошибок в аппаратной или программной части. В случае выявления внутренней ошибки или неисправности на ПУ включается светодиод «Неиспр». В зависимости от внутренней неисправности могут блокироваться алгоритмы устройства и выходные реле.

Внутренняя ошибка отображается в статусе блока, просмотр которого осуществляется в разделе «Текущие параметры – Статус» ПУ или во вкладке «Текущие параметры» терминала.

Кроме внутренних ошибок в статусе МПЗ отображаются информационные биты данных (т.е. несущие только информационную нагрузку), не вызывающие срабатывание светодиода «Неиспр» на ПУ и фиксирующие такую информацию как, например, стирание флэш-памяти и т.д.

Список статуса блока с расшифровкой битов, последствиями для работы устройства и порядком действий при появлении неисправностей приведен в таблице 1.5.7.

Таблица 5.1.7 – Статусные биты блока МПЗ

№	Наименование	Расшифровка	Последствия	Порядок действий при появлении неисправностей
1	Неисправность RTC	Аппаратная неисправность часов реального времени	Прекращена работа часов. Невозможно скачивание протоколов	Сообщить компании-производителю. Замена или ремонт устройства
2	Ошибка CRC3 UZO	Ошибка контрольной суммы основного блока уставок	Блокировка работы всех алгоритмов. Возврат всех реле и последующая их блокировка до устранения неисправности	Перезадать сервисные уставки и уставки защит
3	Ошибка CRC4 UZD	Ошибка контрольной суммы дополнительного блока уставок	Блокировка работы дискретных входов. Возврат всех реле и последующая их блокировка до устранения неисправности	Перенастроить каналы измерения, дискретные входы и выходные реле
4	Ошибка CRC5 счетчиков	Ошибка контрольной суммы счетчиков срабатывания защит	Не влияет на работу устройства	Очистить счетчики защит во вкладке «Протоколы защит» терминала или в разделе «Счетчики защит» ПУ
5	Ошибка даты/времени	Ошибка формата даты и времени	Неверное отображение даты и времени. Фиксация всех событий с ошибочной датой и временем	Задать дату и время
6	Неисправность АЦП (*)	Аппаратная неисправность каналов измерения устройства	Блокировка алгоритмов, опирающихся на данные поврежденного канала измерения	Сообщить компании-производителю для замены или ремонта устройства

№	Наименование	Расшифровка	Последствия	Порядок действий при появлении неисправностей
7	Ошибка CRC заводских настроек	Сбой заводских настроек каналов измерения	Каналы измерения могут работать неверно	Сообщить компании-производителю для замены или ремонта устройства
8	Ошибка CRC уставок реле	Сбой заводских настроек выходных реле устройства	Выходные реле могут работать неверно	Сообщить компании-производителю для замены или ремонта устройства

Примечание: (*) – неисправность АЦП отображает неисправность любого из каналов измерения устройства. Для выявления неисправного канала необходимо посмотреть состояние «Статуса АЦП» в разделе «Текущие параметры» ПУ или во вкладке «Текущие параметры» терминала.

В таблице 1.5.8 отображены биты неисправностей «Статуса АЦП».

Таблица 1.5.8 – Статусные биты неисправности АЦП

№ пп	Наименование	Расшифровка
1	Неиспр. «I _A точный»	Неисправность точного канала измерения тока I _A
2	Неиспр. «I _C точный»	Неисправность точного канала измерения тока I _C
3	Неиспр. «3I ₀ точный»	Неисправность точного канала измерения тока 3I ₀
4	Неиспр. «I _A грубый»	Неисправность грубого канала измерения тока I _A
5	Неиспр. «I _C грубый»	Неисправность грубого канала измерения тока I _C
6	Неиспр. «3I ₀ грубый»	Неисправность грубого канала измерения тока 3I ₀
7	Неиспр. «U _{AB} »	Неисправность канала измерения напряжения U _{AB}
8	Неиспр. «U _{BC} »	Неисправность канала измерения напряжения U _{BC}
9	Неиспр. «3U ₀ »	Неисправность канала измерения напряжения 3U ₀

5.2 Функции вводного выключателя (ВВ)

5.2.1 Описание функций защит

1) Максимальная токовая защита (МТЗ).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания представлены в описании МТЗ для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.1). Функциональная схема МТЗ представлена на рисунке 5.2.1.

Отличительной особенностью МТЗ вводного выключателя является то, что в алгоритме отсутствуют функции «Запрет пуска», «Тяжелый пуск» и МТЗ-3 с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания, что обусловлено их применением только на отходящих присоединениях для защит электродвигателей.

2) МТЗ от замыканий на землю (ЗЗ).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания и функциональная схема (рисунки 5.1.3) представлены в описании ЗЗ для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.1).

3) Защита минимального напряжения (ЗМН).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания и функциональная схема (рисунки 5.1.8) представлены в описании ЗМН для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.1).

4) Логическая защита шин (ЛЗШ).

Функциональная схема ЛЗШ представлена на рисунке 5.2.2.

Пусковой орган тока ЛЗШ вводного выключателя срабатывает при превышении тока в любой из фаз заданной уставки и формирует сигнал «Пуск МТЗ».

Отключение вводного выключателя происходит по истечении регулируемой выдержки времени T_{CP} ЛЗШ в случае наличия сигнала «Пуск МТЗ», отсутствии блокировки от устройств отходящих присоединений (отсутствие сигнала «Пуск ЛЗШ») и наличии разрешающего сигнала (сигнал «Разр ЛЗШ»). В зависимости от проектной схемы подключения устройства сигнал «Разр ЛЗШ» может использоваться как разрешающий сигнал от ключа управления или как сигнал, контролирующий наличие напряжения на шинках ЛЗШ.

Ввод/вывод пускового органа и выходной цепи ЛЗШ производится программными переключателями В10/В27 соответственно.

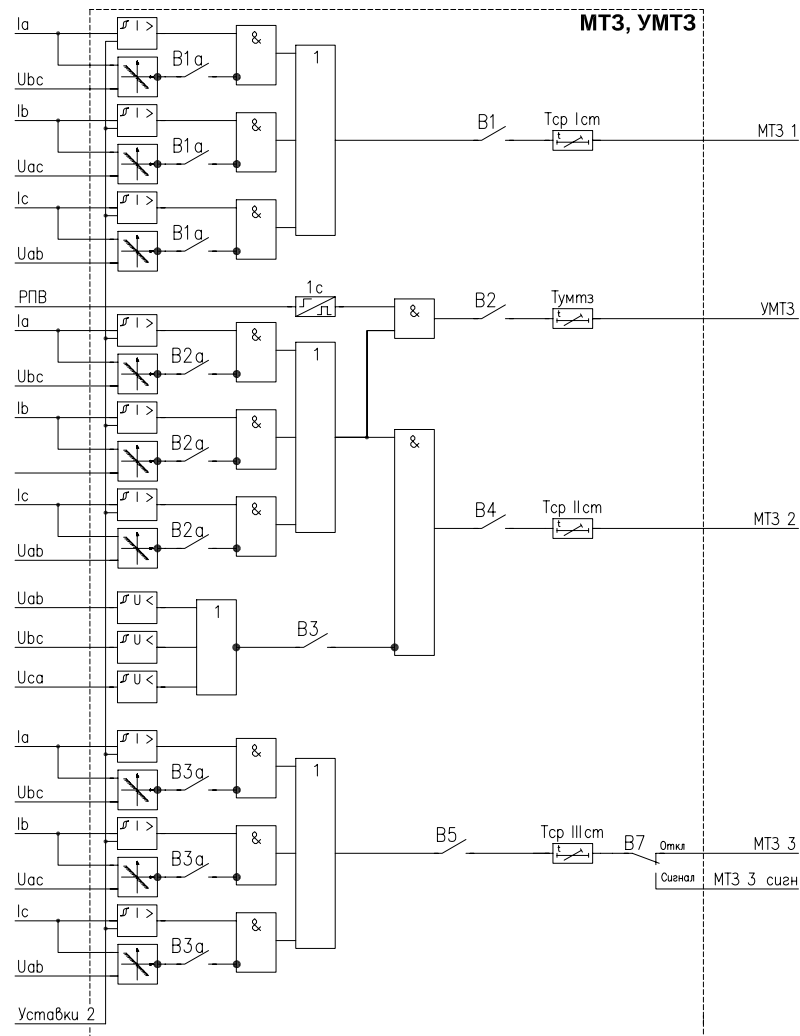


Рисунок 5.2.1 – Функциональная схема МТЗ ВВ

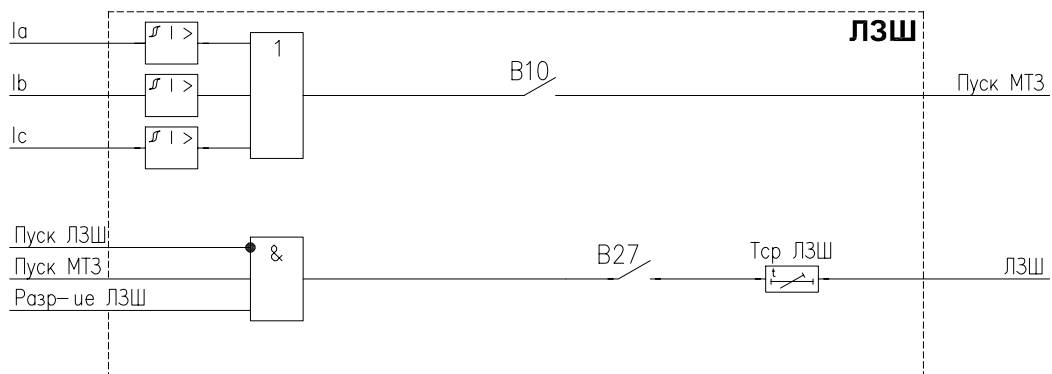


Рисунок 5.2.2 – Функциональная схема ЛЗШ

5.2.2 Описание функций автоматики

1) Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания представлены в описании УРОВ для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.2).

Различие в алгоритмах УРОВ ВВ и ОТ заключается в сигналах, участвующих в формировании сигнала «Пуск УРОВ».

Функциональная схема УРОВ представлена на рисунке 5.2.3.

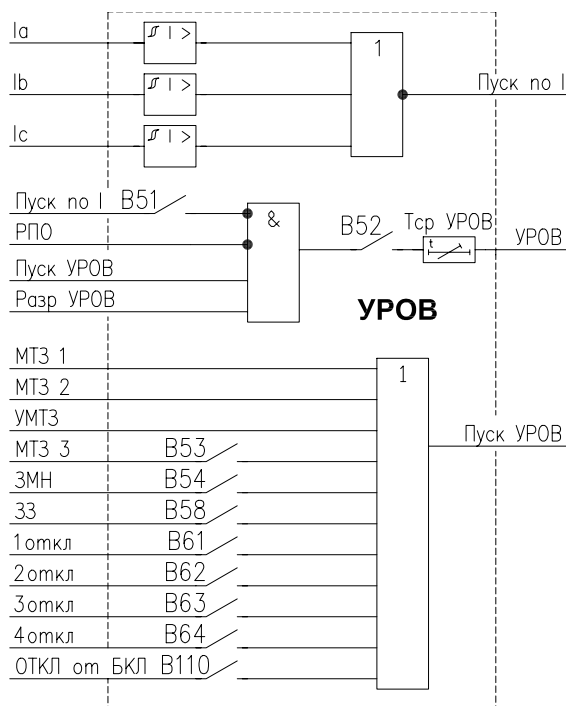


Рисунок 5.2.3 – Функциональная схема УРОВ ВВ

2) Автоматическое повторное включение (АПВ).

В алгоритме АПВ ВВ в отличие от АПВ ОТ отсутствует цепь пуска по факту срабатывания АЧР, в остальном, принцип действия, особенности и параметры срабатывания совпадают. Функциональная схема АПВ представлена на рисунке 5.2.4.

3) Отключение от внешних защит.

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания и функциональная схема (рисунок 5.1.12) представлены в описании отключения от внешних защит для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.2).

4) Автоматическое включение резерва (АВР).

Принципиальная схема представлена на рисунке 5.2.5.

Для работы алгоритма АВР необходимо срабатывания триггера, вход «S» которого связан с элементом «И», имеющим три входа. На первый вход этого элемента поступают сигналы пуска АВР, на второй – «Готов АВТ», на третий – «Разрешение АВР» от ключа управления.

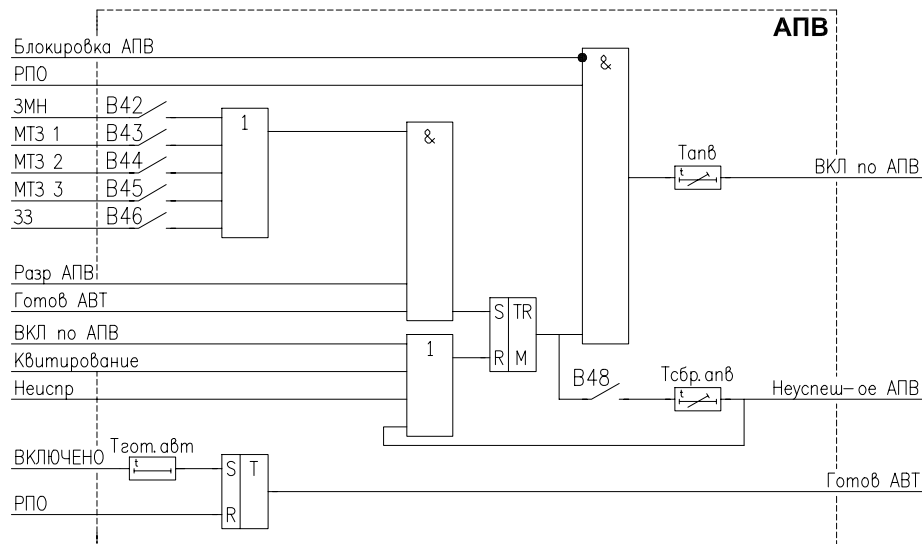


Рисунок 5.2.4 – Функциональная схема АПВ ВВ

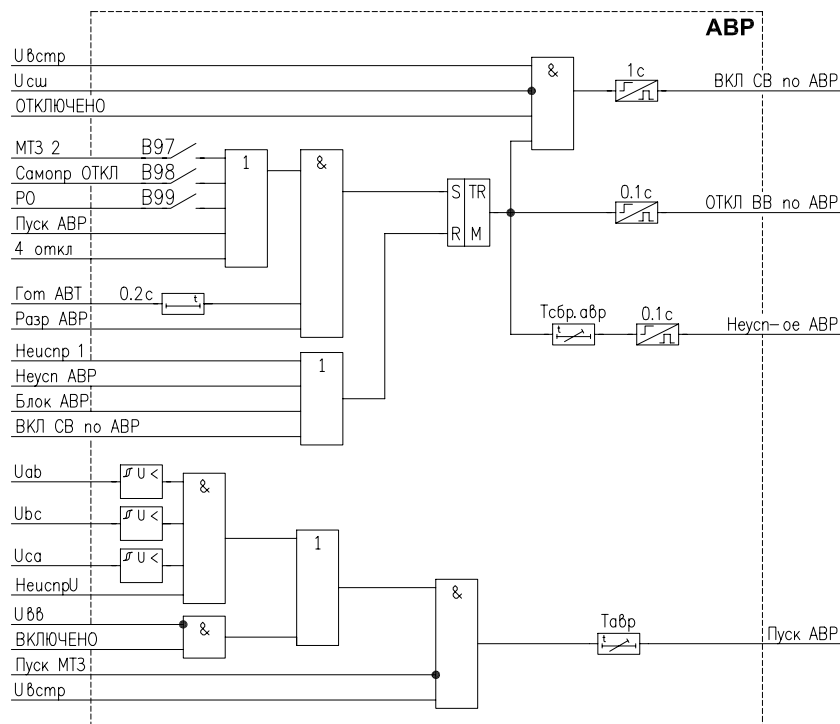


Рисунок 5.2.5 – Функциональная схема АВР ВВ

Пускать АВР могут следующие сигналы:

- «МТЗ-2» – предусматривает работу АВР без выдержки времени при отключении вводного выключателя второй ступенью МТЗ;
- «Самопроизвольное ОТКЛ» – предусматривает работу АВР при самопроизвольном отключении вводного выключателя;
- «РО» – предусматривает работу АВР при ручном отключении вводного выключателя;
- «Пуск АВР» – является выходным сигналом пускового органа напряжения АВР, который формируется при снижении линейных напряжений ниже заданной уставки и блокируется при неисправностях в цепях напряжения, срабатывании пускового органа ЛЗШ и отсутствии напряжения на соседней секции шин;

- «4 откл» – предусматривает работу АВР при отключении вводного выключателя внешней защитой, например дифференциальной защитой трансформатора.

С выхода сработавшего триггера подается команда на отключение вводного выключателя (сигнал «ОТКЛ ВВ по АВР») и логическая единица на четвертый вход элемента «И» в цепи сигнала на включение секционного выключателя «ВКЛ СВ по АВР». После отключения вводного выключателя устройство подает на третий вход элемента «И» сигнал «ОТКЛЮЧЕНО». Команда на включение секционного выключателя формируется при отсутствии сигнала «Усш» и наличии сигнала «Увстр».

Кроме того, параллельно сигналу «ОТКЛ ВВ по АВР» формируется сигнал «Неуспешное АВР», если сигнал на включения секционного выключателя не сформировался ранее, чем $T_{СБР\text{АПВ}}$, диапазон регулирования которого от 0 до 300 секунд.

В случае успешного или неуспешного АПВ триггер сбрасывается сигналами «ВКЛ СВ по АВР» или «Неуспешное АВР» соответственно.

Блокировка алгоритма АВР осуществляется сигналами «Неиспр 1» и внешним сигналом блокировки «Блокировка АВР».

ВНИМАНИЕ!!! Для работы алгоритма при самопроизвольном отключении «Самопр ОТКЛ» необходимо переключить этот сигнал в цепи формирования «Неиспр» на вторую группу (то есть на «Неиспр 2») соответствующим программным переключателем.

Разрешающий АВР сигнал «Увстр» является входным разрешающим сигналом АВР от блока ВВ, установленного на вводном присоединении соседней секции шин, который формируется в соответствии с функциональной схемой на рисунке 5.2.6.

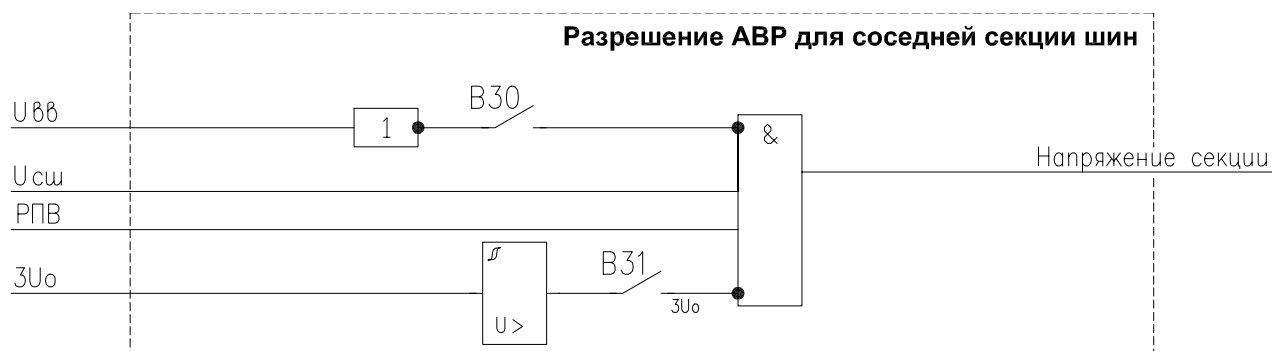


Рисунок 5.2.6 – Функциональная схема формирования сигнала «Увстр» для соседней секции шин

Разрешение АВР для соседней секции шин будет в случае наличия сигнала «Усш» и наличия сигнала «РПВ». В алгоритме разрешения АВР предусмотрен контроль напряжения $3U_0$ и напряжения за вводным выключателем через дискретный вход (сигнал «Увв»). Ввод/вывод данной функции производится программными переключателями B31 и B30 соответственно. Сигнал «Напряжение секции» (Разрешение АВР для соседней секции шин) конфигурируется на выходное реле, цепь которого заводится на вход блока МПЗ-ВВ соседней секции шин, для которой этот сигнал является «Увстр».

После включения секционного выключателя по АВР (переключатель B32 включен на рисунке 5.2.7) установится в состояние логической единицы триггер, выход которого связан с первым входом элемента «И» в цепи «ОТКЛ СВ по АВР». На второй вход этого элемента поступает разрешающий сигнал «Пуск возврата», который формируется при наличии трех сигналов:

- «Uш» – сигнал, который подтверждает наличие напряжения на секции после АВР;
- «ОТКЛЮЧЕНО» – сигнал, который фиксирует отключенное положение выключателя ввода;
- «Uвв» – сигнал, который указывает на наличие напряжения на питающем кабеле за отключенным выключателем ввода.

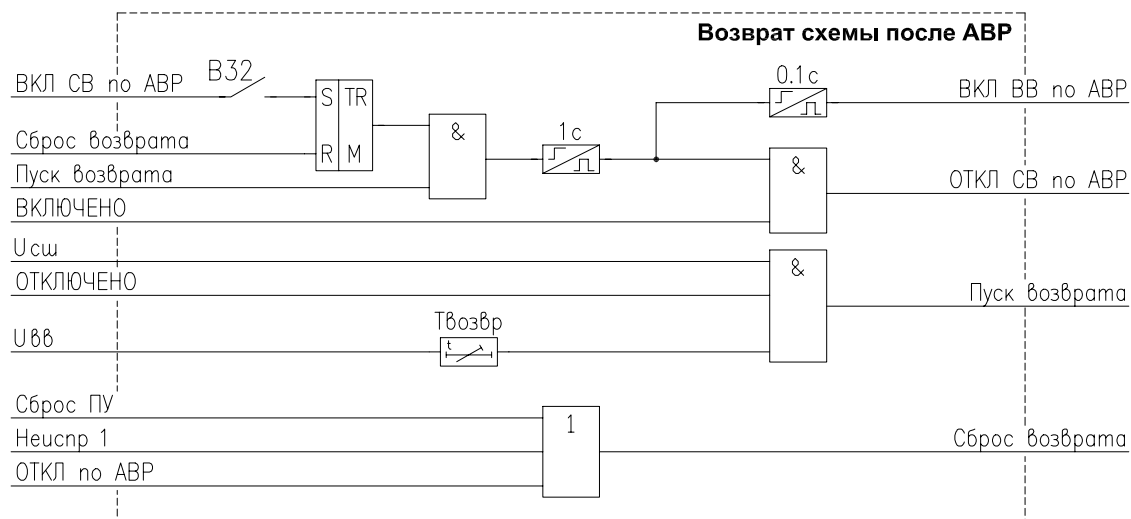


Рисунок 5.2.7 – Функциональная схема возврата после АВР

При появлении напряжения на питающем кабеле отключенной секции сформируется сигнал «Пуск возврата» с регулируемой выдержкой времени $T_{\text{возвр}}$ и произойдет включение выключателя ввода, а затем – отключение секционного выключателя.

Таким образом, автоматический возврат схемы после АВР возможен только при наличии контроля напряжения на вводном кабеле (сигнал «Uвв») отключенной секции.

Сброс триггера осуществляется сигналом «Сброс возврата», формирующимся по схеме «ИЛИ» сигналами «Сброс ПУ», «ОТКЛ СВ по АВР» и «Неиспр 1».

Ввод/вывод функции автоматического возврата схемы после АВР производится программным переключателем В32.

5.2.3 Описание функций управления

Подробное описание логики управления выключателем представлено в п.п. 5.1.3.

Логика управления выключателем МПЗ-ВВ идентична алгоритму управления выключателем МПЗ-ОТ, за исключением некоторых отличий, связанных с особенностями устройства для данного вида присоединения.

Функциональная схема логики управления вводным выключателем представлена на рисунке 5.2.8.

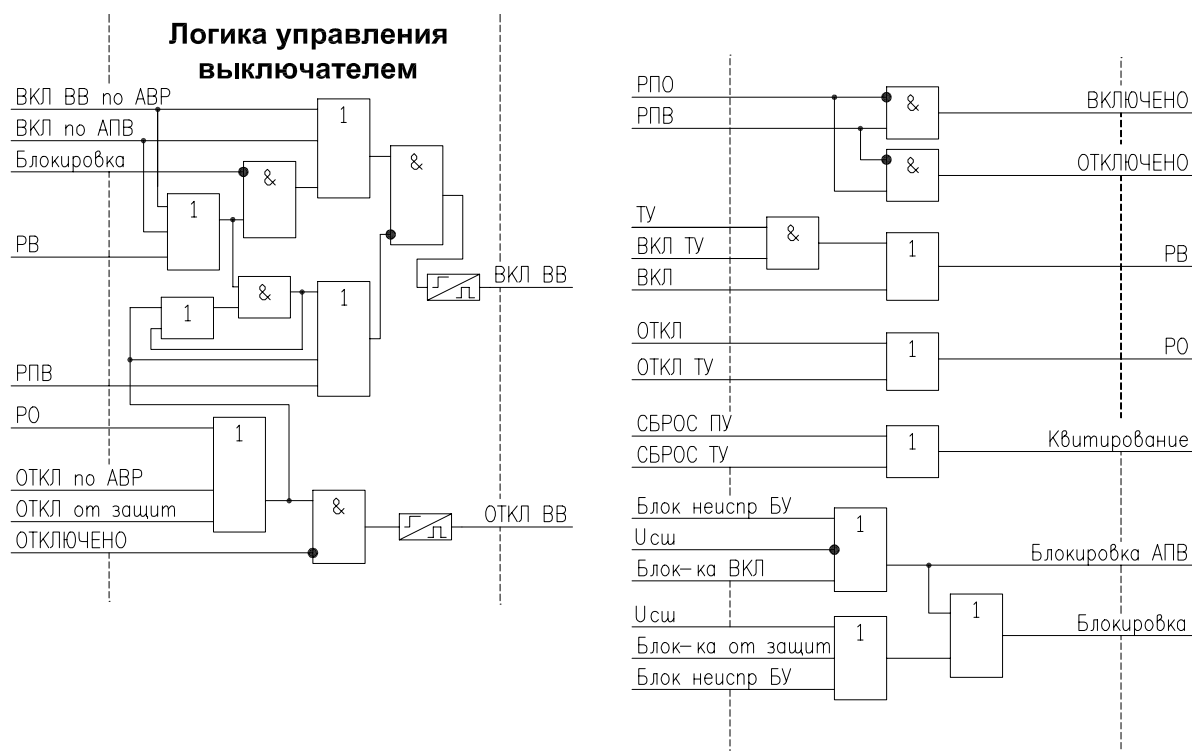


Рисунок 5.2.8 – Функциональная схема логики управления вводным выключателем

5.2.4 Описание логики диагностики выключателя

Подробное описание функций диагностики выключателя представлено в п.п. 5.1.4.

5.2.5 Описание алгоритмов сигнализации

Принцип формирования управляющих сигналов «ОТКЛ от защит», «Блок от защит», «Авария», «Неискр» и «Вызов», описываемый в п.п. 5.1.5, аналогичен для МПЗ-ВВ за исключением отличий, приведенных в функциональной схеме формирования управляющих сигналов на рисунке 5.2.9.

5.2.6 Описание логики свободно программируемых реле

Подробное описание представлено в п.п. 5.1.6.

5.2.7 Описание функций измерения и регистрации

Подробное описание функций измерения и регистрации представлено в п.п. 5.1.8.

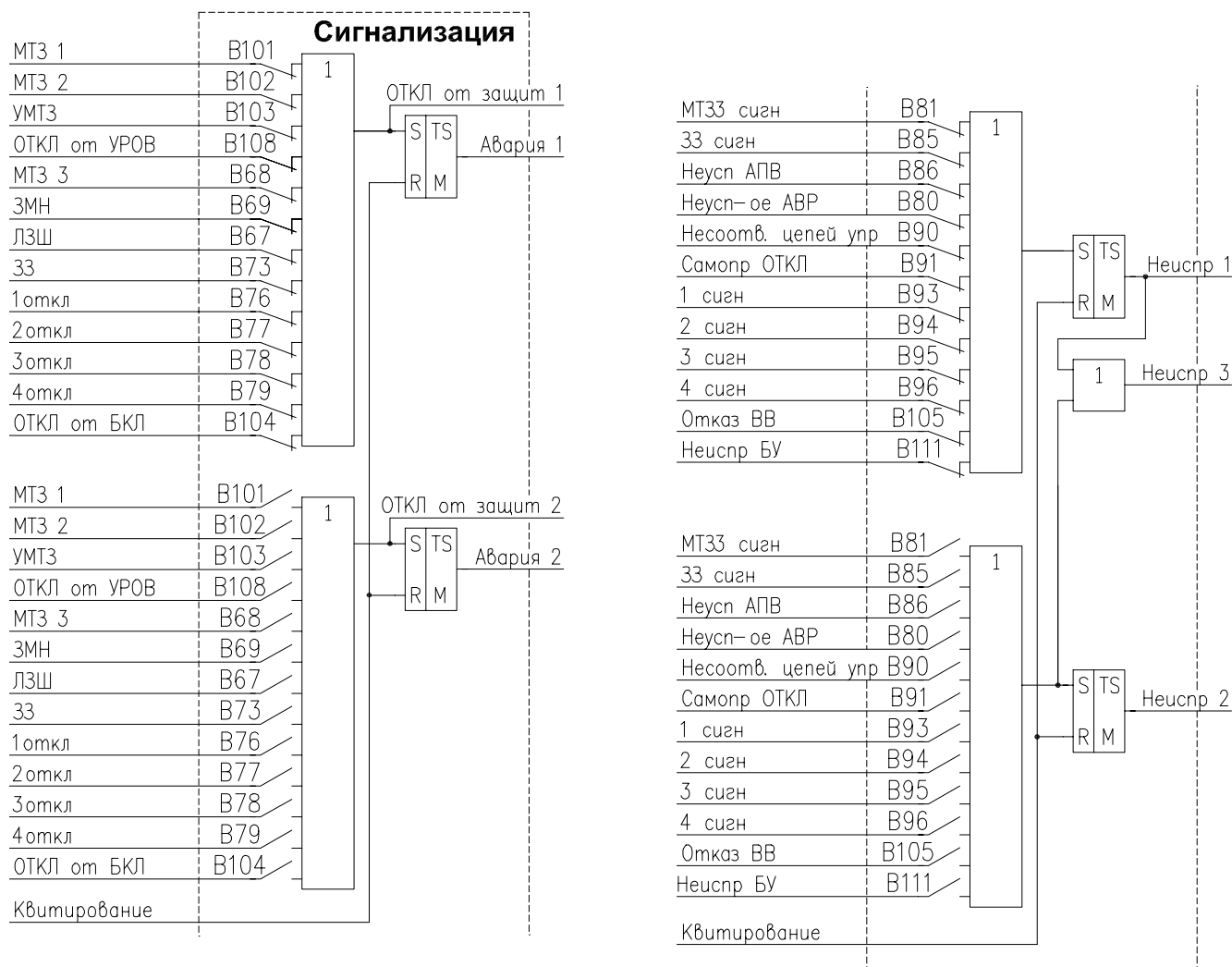


Рисунок 5.2.9 – Функциональная схема формирования сигналов «Авария 1», «Авария 2», «Неиспр 1» и «Неиспр 2» МПЗ-ВВ

5.2.8 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

Подробное описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации представлено в п.п. 5.1.11.

5.2.9 Другие функции

1) Функция автоматической коррекции часов.

Принцип функции и ее описание подробно представлено в п.п. 5.1.12.

2) Уровни доступа (УД).

Подробное описание доступных функциональных возможностей в зависимости от УД представлено в п.п. 5.1.12.

3) Функция самодиагностики.

Принцип функции и ее описание представлено в п.п. 1.5.1.12.

5.3 Функции секционного выключателя (СВ)

5.3.1 Описание функций защит

1) Максимальная токовая защита (МТЗ).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания представлены в описании МТЗ для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.1).

Максимальная токовая защита в СВ выполнена аналогично МТЗ на вводном присоединении без функций «Тяжелый пуск», «Запрет пуска», интегрально-зависимой характеристики срабатывания МТЗ-3. Функциональная схема МТЗ представлена на рисунке 5.3.1.

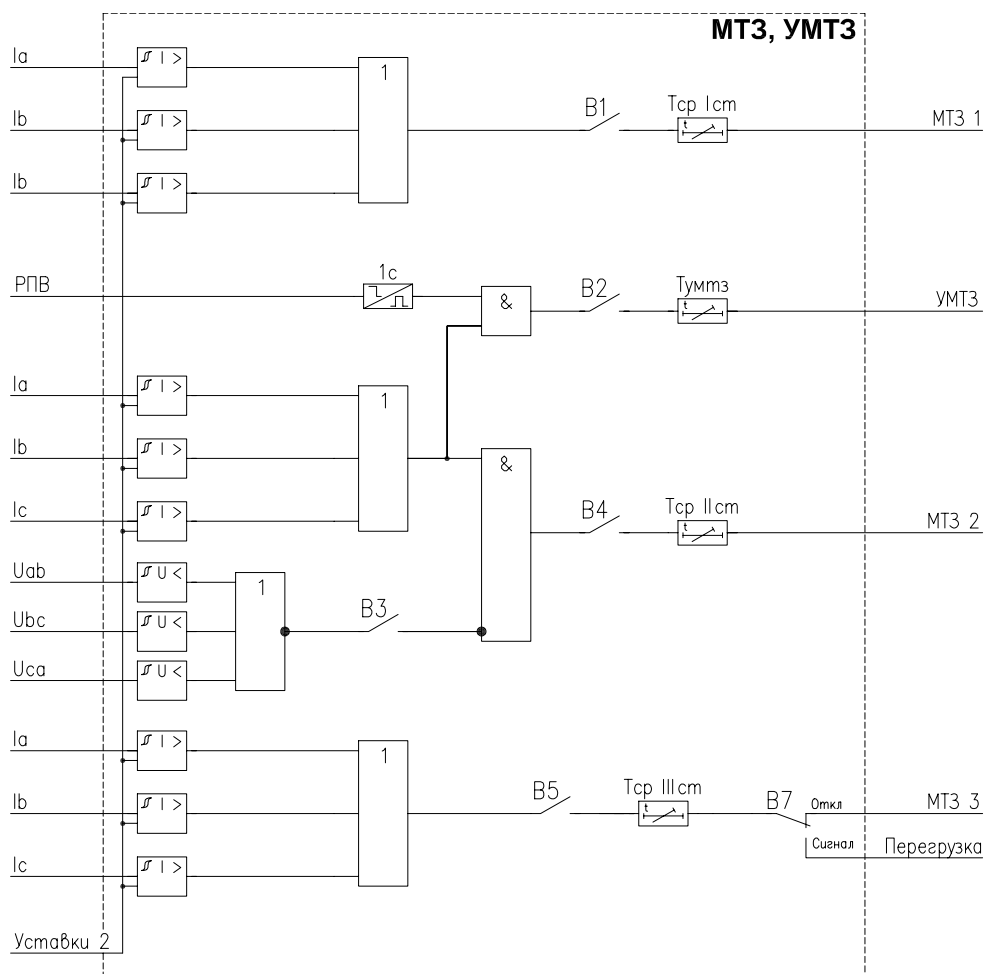


Рисунок 5.3.1 – Функциональная схема МТЗ СВ

2) МТЗ от замыкания на землю (ЗЗ).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания и функциональная схема (рисунок 5.1.3) представлены в описании ЗЗ для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.1).

3) Логическая защита шин (ЛЗШ).

Принцип действия и параметры срабатывания представлены в описании ЛЗШ для МПЗ-ВВ (п.п. 5.2.1).

5.3.2 Описание функций автоматики

1) Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания представлены в описании УРОВ для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.2). Отличие алгоритмов заключается в сигналах, участвующих в формировании сигнала «Запуск УРОВ». Алгоритм УРОВ СВ представлен на рисунке 5.3.2.

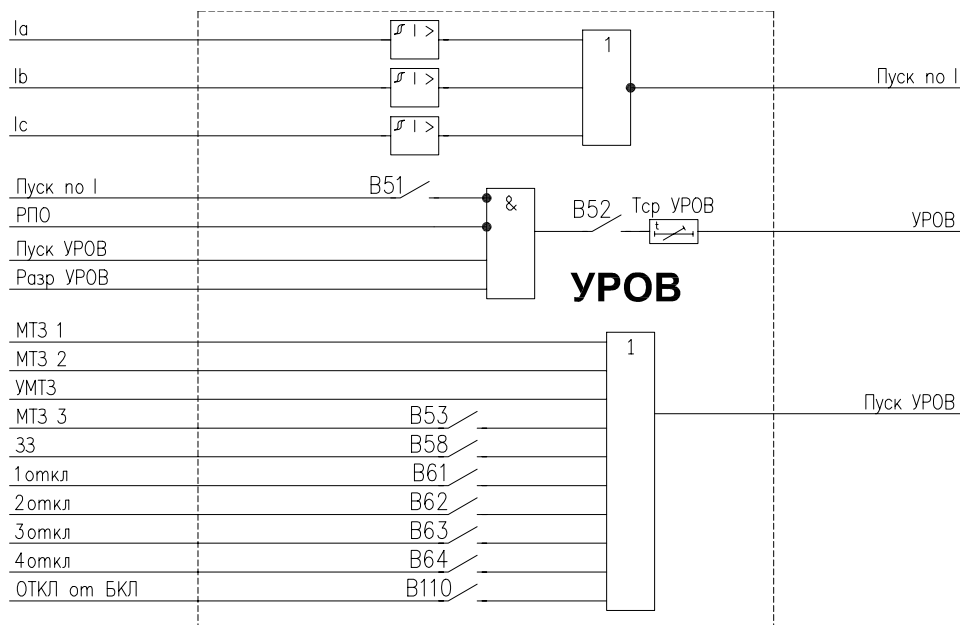


Рисунок 5.3.2 – Функциональная схема УРОВ СВ

2) Отключение от внешних защит.

Принцип действия, особенности, параметры срабатывания и функциональная схема представлены в описании отключения от внешних защит для МПЗ-ОТ (п.п. 5.1.2).

5.3.3 Описание функций управления

Подробное описание логики управления выключателем представлено в п.п. 5.1.3.

Логика управления выключателем МПЗ-СВ аналогична алгоритму управления выключателем МПЗ-ВВ, за исключением некоторых отличий, связанных с особенностями устройства для данного вида присоединения.

Функциональная схема логики управления секционным выключателем представлена на рисунке 5.3.3.

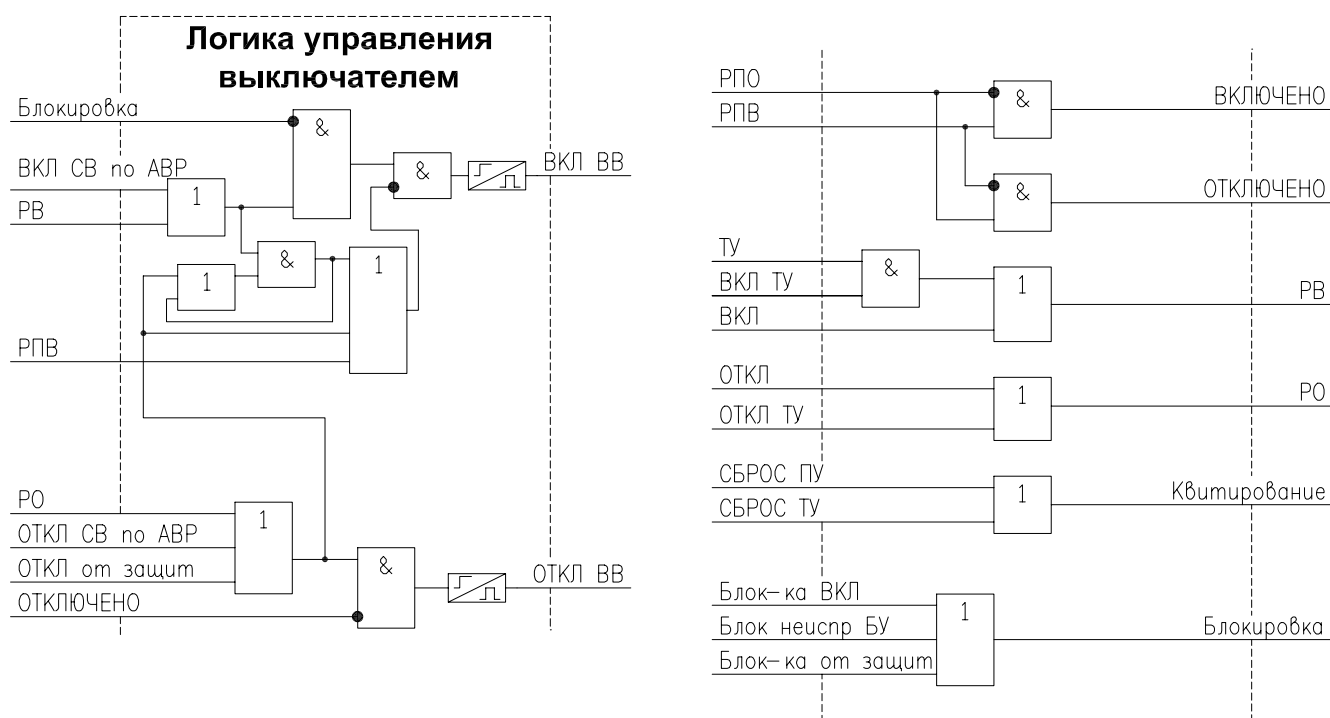


Рисунок 5.3.3 – Функциональная схема логики управления выключателем СВ

5.3.4 Описание логики диагностики выключателя

Подробное описание функций диагностики выключателя представлено в п.п. 5.1.4.

5.3.5 Описание алгоритмов сигнализации

Принцип формирования управляющих сигналов «ОТКЛ от защит», «Блок от защит», «Авария», «Неискр» и «Вызов», описываемый в п.п. 5.1.5 (для МПЗ-ОТ), аналогичен для МПЗ-СВ, за исключением отличий, представленных на рисунке 5.3.4.

5.3.6 Описание логики свободно программируемых реле

Подробное описание представлено в п.п. 5.1.6 для МПЗ-ОТ.

5.3.7 Описание функций измерения и регистрации

Подробное описание функций измерения и регистрации представлено в п.п. 5.1.8.

5.3.8 Описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

Подробное описание функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации представлено в п.п. 5.1.11.

5.3.9 Другие функции

1) Функция автоматической коррекции часов.

Принцип функции и ее описание подробно представлено в п.п. 5.1.12.

2) Уровни доступа (УД).

Подробное описание доступных функциональных возможностей в зависимости от УД представлено в п.п. 5.1.12.

3) Функция самодиагностики.

Принцип функции самодиагностики и ее описание представлено в п.п. 5.1.12.

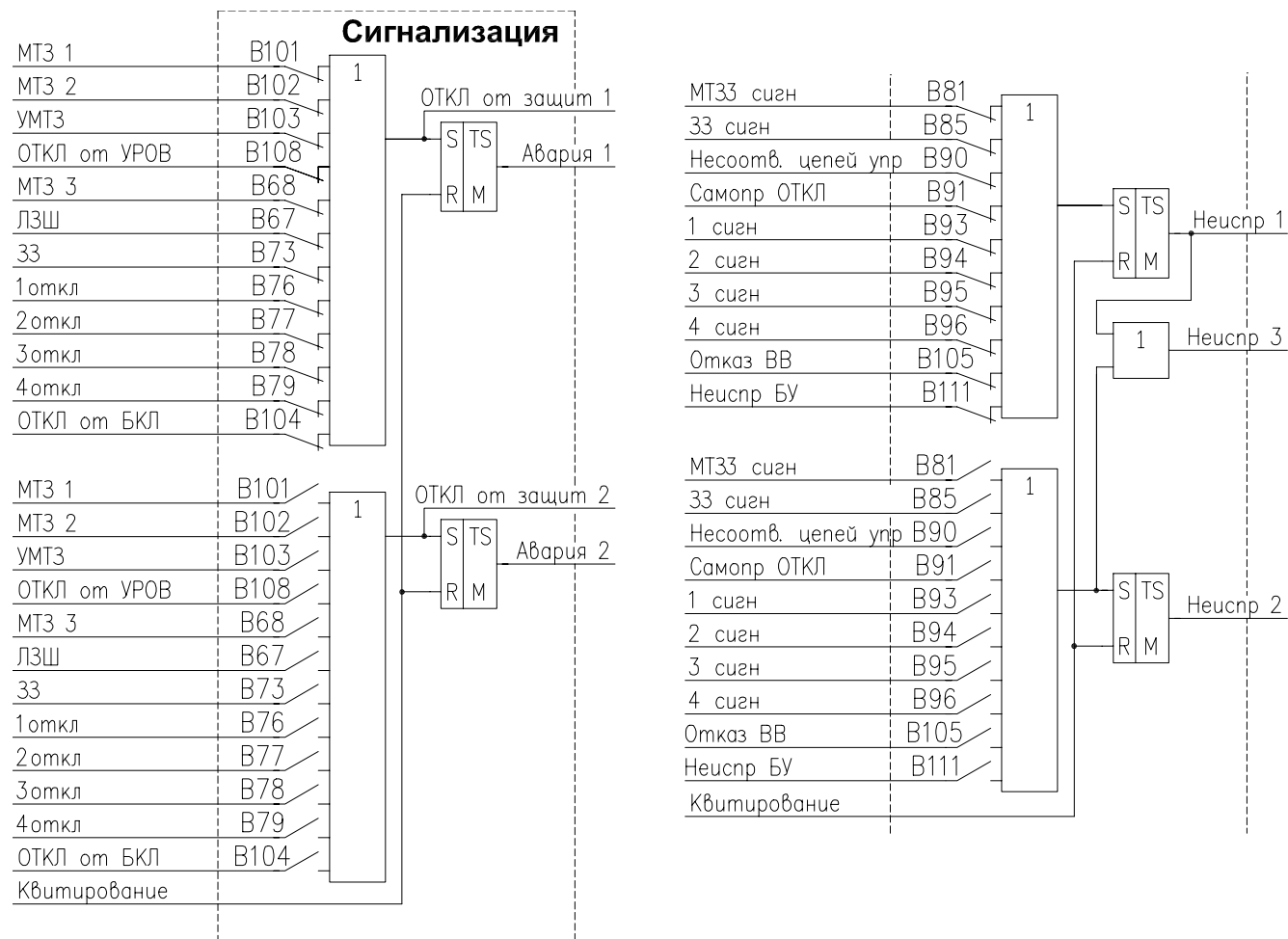


Рисунок 5.3.4 – Функциональная схема формирования сигналов «Авария 1», «Авария 2», «Неиспр 1» и «Неиспр 2» МПЗ-СВ

ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое) Функциональная схема блока

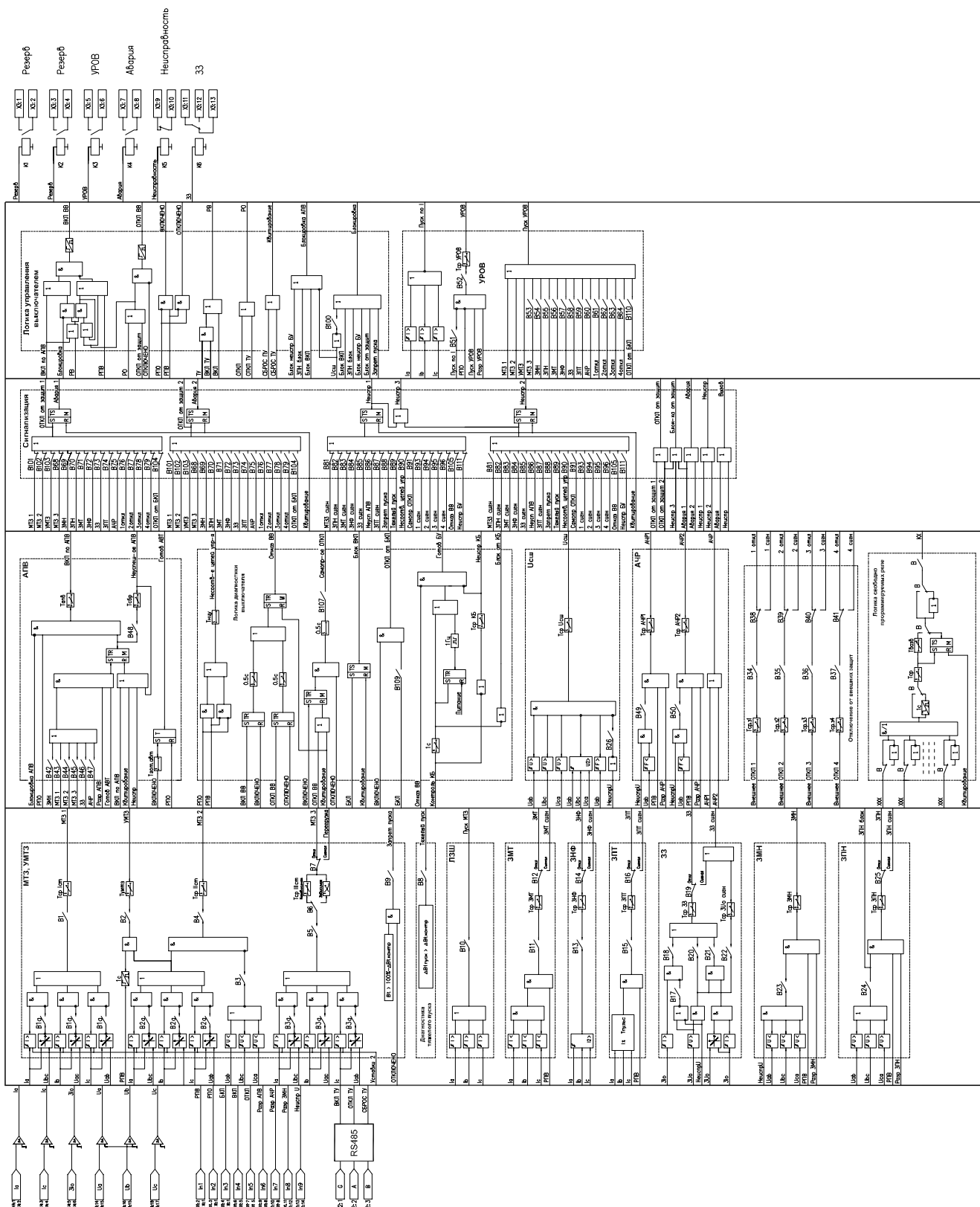


Рисунок А.1 – Функциональная схема ОТ

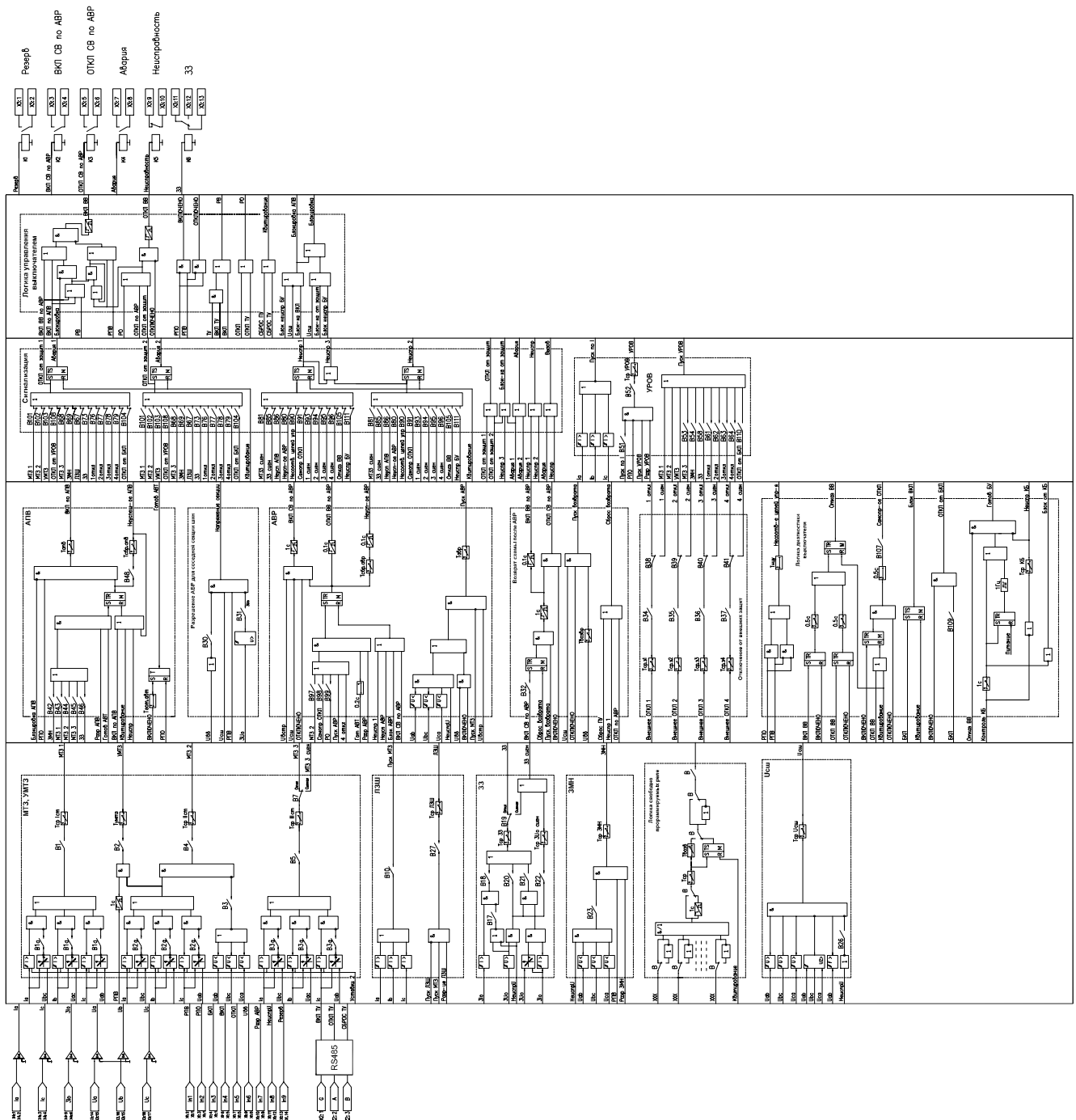
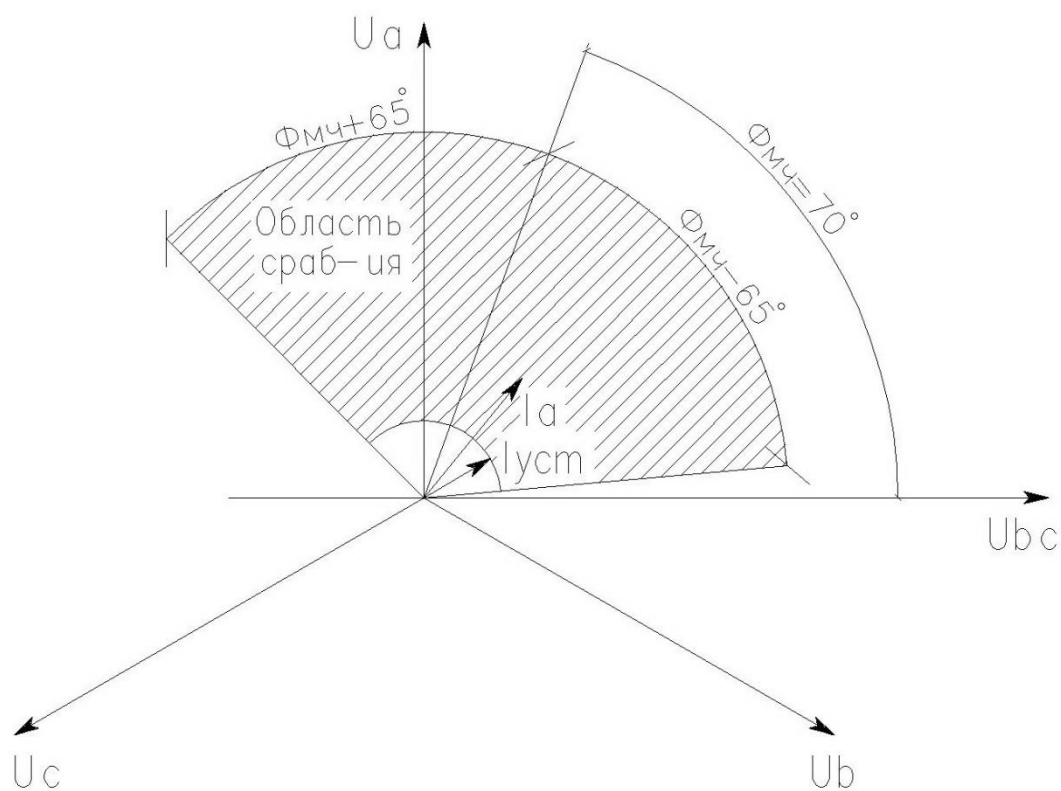


Рисунок А.2 – Функциональная схема ВВ



ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Поясняющая схема работы направленной МТЗ



$I_{уст}$ — уставка тока срабатывания
 $\Phi_{мч}$ — уставка угла максимальной чувствительности

ПРИЛОЖЕНИЕ В (рекомендуемое)

Рекомендации по выбору параметров настройки МТЗ
с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания

В зависимости от типа электродвигателя и характеристик рабочего механизма необходимо подобрать характеристику срабатывания защиты от перегрузки. Основным параметром этой характеристики является постоянная времени нагрева электродвигателя. Если этот параметр задан заводом-изготовителем электродвигателя, то значение постоянной времени необходимо задать в качестве уставки, затем определить по изложенной методике время срабатывания защиты при заданных кратностях тока перегрузки в различных режимах:

- при возникновении перегрузки и нулевом значении теплового импульса;
- при возникновении перегрузки в режиме предшествующего нагрева электродвигателя (ненулевом значении теплового импульса).

1) Для выбора постоянной времени нагрева электродвигателя необходимо знать продолжительность пуска двигателя t_{Π} и кратность пускового тока K_{Π} . При отсутствии информации о перегрузочной способности электродвигателя можно исходить из возможности двукратного пуска двигателя из холодного состояния. Исходя из этого предположения, можно принять значение теплового импульса $B_t=0,45$ о.е. после первого пуска. Тогда:

$$B_t = K_I^2 \left(1 - e^{-t/T}\right) = 0,45, \quad (B.1)$$

Принимая $K_I = K_{\Pi}$, $t = t_{\Pi}$, из этого выражения можно определить постоянную времени нагрева, при которой тепловой импульс достигнет за время первого пуска значения 0,45:

$$T_H = \frac{t_{\Pi}}{\ln \left(\frac{K_I^2}{K_I^2 - 0,45} \right)}. \quad (B.2)$$

Например, при кратности пускового тока $K_{\Pi} = 6,5$ и времени пуска $t_{\Pi} = 10$ с из выражения (B.2) получим значение постоянной времени $T_H = 934$ с.

При повторном пуске (без перерыва на охлаждение) значение теплового импульса удвоится и составит $B_t = 0,9$. Запас по значению теплового импульса при двух пусках электродвигателя из холодного состояния составит 10%. По приведенным в ПРИЛОЖЕНИИ Г таблицам или непосредственно по выражению (B.3) можно определить время срабатывания защиты после повторного пуска с кратностью тока $K_{\Pi} = 6,5$ и остаточном значении теплового импульса $B_t = 0,45$:

$$\frac{t_{CP}}{T_H} \approx 0,0132 \quad \text{или} \quad t_{CP} = 0,0132 \cdot T_H = 0,0132 \cdot 934 = 12,3 \text{ с.}$$

То есть запас по времени при повторном пуске составит $t_{CP} - t_{\Pi} = 12,3 - 10,0 = 2,3$ секунды (19%).

2) При выборе постоянной времени нагрева электродвигателя может оказаться расчетным второй режим – пуск электродвигателя из горячего состояния. При этом дополнительно необходимо знать максимальный рабочий ток электродвигателя. По выражению (B.1) определяется значение теплового импульса в установившемся режиме при максимальном значении $K_I = I_{РАБ} / I_{НОМ}$:

$$B_t = K_I^2 \left(1 - e^{-t/T}\right), \text{ где } t \rightarrow \infty, B_\infty = K_I^2.$$

Из выражения

$$t_{\Pi} = T_H \cdot \ln \frac{K_I^2 - B_t}{K_I^2 - 1}, \quad (\text{В. 3})$$

с учетом коэффициента запаса $K_{\text{зап}}$ (1,1) по отстройке защиты от времени пуска можно определить постоянную времени нагрева, при которой будет обеспечен однократный пуск двигателя из горячего состояния:

$$T_H = \frac{t_{\Pi} \cdot K_{\text{зап}}}{\ln \frac{K_I^2 - B_\infty}{K_I^2 - 1}}.$$

Например, при $K_I = 0,8$ значение теплового импульса составит $B_\infty = 0,64$. При тех же значениях кратности пускового тока (6,5) и времени пуска (10 с) постоянная времени будет равна: $T_H = 1266$ секунд. Из рассчитанных по двум условиям значений T_H выбирается большее.

Следует иметь в виду, что реальное время срабатывания защиты может быть меньше расчетного при наличии в токе составляющей обратной последовательности.

3) Коэффициент K , учитывающий долевое участие тока обратной последовательности в тепловой модели двигателя, должен быть равен отношению сопротивления ротора обратной последовательности к сопротивлению ротора прямой последовательности при номинальной частоте вращения. Когда коэффициент K невозможно рассчитать точно, он может быть принят равным 3.

4) Ток срабатывания защиты от перегрузки $I_{\text{сз}}$ рекомендуется принять равным $(1,05-1,1)I_{\text{ном}}$. Уставка тока $I_{\text{сз}}$ зависит от типа защищаемого двигателя. Обычно допустимая тепловая перегрузка может быть в области 10% номинальной температуры. Учитывая, что рост температуры пропорционален квадрату тока, тепловая перегрузка в 10% будет при увеличении тока приблизительно на 5%. Соответственно, при токе $1,1I_{\text{ном}}$ тепловая перегрузка составит 21%.

5) Постоянная времени остановленного двигателя T_0 может быть принята равной:

$$T_0 = (1,5 \div 2) T_H.$$

6) Значение $B_{\text{т.контр}}$ используется в алгоритмах диагностирования тяжелого пуска и запрета пуска электродвигателя и принимается равным:

$$B_{\text{т.контр}} = 1,1 B_{\text{т.пуск}},$$

где $B_{\text{т.пуск}}$ – тепловой импульс за время пуска двигателя при нормальных условиях работы, рассчитываемый по выражению:

$$B_{\text{т.пуск}} = K_{\Pi}^2 \left(1 - e^{-t_{\Pi}/T_H}\right),$$

где T_H – расчетное в соответствии с п.п. 1 и 2 значение постоянной времени.



Алгоритм диагностики тяжелого пуска формирует сигнал «Тяжелый пуск», если приращение теплового импульса за время очередного пуска $\Delta B_t > B_{t_контр}$.

При отключении перегруженного электродвигателя формируется команда «Запрет пуска», если текущее значение теплового импульса превышает величину $(100 - B_{t_контр})$, то есть «Запрет пуска» снимется при выполнении условия:

$$B_t < (100 - B_{t_контр}).$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (рекомендуемое)

Характеристики срабатывания защиты от перегрузки

Таблица Г.1

$\begin{matrix} K_I \\ B_t \end{matrix}$	t_{CP}/T_H при:											
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,5	3
0	1,7513	1,1856	0,8958	0,7138	0,5878	0,4953	0,4247	0,3691	0,3244	0,2877	0,1744	0,1178
0,1	1,665	1,137	0,8348	0,6614	0,5423	0,4555	0,3895	0,3377	0,2963	0,2624	0,1582	0,1066
0,2	1,5706	1,0361	0,7698	0,6061	0,4947	0,4140	0,3530	0,3054	0,2674	0,2364	0,1418	0,0953
0,3	1,4663	0,9520	0,7004	0,5476	0,4447	0,3707	0,3151	0,2719	0,2376	0,2097	0,1252	0,0839
0,4	1,3499	0,8602	0,6257	0,4855	0,3920	0,3254	0,2757	0,2373	0,2069	0,1823	0,1082	0,0723
0,5	1,2182	0,7591	0,5450	0,4193	0,3365	0,2780	0,2347	0,2015	0,1753	0,1542	0,0910	0,0606
0,6	1,0664	0,6466	0,4572	0,3483	0,2776	0,2283	0,1920	0,1643	0,1426	0,1252	0,0734	0,0488
0,7	0,8873	0,5199	0,3610	0,2719	0,2151	0,1759	0,1473	0,1257	0,1088	0,0953	0,0556	0,0368
0,8	0,6690	0,3747	0,2545	0,1892	0,1484	0,1204	0,1006	0,0855	0,0738	0,0645	0,0374	0,0247
0,9	0,3895	0,2048	0,1353	0,0991	0,0770	0,0621	0,0516	0,0437	0,0376	0,0328	0,0189	0,0124

Таблица Г.2

$\begin{matrix} K_I \\ B_t \end{matrix}$	t_{CP}/T_H при:											
	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
0	0,0852	0,0645	0,0506	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124
0,1	0,0770	0,0583	0,0457	0,0368	0,0303	0,0254	0,0216	0,0186	0,0162	0,0142	0,0126	0,0112
0,2	0,0687	0,0520	0,0407	0,0328	0,0270	0,0226	0,0192	0,0165	0,0144	0,0126	0,0112	0,0100
0,3	0,0604	0,0456	0,0357	0,0287	0,0236	0,0198	0,0168	0,0145	0,0126	0,0110	0,0098	0,0087
0,4	0,0520	0,0392	0,0307	0,0247	0,0203	0,0170	0,0144	0,0124	0,0108	0,0095	0,0084	0,0075
0,5	0,0435	0,0328	0,0256	0,0206	0,0169	0,0142	0,0120	0,0104	0,0090	0,0079	0,0070	0,0062
0,6	0,0349	0,0263	0,0206	0,0165	0,0136	0,0114	0,0097	0,0083	0,0072	0,0063	0,0056	0,0050
0,7	0,0263	0,0198	0,0155	0,0124	0,0102	0,0085	0,0072	0,0062	0,0054	0,0048	0,0042	0,0037
0,8	0,0176	0,0132	0,0103	0,0083	0,0068	0,0057	0,0048	0,0042	0,0036	0,0032	0,0028	0,0025
0,9	0,0088	0,0066	0,0052	0,0042	0,0034	0,0029	0,0024	0,0021	0,0018	0,0016	0,0014	0,0012

Время срабатывания защиты при $K_I=7$, $T_H=900$ секунд и тепловом импульсе $B_t=0,7$ (70%) будет равно (таблица Г.2):

$$t_{CP} = 0,0062 T_H = 5,58 \text{ с.}$$

Если известно тепловое состояние электродвигателя в установившемся режиме, например, $B_\infty=0,7$ и время пуска двигателя составляет 8с, то для успешного пуска из «горячего» состояния необходимо задать постоянную времени:

$$T_H = 10/0,0062 = 1613 \text{ с.}$$



ПРИЛОЖЕНИЕ Д (рекомендуемое)

Биты, запрограммированные на выходные реле

Таблица Д.1 – Отходящее присоединение

Статусные регистры					
Статус 0	Статус 1	Статус 2	Статус 3	Статус 4	Статус 5
–	ОТКЛ от защит	ВКЛ по АПВ	ВКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 1
Вх. Триг. «Неиспр1»	ОТКЛ от защит 1	Неусп АПВ	ОТКЛЮЧЕНО	ЗМН	МТЗ 2
Вх. Триг. «Неиспр2»	ОТКЛ от защит 2	УРОВ	–	ЗПН	МТЗ 3
–	–	Пуск УРОВ	–	ЗПН сигн	УМТЗ
–	–	Пуск по I	РВ	ЗПН блок	МТЗ 3 сигн
–	АЧР1	Неиспр ШП	РО	U _{сш}	Тяжелый пуск
–	АЧР2	Несоотв цепей упр	Неисправность МПЗ	–	Запрет пуска
–	АЧР	Отказ ВВ	–	1 сигн	Пуск МТЗ
–	Направление У/Л	Защита ЭМ	Блокировка	2 сигн	ЗМТ
–	Переход на «Уставки 2»	Самопр ОТКЛ	Квитирование	3 сигн	ЗМТ сигнал
–	–	Блок от защит	Неиспр	4 сигн	ЗНФ
–	–	Блокировка АПВ	Авария	1 откл	ЗНФ сигнал
–	ВКЛ ТУ	–	Готовность	2 откл	ЗПТ
–	ОТКЛ ТУ	Отсут-ет напр-ние при МТЗ	Вызов	3 откл	ЗПТ сигнал
–	СБРОС ТУ	Неиспр 3	РПВ	4 откл	ЗЗ
–	СБРОС ПУ	–	РПО	Нагрузка	ЗЗ сигнал
Триггеры		Внутренние входы блока			Входы
Тр. АПВ	–	ВКЛ	–	Разр АЧР1	In 1
Готов АВТ	–	ОТКЛ	–	Разр АЧР2	In 2
Тр. ВКЛЮЧЕНО	–	РПО In	–	–	In 3
ВКЛ ВВ	–	РПВ In	–	–	In 4
ОТКЛ ВВ	–	Внеш ОТКЛ1	–	–	In 5
Авария 1	–	Внеш ОТКЛ2	–	–	In 6
Авария 2	–	Внеш ОТКЛ3	–	–	In 7
Неиспр 1	–	Внеш ОТКЛ4	–	–	In 8
Неиспр 2	–	Контроль ШП	–	–	In 9
К2	–	Блок ВКЛ	–	–	In U
К3	–	Уставки 2	–	Разр ЗПН	–
К4	–	ТУ	–	Разр УРОВ	–
К5	–	–	–	–	–
К6	–	Неиспр U	–	–	–
–	–	Разр ЗМН	–	–	–
–	–	Разр АПВ	–	–	–

Таблица Д.2 – Вводной выключатель

Статусные регистры					
Статус 0	Статус 1	Статус 2	Статус 3	Статус 4	Статус 5
–	ОТКЛ от защит	ВКЛ по АПВ	ВКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 1
Вх. Триг. «Неиспр1»	ОТКЛ от защит 1	Неусп АПВ	ОТКЛЮЧЕНО	ЗМН	МТЗ 2
Вх. Триг. «Неиспр2»	ОТКЛ от защит 2	УРОВ	–	–	МТЗ 3
–	–	Пуск УРОВ	–	–	УМТЗ
–	–	Пуск по I	РВ	–	МТЗ 3 сигн
–	–	Неиспр ШП	РО	У _{СП}	–
–	–	Несоотв цепей упр	Неисправность МПЗ	–	–
Напряжение секции	–	Отказ ВВ	–	1 сигн	Пуск МТЗ
Неусп АВР	Направление У/Л	Защита ЭМ	Блокировка	2 сигн	–
Пуск АВР	Переход на «Уставки 2	Самопр ОТКЛ	Квитирование	3 сигн	–
Пуск возврата	–	Блок от защит	Неиспр	4 сигн	–
Сброс возврата	–	Блокировка АПВ	Авария	1 откл	–
ВКЛ ВВ по АВР	ВКЛ ТУ	ОТКЛ от УРОВ	Готовность	2 откл	–
ОТКЛ ВВ по АВР	ОТКЛ ТУ	Отсут-ет напр-ние при МТЗ	Вызов	3 откл	–
ВКЛ СВ по АВР	СБРОС ТУ	Неиспр 3	РПВ	4 откл	33
ОТКЛ СВ по АВР	СБРОС ПУ	ЛЗШ	РПО	Нагрузка	33 сигнал
Триггеры		Внутренние входы блока			Входы
Тр. АПВ	АВР	ВКЛ	–	–	In 1
Готов АВТ	ОТКЛ СВ по АВР	ОТКЛ	–	–	In 2
Тр. ВКЛЮЧЕНО	–	РПО In	Блок АВР	–	In 3
ВКЛ ВВ	–	РПВ In	U _{ВВ}	–	In 4
ОТКЛ ВВ	–	Внеш ОТКЛ1	U _{ВСТР}	–	In 5
Авария 1	–	Внеш ОТКЛ2	Пуск ЛЗШ	–	In 6
Авария 2	–	Внеш ОТКЛ3	Разр ЛЗШ	–	In 7
Неиспр 1	–	Внеш ОТКЛ4	–	–	In 8
Неиспр 2	–	Контроль ШП	–	–	In 9
K2	–	Блок ВКЛ	Разр АВР	–	In U
K3	–	Уставки 2	–	–	–
K4	–	ТУ	Разр УРОВ	–	–
K5	–	–	–	–	–
K6	–	Неиспр U	ОТКЛ от УРОВ	–	–
–	–	Разр ЗМН	–	–	–
–	–	Разр АПВ	–	–	–



Таблица Д.3 – Секционный выключатель

Статусные регистры					
Статус 0	Статус 1	Статус 2	Статус 3	Статус 4	Статус 5
–	ОТКЛ от защит	–	ВКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 1
Вх. Триг. «Неиспр1»	ОТКЛ от защит 1	–	ОТКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 2
Вх. Триг. «Неиспр2»	ОТКЛ от защит 2	УРОВ	–	–	МТЗ 3
–	–	Пуск УРОВ	–	–	УМТЗ
–	–	Пуск по I	РВ	–	МТЗ 3 сигн
–	–	Неиспр ШП	РО	U _{СП}	–
–	–	Несоотв цепей упр	Неисправность МПЗ	–	–
–	–	Отказ ВВ	–	1 сигн	Пуск МТЗ
–	–	Защита ЭМ	Блокировка	2 сигн	–
–	Переход на «Уставки 2	Самопр ОТКЛ	Квитирование	3 сигн	–
–	–	Блок от защит	Неиспр	4 сигн	–
–	–	–	Авария	1 откл	–
–	ВКЛ ТУ	ОТКЛ от УРОВ	Готовность	2 откл	–
–	ОТКЛ ТУ	Отсут-ет напр-ние при МТЗ	Вызов	3 откл	–
–	СБРОС ТУ	Неиспр 3	РПВ	4 откл	33
–	СБРОС ПУ	ЛЗШ	РПО	Нагрузка	33 сигнал
Триггеры		Внутренние входы блока			Входы
–	–	ВКЛ	–	–	In 1
–	–	ОТКЛ	–	–	In 2
Тр. ВКЛЮЧЕНО	–	РПО In	–	–	In 3
ВКЛ ВВ	–	РПВ In	–	–	In 4
ОТКЛ ВВ	–	Внеш ОТКЛ1	–	–	In 5
Авария 1	–	Внеш ОТКЛ2	Пуск ЛЗШ	–	In 6
Авария 2	–	Внеш ОТКЛ3	Разр ЛЗШ	–	In 7
Неиспр 1	–	Внеш ОТКЛ4	ВКЛ СВ по АВР	–	In 8
Неиспр 2	–	Контроль ШП	ОТКЛ СВ по АВР	–	In 9
К2	–	Блок ВКЛ	–	–	In U
К3	–	Уставки 2	–	–	–
К4	–	ТУ	Разр УРОВ	–	–
К5	–	–	–	–	–
К6	–	Неиспр U	ОТКЛ от УРОВ	–	–
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–

ПРИЛОЖЕНИЕ Е (рекомендуемое)

Группы аварийных признаков

Таблица Е.1 – Отходящее присоединение

Признак 0	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5
–	ОТКЛ от защит	ВКЛ по АПВ	ВКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 1
Вх. Триг. «Не-испр1»	ОТКЛ от защит 1	Неусп АПВ	ОТКЛЮЧЕНО	ЗМН	МТЗ 2
Вх. Триг. «Не-испр2»	ОТКЛ от защит 2	УРОВ	–	ЗПН	МТЗ 3
–	–	Пуск УРОВ	–	ЗПН сигн	УМТЗ
–	–	Пуск по I	РВ	ЗПН блок	МТЗ 3 сигн
–	АЧР1	Неиспр ШП	РО	U _{сш}	Тяжелый пуск
–	АЧР2	Несоотв цепей упр	Неисправность МПЗ	–	Запрет пуска
–	АЧР	Отказ ВВ	–	1 сигн	Пуск МТЗ
–	Направление У/Л	Защита ЭМ	Блокировка	2 сигн	ЗМТ
–	Переход на «Уставки 2»	Самопр ОТКЛ	Квитирование	3 сигн	ЗМТ сигнал
–	–	Блок от защит	Неиспр	4 сигн	ЗНФ
–	–	Блокировка АПВ	Авария	1 откл	ЗНФ сигнал
–	ВКЛ ТУ	–	Готовность	2 откл	ЗПТ
–	ОТКЛ ТУ	Отсут-ет напр-ние при МТЗ	Вызов	3 откл	ЗПТ сигнал
–	СБРОС ТУ	Неиспр 3	РПВ	4 откл	ЗЗ
–	СБРОС ПУ	–	РПО	Нагрузка	ЗЗ сигнал

Таблица Е.2 – Вводной выключатель

Признак 0	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5
–	ОТКЛ от защит	ВКЛ по АПВ	ВКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 1
Вх. Триг. «Не-испр1»	ОТКЛ от защит 1	Неусп АПВ	ОТКЛЮЧЕНО	ЗМН	МТЗ 2
Вх. Триг. «Не-испр2»	ОТКЛ от защит 2	УРОВ	–	–	МТЗ 3
–	–	Пуск УРОВ	–	–	УМТЗ
–	–	Пуск по I	РВ	–	МТЗ 3 сигн
–	–	Неиспр ШП	РО	U _{сш}	–
–	–	Несоотв цепей упр	Неисправность МПЗ	–	–
Напряжение секции	–	Отказ ВВ	–	1 сигн	Пуск МТЗ
Неусп АВР	Направление У/Л	Защита ЭМ	Блокировка	2 сигн	–
Пуск АВР	Переход на «Уставки 2»	Самопр ОТКЛ	Квитирование	3 сигн	–
Пуск возврата	–	Блок от защит	Неиспр	4 сигн	–
Сброс возврата	–	Блокировка АПВ	Авария	1 откл	–
ВКЛ ВВ по АВР	ВКЛ ТУ	ОТКЛ от УРОВ	Готовность	2 откл	–
ОТКЛ ВВ по АВР	ОТКЛ ТУ	Отсут-ет напр-ние при МТЗ	Вызов	3 откл	–
ВКЛ СВ по АВР	СБРОС ТУ	Неиспр 3	РПВ	4 откл	ЗЗ
ОТКЛ СВ по АВР	СБРОС ПУ	ЛЗШ	РПО	Нагрузка	ЗЗ сигнал



Таблица Е.3 – Секционный выключатель

Признак 0	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5
–	ОТКЛ от защит	–	ВКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 1
Вх. Триг. «Неиспр1»	ОТКЛ от защит 1	–	ОТКЛЮЧЕНО	–	МТЗ 2
Вх. Триг. «Неиспр2»	ОТКЛ от защит 2	УРОВ	–	–	МТЗ 3
–	–	Пуск УРОВ	–	–	УМТЗ
–	–	Пуск по I	РВ	–	МТЗ 3 сигн
–	–	Неиспр ШП	РО	U _{сш}	–
–	–	Несоотв цепей упр	Неисправность МПЗ	–	–
–	–	Отказ ВВ	–	1 сигн	Пуск МТЗ
–	–	Защита ЭМ	Блокировка	2 сигн	–
–	Переход на «Ус-тавки 2	Самопр ОТКЛ	Квитирование	3 сигн	–
–	–	Блок от защит	Неиспр	4 сигн	–
–	–	–	Авария	1 откл	–
–	ВКЛ ТУ	ОТКЛ от УРОВ	Готовность	2 откл	–
–	ОТКЛ ТУ	Отсут-ет напр-ние при МТЗ	Вызов	3 откл	–
–	СБРОС ТУ	Неиспр 3	РПВ	4 откл	ЗЗ
–	СБРОС ПУ	ЛЗШ	РПО	Нагрузка	ЗЗ сигнал

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (рекомендуемое)
Список событий «протоколов событий»

Таблица Ж.1

№ пп	События ОТ	События ВВ	События СВ
1	Питание снято/подано	Питание снято/подано	Питание снято/подано
2	Очистка счетчиков моточасов	Очистка счетчиков моточасов	Очистка счетчиков моточасов
3	Очистка счетчиков энергии	Очистка счетчиков энергии	Очистка счетчиков энергии
4	---	---	---
5	Включение/отключение ВВ местное	Включение/отключение ВВ местное	Включение/отключение ВВ местное
6	Включение/отключение ВВ через ТУ	Включение/отключение ВВ через ТУ	Включение/отключение ВВ через ТУ
7	Квитирование через ПУ/ТУ/местное	Квитирование через ПУ/ТУ/местное	Квитирование через ПУ/ТУ/местное
8	Очистка счетчиков комму- таций	Очистка счетчиков комму- таций	Очистка счетчиков комму- таций
9	Очистка счетчиков срабаты- вания защит	Очистка счетчиков срабатывания защит	Очистка счетчиков срабаты- вания защит
10	Включение ВВ по АПВ	Включение ВВ по АПВ	---
11	Программирование заво- дских настроек	Программирование заводских настроек	Программирование заво- дских настроек
12	Восстановление заводских настроек	Восстановление заводских настроек	Восстановление заводских настроек
13	Автоматический переход на зимнее/летнее время	Автоматический переход на зимнее/летнее время	Автоматический переход на зимнее/летнее время
14	Заводская конфигурация входов/выходов ОТ	Отключение/включение ВВ по АВР	Отключение/включение СВ по АВР
15	Программирование заво- дских уставок ОТ	Заводская конфигурация входов/выходов ВВ	Заводская конфигурация входов/выходов СВ
16	---	Программирование заводских уставок ВВ	Программирование заво- дских уставок СВ