ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
КОМПЛЕКСНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УСТРОЙСТВО МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ КИТ-Р-А11-РУ-01

Руководство по эксплуатации
ТРБН.656122.011-04.01 РЭ1

Содержание Лист

1 Назначение устройства ... 7
2 Технические характеристики ... 10
2.1 Функции защит, автоматики и сигнализации ... 10
2.2 Основные технические характеристики устройства ... 11
2.3 Функциональные характеристики устройства ... 14
3 Описание функций устройства ... 17
3.1 Общие сведения ... 17
3.2 Дистанционная защита от междуфазных коротких замыканий (ДЗ) ... 17
3.3 Дистанционная защита от двойных замыканий на землю (ДЗДВ) ... 25
3.4 Блокировка при качаниях (БК) ... 32
3.5 Функция автоматического ускорения защит ... 34
3.6 Токовая отсечка (ТО) ... 35
3.7 Максимальная токовая защита (МТЗ) ... 38
3.8 Ускорение МТЗ (УМТЗ) ... 41
3.9 Контроль направления мощности (КНМ) ... 41
3.10 Пуск по напряжению (МТЗ/U) ... 43
3.11 Защита от перегрузки (ЗП) ... 45
3.12 Логическая защита шин (ЛЗШ) ... 46
3.13 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ) ... 47
3.14 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ) ... 48
3.15 Защита от феррорезонанса (ЗФР) ... 52
3.16 Защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки (ЗОФ) ... 53
3.17 Контроль измерительных цепей тока (КЦТ) ... 54
3.18 Защита по направлению мощности ... 55
3.19 Защита от повышения напряжения (ЗПН) ... 58
3.20 Защита минимального напряжения (ЗМН) ... 60
3.21 Защита от потери питания (ЗПП) ... 63
3.22 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) ... 65
3.23 Контроль напряжений (КН) ... 66
3.24 Автоматическое включение резерва (АВР) ... 69
3.25 Восстановление нормального режима после АВР (ВНР) ... 73
3.26 Автоматическое повторное включение (АПВ) ... 75
3.27 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР и ЧАПВ) ... 80
3.28 АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства ... 87
3.29 Защита от повышения и снижения частоты ... 89
3.30 Оперативное управление выключателем ... 90
3.31 Состояние защит ... 95
3.32 Управление выключателем ... 100
3.33 Диагностика выключателя ... 102
3.34 Контроль измерительных цепей напряжения (КЦН) ... 105
3.35 Функции сигнализации ... 107
3.36 Определение места повреждения (ОМП) ... 113
3.37 Переключение групп уставок ... 115

3.38 Регистрация событий и аварий 115
3.39 Осциллографирование аварийных событий 115
3.40 Функция измерения 116
3.41 Самодиагностика 117
ПРИЛОЖЕНИЕ А - Функциональные схемы алгоритмов устройства 118

Настоящее руководство по эксплуатации ТРБН.656122.011-04.01 РЭ1 (далее – РЭ1) является второй частью общего руководства по эксплуатации ТРБН.656122.001 РЭ и предназначено для ознакомления с индивидуальными особенностями устройств микропроцессорных релейной защиты и автоматики КИТ-Р (далее – устройств), приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Исполнения устройств

Условное наименование	Обозначение	Номинальный вторичный ток	Тип дискретных входов	Интерфейсы передачи данных
КИТ-Р-А11-12-27-12-11-РУ-01	ТРБН.656122.011-04	5 А	Универсальные входы 220 В	Два RS-485, два Ethernet 100BASE-TX

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

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

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

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

На последней странице РЭ1 располагается информация о регистрации изменений, где указаны история изменений настоящего РЭ1 и версии встроенного программного обеспечения устройства, актуальные для конкретной редакции (номера изменения) РЭ1.

В тексте настоящего РЭ1 применяются следующие сокращения и обозначения:

АВР – автоматическое включение резерва;

АПВ – автоматическое повторное включение;

АСУ – автоматизированная система управления;

АУ – автоматическое ускорение;

АУВ – автоматика управления выключателем;

АЧР – автоматическая частотная разгрузка;

БК – блокировка при качаниях;

ВВ – вводной выключатель;

ВГ – высшие гармоники;

ВНР – восстановление нормального режима после АВР;

ВО – включение - отключение;

ВПО – встроенное программное обеспечение;

ДЗ – дистанционная защита;

ДЗДВ – дистанционная защита от двойных замыканий на землю;

ДУ – дистанционное управление;

ЗДЗ – защита от дуговых замыканий;

ЗМН – защита минимального напряжения;

ЗОЗЗ – защита от однофазных замыканий на землю;

ЗОФ – защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки;

ЗП – защита от перегрузки;

ЗПН – защита от повышения напряжения;

ЗПП – защита от потери питания;

ЗФР – защита от феррорезонанса;

КС – контроль синхронизма;

КЗ – короткое замыкание;

КН – контроль напряжения;

КНМ – контроль направления мощности;

КР – коммутационный ресурс;

КС – контроль синхронизма;

КЦН – контроль цепей напряжения;

КЦТ – контроль цепей тока;

ЛЗШ – логическая защита шин;

МР – механический ресурс;

МТЗ – максимальная токовая защита;

НП – нулевая последовательность;

ОЗЗ – однофазное замыкание на землю;

ОМП – определение места повреждения;

ОУ – оперативное ускорение;

ПБ – перекрестная блокировка;

ПО – пусковой орган;

РДШ – реле дешунтирования;

РСЧ – реле снижения частоты;

РАВР – разрешение АВР;

РЗ – релейная защита;

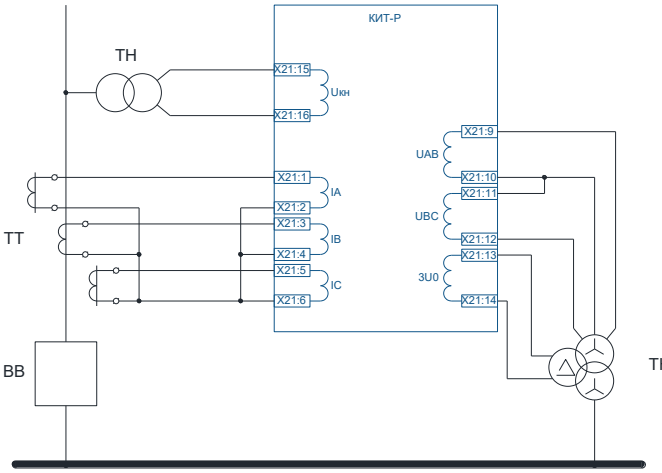
РМ – реле мощности;
РНМ – реле направления мощности;
РПВ – реле положения выключателя «включено»;
РПО – реле положения выключателя «отключено»;
РПЧ – реле повышения частоты;
РС – реле сопротивления;
РСЧ – реле снижения частоты;
РУ – распределительное устройство;
РЧ – реле частоты;
СВ – секционный выключатель;
СО – самопроизвольное отключение;
ТАПВ – трехфазное автоматическое повторное включение;
ТН – трансформатор напряжения;
ТНП – трансформатор нулевой последовательности;
ТО – токовая отсечка;
ТТ – трансформатор тока;
ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности;
УМТЗ – ускорение максимальной токовой защиты;
УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя;
ЦН – цепи напряжения;
ЦУ – цепь управления;
ЧАПВ – частотное автоматическое повторное включение.

1 НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

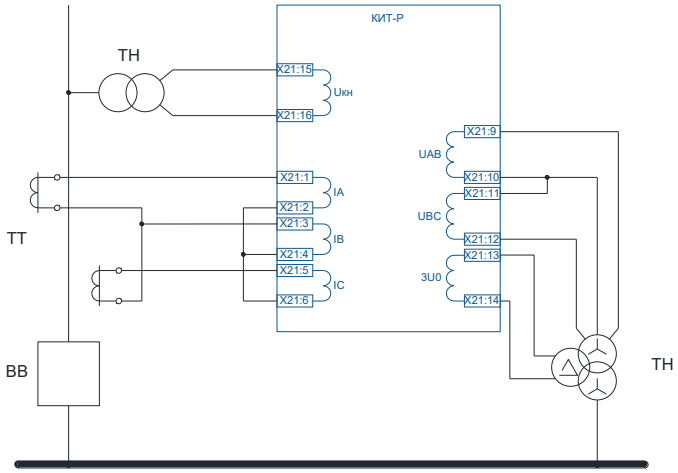
Устройства (см. таблицу 1) предназначены для выполнения функций релейной защиты, автоматики и сигнализации на присоединениях вводного выключателя, секционного выключателя и отходящих линий в сетях с напряжением 6 – 10 кВ.

Устройство предназначено для работы на подстанциях с переменным оперативным током в схемах с дешунтированием электромагнитов отключения с дополнительным питанием устройства от трансформаторов тока.

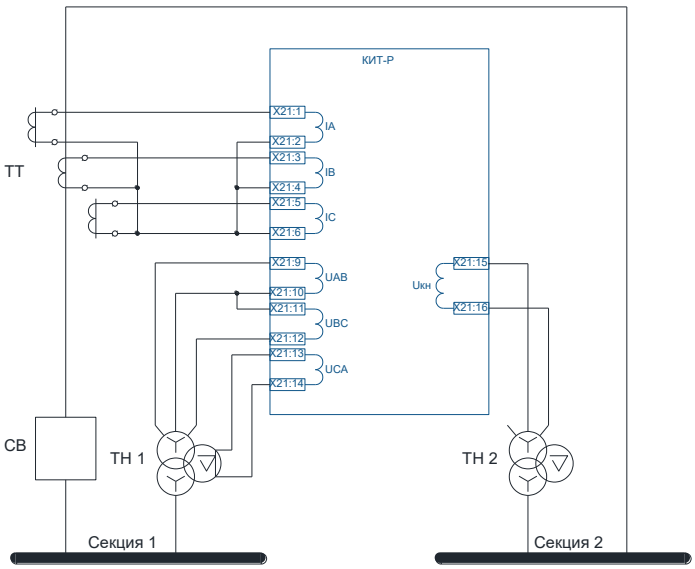
На рисунке 1.1 приведены упрощенные схемы подключения устройства.



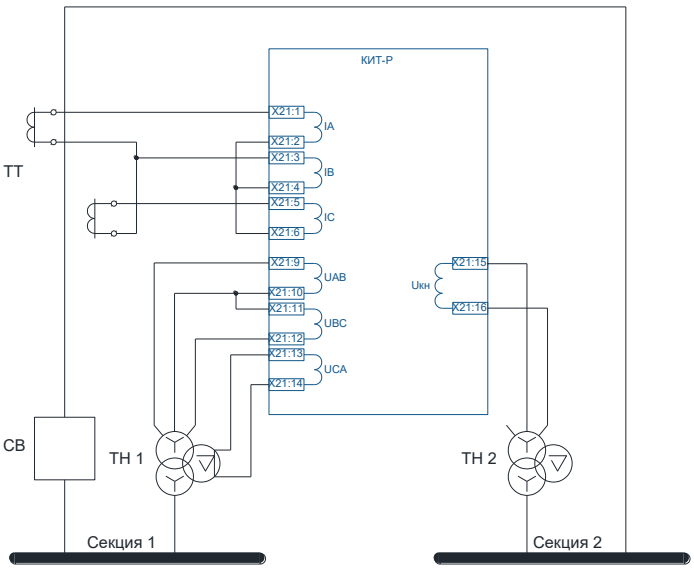
а) схема на ВВ с тремя ТТ



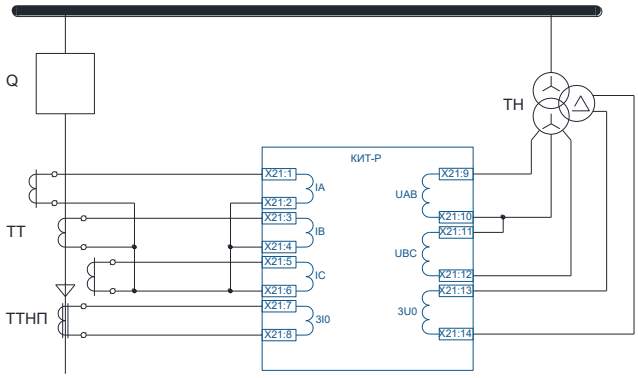
б) схема на ВВ с двумя ТТ



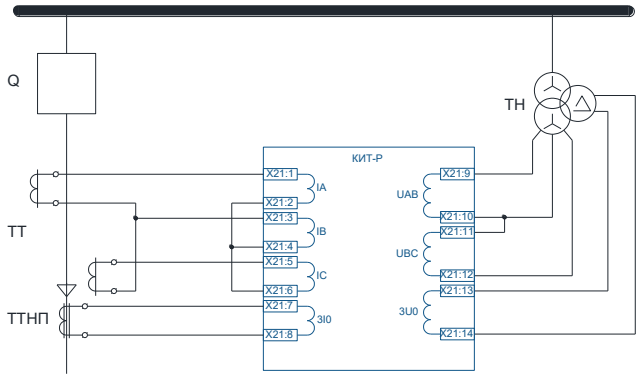
в) схема на СВ с тремя ТТ



г) схема на СВ с двумя ТТ



д) схема на отходящей линии с тремя ТТ



е) схема на отходящей линии с двумя ТТ

Рисунок 1.1 – Варианты подключения устройства

При применении трехфазных трехрелейных схем (рисунки 1.1 а), 1.1 в), 1.1 г)) при двойном замыкании на землю, показанном на рисунке 1.2, произойдет пуск токовых защит «РЗ 1», «РЗ 2». Если выдержки времени данных защит одинаковы, произойдет отключение обоих присоединений. При трехфазной трехрелейной схеме подключения защит описанная ситуация будет развиваться при всех комбинациях поврежденных фаз (А - В, В - С, С - А). Если в сети допускается работа при наличии однофазного замыкания, отключение второго присоединения является излишним.

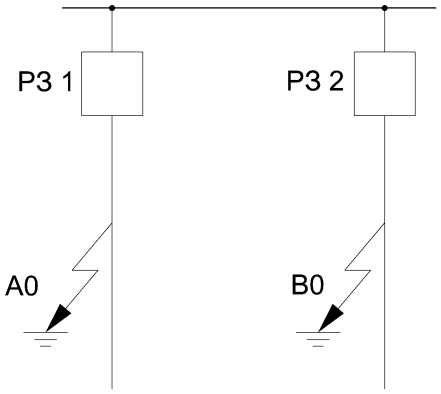
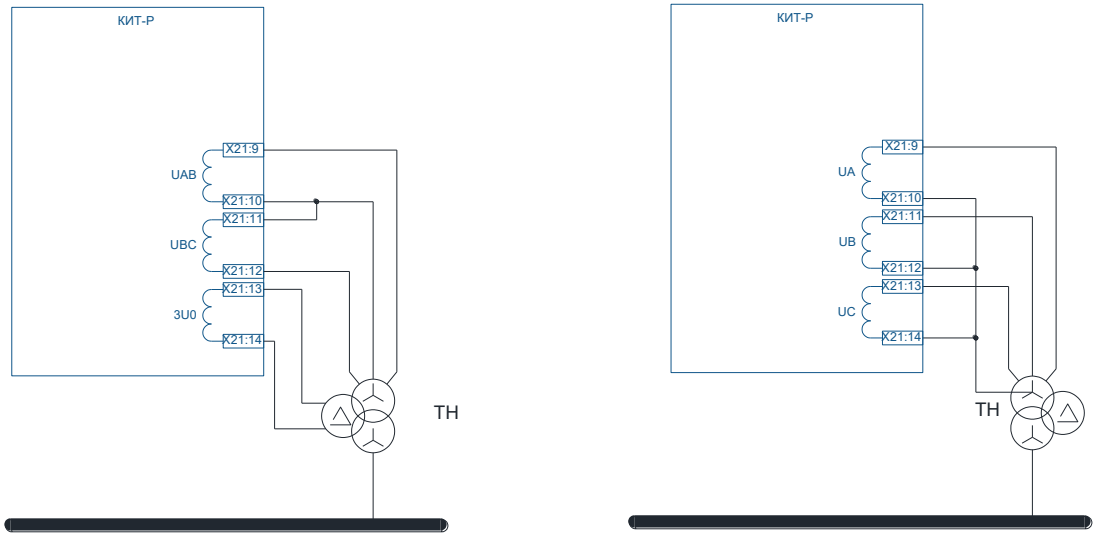


Рисунок 1.2 - Пример двойного замыкания на землю

При использовании двухфазной трехрелейной схемы при двойном замыкании на землю фаз А - В или В - С происходит отключении линии со стороны замыкания фазы А или С на землю, вторая линия остается в работе с однофазным замыканием на землю на фазе В.

В устройстве предусмотрена возможность программного перевода схемы подключения в двухфазный трехрелейный режим. При вводе программного ключа «Двухфазн.трехрел.реж» функции ДЗ, ТО и МТЗ работают по расчетному току фазы В, работа функции ДЗДВ по фазе В выводится.

В устройстве предусмотрено изменение схемы подключения напряжений со схемы «UAB, UBC, 3U0» на схему «UA, UB, UC» программным ключом: «Сх.подкл.UA,UB,UC». Примеры подключения цепей напряжения приведены на рисунке 1.3.



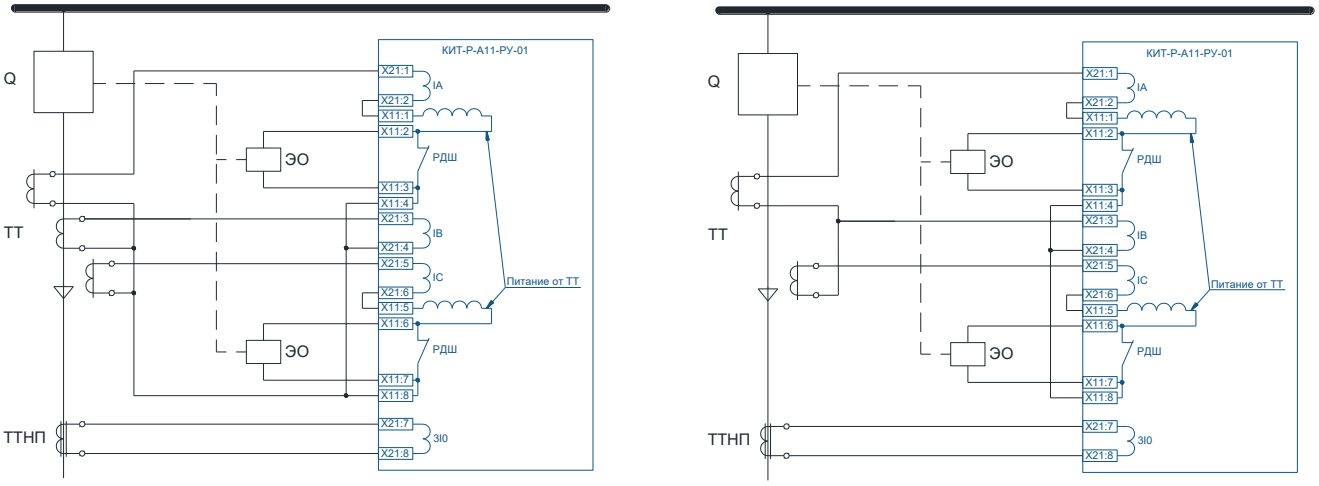
а) схема «UAB, UBC, 3U0» б) схема «UA, UB, UC»

Рисунок 1.3 – Варианты подключения цепей напряжения

При работе по схеме «UAB, UBC, 3U0» ЗОЗЗ работает по измеренному напряжению нулевой последовательности, ДЗДВ и ЗМН по фазным напряжениям не применимы.

При работе по схеме «UA, UB, UC» ЗОЗЗ работает по расчетному напряжению нулевой последовательности, возможно применение ДЗДВ и ЗМН по фазным напряжениям.

На рисунке 1.4 приведены упрощенные схемы подключения устройства с дешунтированием электромагнитов отключения:



а) схема линии с тремя ТТ б) схема с двумя ТТ

Рисунок 1.4 – Варианты подключения цепей тока устройства

При работе по схемам с дешунтированием (рисунок 1.4) дополнительное питание устройства осуществляется от трансформаторов тока. Отключение выключателя производится за счёт энергии срабатывания электромагнита отключения с использованием нормально-замкнутого контакта выходного реле устройства для дешунтирования цепи отключения.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Функции защит, автоматики и сигнализации

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

Таблица 2.1 – Основные функции защит, автоматики и сигнализации

Наименование функции	Код ANSI	Пункт РЭ1
Дистанционная защита от междуфазных замыканий, 3 ступени	21	3.2
Дистанционная защита от двойных замыканий на землю, 2 ступени	21	3.3
Блокировка при качаниях	68	3.4
Токовая отсечка	50	3.6
Максимальная токовая защита, 3 ступени	51, 67, 51V	3.7
Пуск по напряжению для МТЗ	-	3.10
Контроль направления мощности	-	3.9
Ускорение МТЗ	A51	3.8
Защита от перегрузки	51	3.11
Защита от дуговых замыканий	AFD	3.13
Логическая защита шин	-	3.12
Защита от однофазных замыканий на землю	59N	3.14
Защита от феррорезонанса	-	3.15
Защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки	46	3.16
Защита по контролю направления мощности	32P, 32Q, 37P, 37Q,	3.18
Защита повышения напряжения	59	3.19
Защита минимального напряжения, 2 ступени	27	3.20
Защита минимального напряжения по фазным напряжениям	27S	3.20
Защита от потери питания	-	3.21
Устройство резервирования отказа выключателя	50BF	3.22
Автоматическое включение резерва	-	3.24
Восстановление нормального режима после АВР	-	3.25
Автоматическое повторное включение линии, 2 цикла	79	3.26
Контроль синхронизма, контроль наличия и отсутствия напряжений на секции шин и на вводе	25, 59, 27	3.23
Автоматическая частотная разгрузка, 3 очереди	-	3.27
Частотное автоматическое повторное включение	-	
Автоматическая частотная разгрузка по сигналу от внешнего устройства	-	3.28
Частотное автоматическое повторное включение по сигналу от внешнего устройства	-	
Защита повышения частоты	81H, 81O	3.29
Защита понижения частоты	81L, 81U	
Защита по скорости изменения частоты	81R	
Управление выключателем	-	3.30, 3.32
Диагностика состояния выключателя	-	3.33
Диагностика цепей напряжения	60	3.34

Продолжение таблицы 2.1

Наименование функции	Код ANSI	Пункт РЭ1
Диагностика цепей тока	-	3.17
Определение места повреждения	-	3.36
Аварийная сигнализация	-	3.35
Предупредительная сигнализация	-	
Сигнализация срабатывания автоматики	-	

2.2 Основные технические характеристики устройства

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

Таблица 2.2 – Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Оперативное питание	
Тип оперативного тока	Переменный, постоянный, выпрямленный
Диапазон напряжения питания, В	85-264
Измерительные аналоговые входы	
Количество измерительных каналов тока	3
Количество измерительных каналов тока нулевой последовательности	1
Количество измерительных каналов напряжения	4
Диапазон контролируемых значений каналов тока, А	0,25 – 250,00
Диапазон контролируемых значений канала тока нулевой последовательности, А	0,004 – 4,000
Диапазон контролируемых значений каналов напряжения, В	2 – 264
Дискретные входы	
Количество дискретных входов	18
Универсальные дискретные входы с номинальным напряжением 220 В и импульсом режекции тока	
Значение напряжения срабатывания на переменном и постоянном оперативном токе, В	От 150 до 170
Значение напряжения возврата на переменном оперативном токе, В	От 100 до 130
Значение напряжения возврата на постоянном оперативном токе, В	От 102 до 112
Минимальная длительность сигнала на переменном оперативном токе, мс, не более	25 при напряжении 170 В 15 при напряжении 220 В
Минимальная длительность сигнала на постоянном оперативном токе, мс, не более	20 при напряжении 170 В 15 при напряжении 220 В
Дополнительная программно-регулируемая задержка срабатывания, мс	0 – 30
Срабатывание при обратной полярности	Да

Продолжение таблицы 2.2

Наименование параметра	Значение
Дискретные входы с внутренним питанием	
Количество дискретных входов	3
Тип оперативного тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	24
Собственное время срабатывания, не более, мс	5
Дополнительная программно-регулируемая задержка срабатывания, мс	0 – 30
Импульс режекции тока	Да
Ток во время срабатывания, мА	61 - 69
Ток в установившемся режиме, мА	9 - 11
Дискретные выходы	
Количество дискретных выходов	15
Время срабатывания, мс, не более	5
Напряжение коммутации, В	5 – 264
Коммутационная способность контактов реле при замыкании нагрузки в цепях постоянного тока напряжением 220 В, не более	40 А в течение 30 мс 30 А в течение 200 мс 15 А в течение 300 мс 10 А в течение 1 с 8 А длительно
Коммутационная способность контактов реле при размыкании активно-индуктивной нагрузки с постоянной времени L/R не более 50 мс в цепях постоянного тока напряжением 220 В, не более	0,25 А
Коммутационная способность контактов реле при замыкании и размыкании нагрузки в цепях переменного тока напряжением 220 В, не более	8 А
Бесконтактные дискретные выходы	
Количество дискретных выходов	2
Коммутационная способность реле при активной нагрузке, мА	65
Входы питания от токовых цепей ТТ[1)]	
Количество входов	2
Минимальный суммарный ток, А[2)]	4
Время готовности устройства при суммарном токе 10 А, с[2)]	0,25
Время готовности устройства при суммарном токе 4 А, с[2)]	0,30
Выходы дешунтирования токовых электромагнитов отключения	
Количество выходов	2
Тип реле	Бистабильное электромеханическое реле с двумя контактами
Максимальный ток при размыкании нагрузки, А	200
Интерфейсы связи с устройством	
Тип интерфейса связи с программным комплексом «KIT.Connect»	RS-485 (разъем X32), USB
Тип интерфейса связи с АСУ	RS-485 (разъем X33)
Протоколы передачи данных в АСУ	ModBus-RTU, МЭК 60870-5-101-2006 МЭК 60870-5-103-2005
Синхронизация времени	
Тип интерфейса	RS-485 (разъем X31)
Способ синхронизации	1PPS
Интерфейсы связи Ethernet	
Тип интерфейса связи с АСУ	Ethernet 100BASE-TX (разъемы X34, X35)

Продолжение таблицы 2.2

Наименование параметра	Значение
Протоколы передачи данных в АСУ	ModBus-TCP, МЭК 60870-5-104-2004
Встроенное программное обеспечение	
Собственное время срабатывания пусковых органов по току, приращению тока, напряжению, сопротивлению и мощности, не более, мс	25
Время возврата пусковых органов по току, напряжению, сопротивлению и мощности, не более, мс	25
Собственное время срабатывания пускового органа тока нулевой последовательности, реагирующего на высшие гармонические составляющие, не более, мс	50
Время возврата пускового органа тока нулевой последовательности, реагирующего на высшие гармонические составляющие, не более, мс	50
Собственное время срабатывания пусковых органов частоты	от 60 до 120 мс
Время возврата пусковых органов частоты	от 60 до 120 мс
[1] Питание от токовых цепей осуществляется при отсутствии оперативного питания [2] Под суммарным током понимается суммарный ток фаз А и С	

2.3 Функциональные характеристики устройства

2.3.1 Схема подключения

2.3.1.1 На рисунке 2.1 приведена схема подключения устройства.

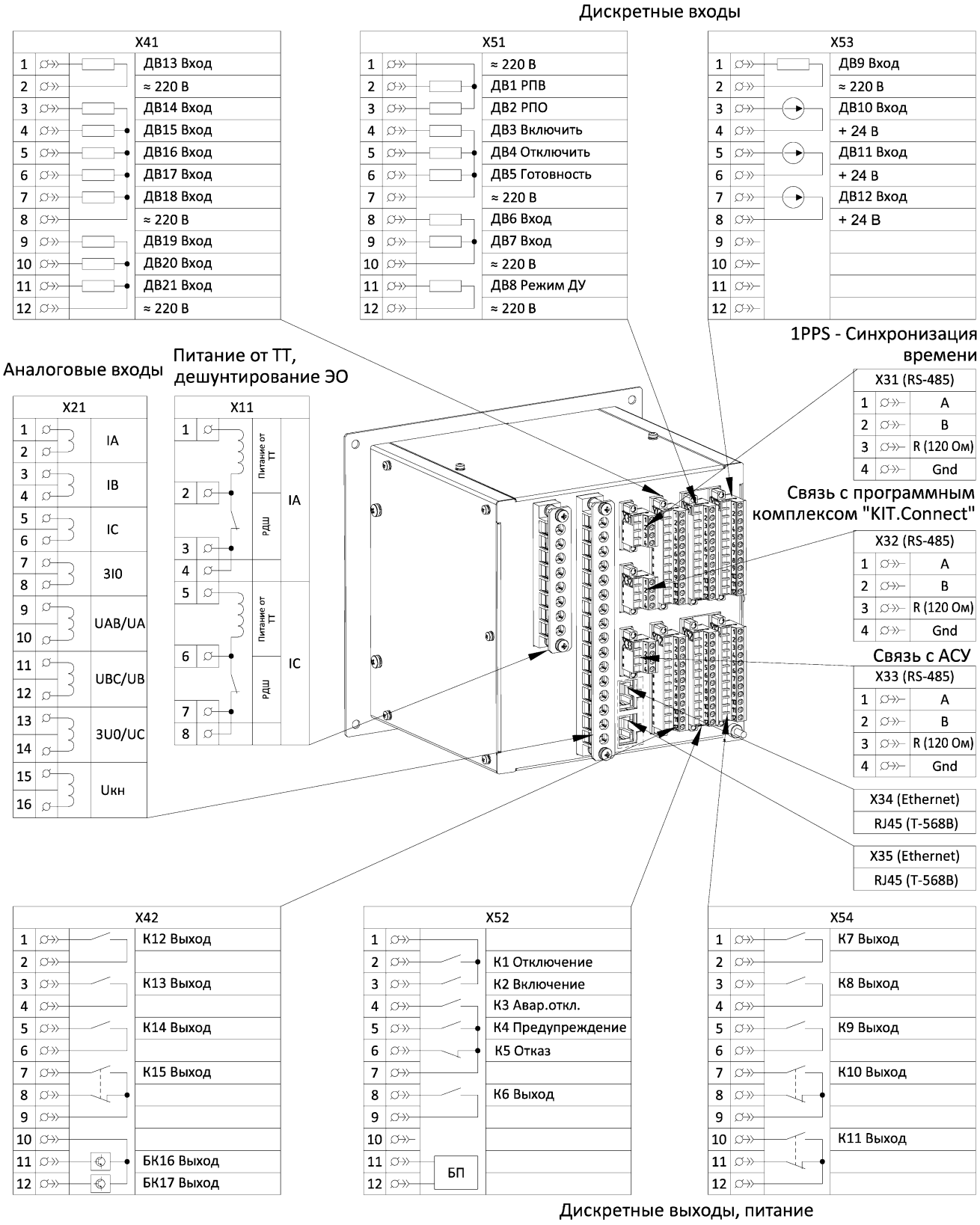


Рисунок 2.1 – Схема подключения устройства

2.3.2 Аналоговые входы

2.3.2.1 В таблице 2.3 приведен перечень аналоговых входов устройства.

Таблица 2.3 – Аналоговые входы

Наименование аналогового входа	Диапазон измерения	Функциональное назначение
IA	0,25 – 250,00 А	Ток фазы А
IB		Ток фазы В
IC		Ток фазы С
3I0	0,004 – 4,000	Ток нулевой последовательности
UAB/UA[1)]	2 – 264 В	Напряжение UAB / Напряжение фазы А
UBC/UB[1)]		Напряжение UBC / Напряжение фазы В
3U0/UC[1)]		Напряжение 3U0/ Напряжение фазы С
Uкн		Контрольное напряжение на смежном элементе
[1)] Изменение схемы подключения напряжений со схемы «UAB, UBC, 3U0» на схему «UA, UB, UC» выполняется программным ключом: «Сх.подкл.UA,UB,UC».		

2.3.2.2 В случае применения устройства в схеме с обратным чередованием фаз для исключения ошибочной работы необходимо ввести программный ключ «Обратное черед. фаз»

2.3.3 Дискретные входы и выходы

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

Таблица 2.4 – Дискретные входы

Наименование	Функциональное назначение	Подключен к логическому
ДВ1 РПВ	Реле положения выключателя - включено	РПВ
ДВ2 РПО	Реле положения выключателя - отключено	РПО
ДВ3 Включить	Оперативное включение выключателя	ВКЛЮЧИТЬ
ДВ4 Отключить	Оперативное отключение выключателя	ОТКЛЮЧИТЬ
ДВ5 Готовность	Сигнал готовности привода к включению выключателя	Готовность привода
ДВ6 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ7 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ8 Режим ДУ	Сигнал переключения режимов управления выключателем	Режим ДУ
ДВ9 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ10 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ11 Вход	Назначаемый дискретный вход	-

Продолжение таблицы 2.4

Наименование	Функциональное назначение	Подключен к логическому
ДВ12 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ13 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ14 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ15 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ16 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ17 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ18 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ19 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ20 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ21 Вход	Назначаемый дискретный вход	-

Таблица 2.5 – Дискретные выходы

Наименование дискретного выхода	Функциональное назначение	Подключен к логическому выходу
К1 Отключение	Отключение выключателя	Отключение выкл.
К2 Включение	Включение выключателя	Включение выкл.
К3 Авар.откл.	Аварийное отключение выключателя	Аварийное откл.
К4 Предупреждение	Предупредительная сигнализация	Предупреждение
К5 Отказ[1)]	Отказ устройства	Отказ КИТ
К6 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К7 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К8 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К9 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К10 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К11 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К12 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К13 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К14 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
К15 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
БК16 Выход	Назначаемый бесконтактный дискретный выход	-
БК17 Выход	Назначаемый бесконтактный дискретный выход	-
[1)] Назначение дискретного выхода не изменяется.		

3 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ УСТРОЙСТВА

3.1 Общие сведения

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

Все функциональные схемы алгоритмов устройства приведены в приложении А.

Для всех функций устройства уставки защит, автоматики и сигнализации приведены во вторичных значениях.

3.2 Дистанционная защита от междуфазных коротких замыканий (ДЗ)

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

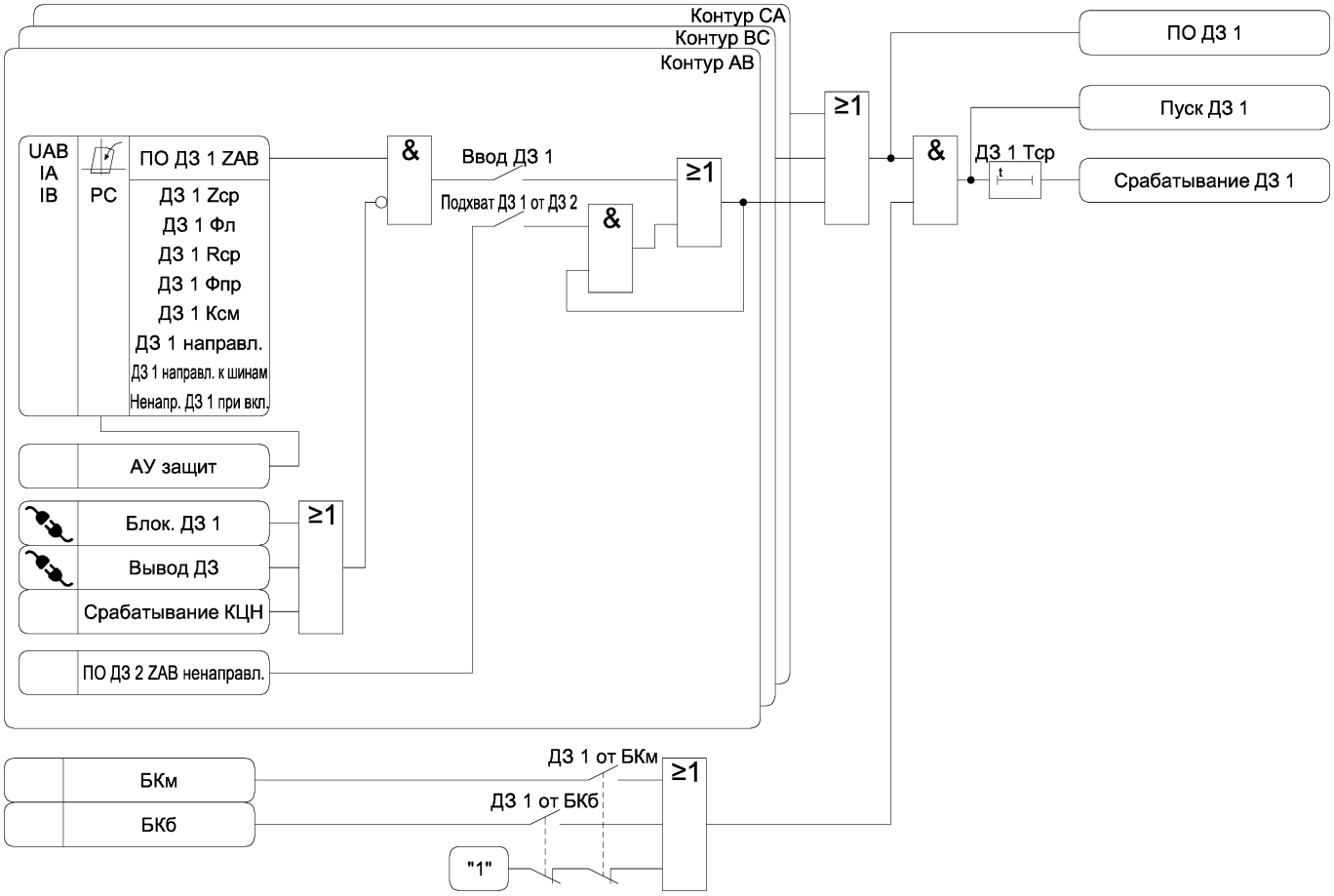


Рисунок 3.1 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

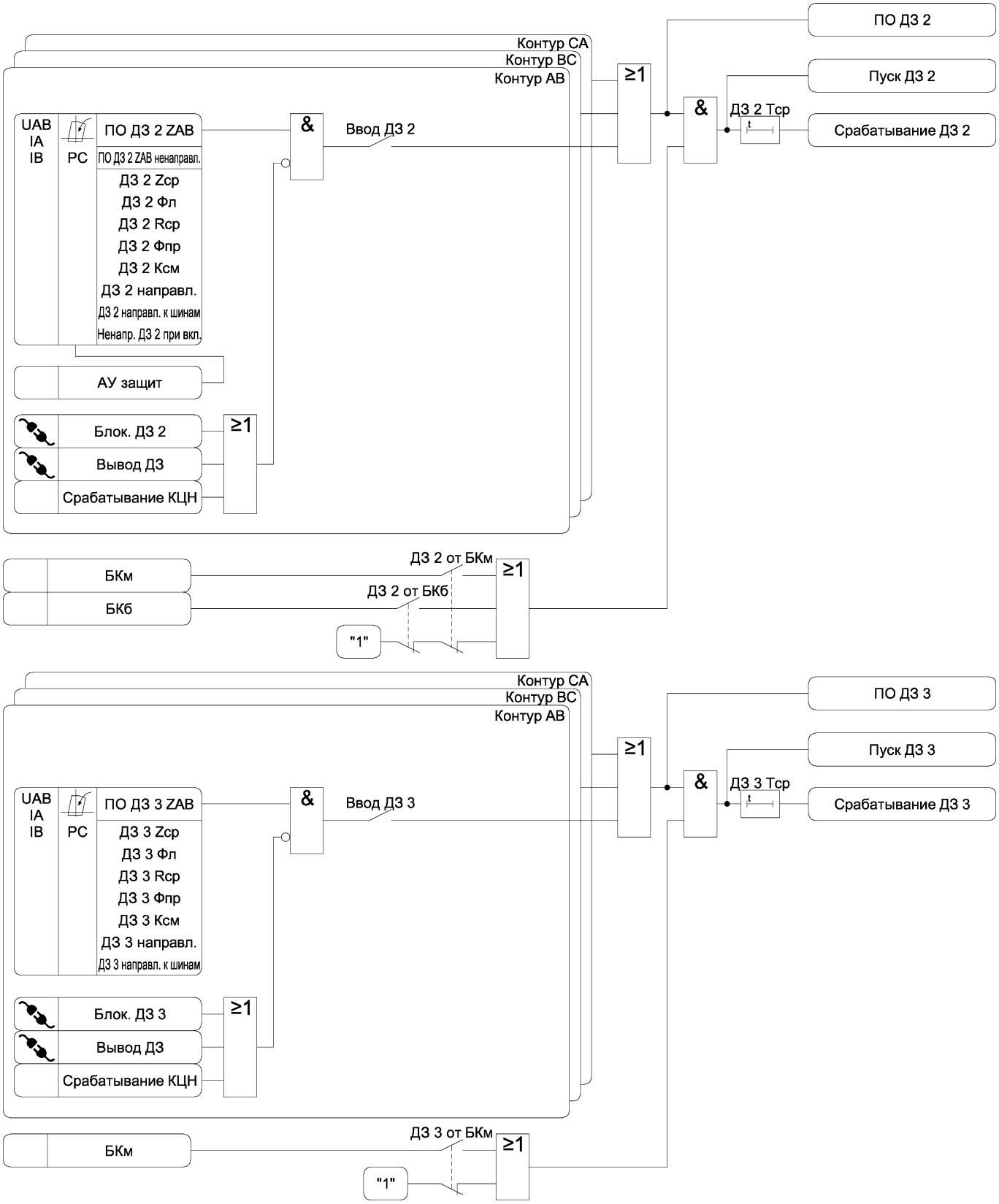


Рисунок 3.1 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

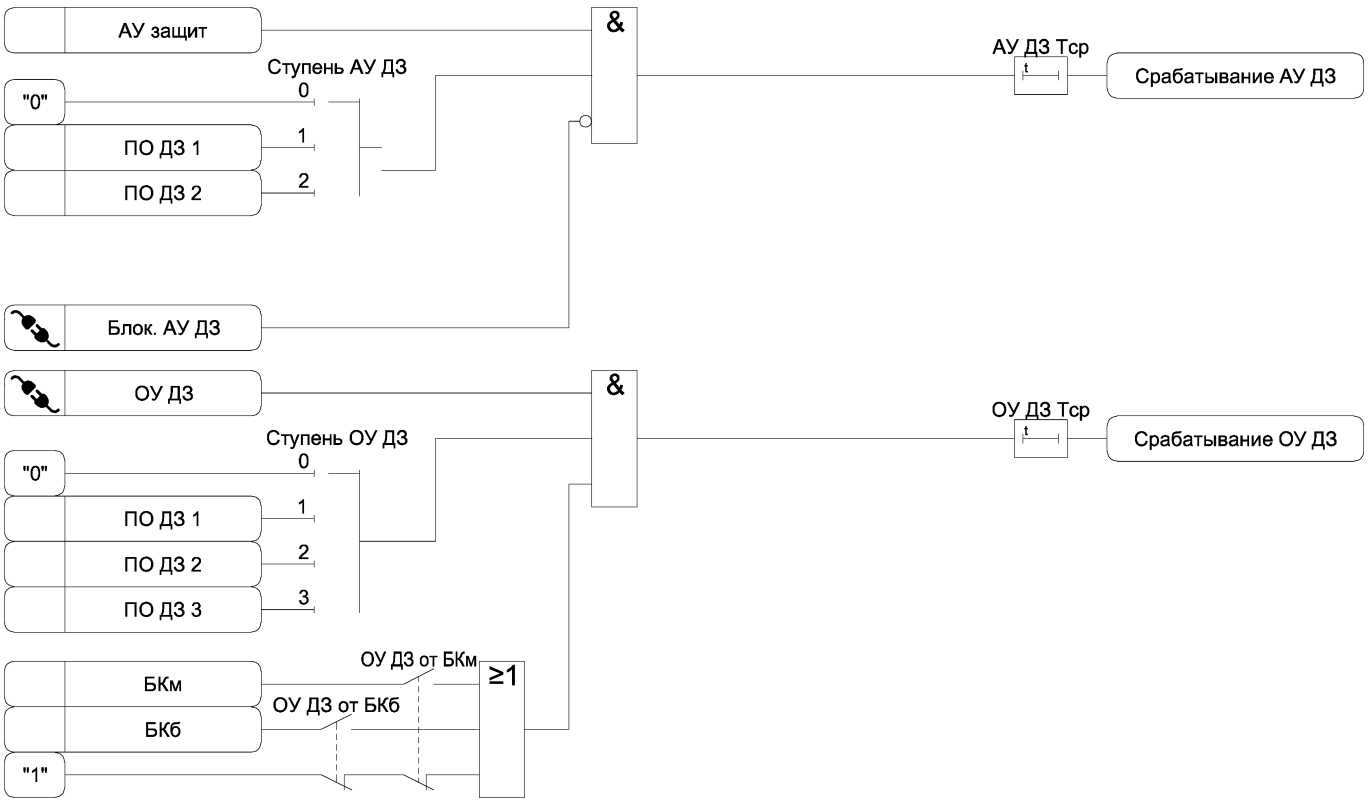


Рисунок 3.1 в) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

Таблица 3.1 – Параметры ДЗ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ступень 1				
Ввод ДЗ 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод первой ступени ДЗ
ДЗ 1 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗ 1, Ом
ДЗ 1 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗ 1, гр
ДЗ 1 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗ 1, Ом
ДЗ 1 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗ 1, гр
ДЗ 1 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 1
ДЗ 1 Тср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 1, с
ДЗ 1 направл.	0 – 1	0	1	Ввод направленности ДЗ 1
ДЗ 1 направл. к шинам	☐ – ☑	☐	-	Ввод направленности ДЗ 1 к шинам
Ненапр. ДЗ 1 при вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод ненаправленного режима ДЗ 1 при включении линии

Продолжение таблицы 3.1

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Подхват ДЗ 1 от ДЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод подхвата ДЗ 1 от ненаправленной характеристики ДЗ 2
ДЗ 1 от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗ 1 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗ 1 от БКб	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗ 1 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень 2				
Ввод ДЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод второй ступени ДЗ
ДЗ 2 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗ 2, Ом
ДЗ 2 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗ 2, гр
ДЗ 2 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗ 2, Ом
ДЗ 2 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗ 2, гр
ДЗ 2 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 2
ДЗ 2 Тср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 2, с
ДЗ 2 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗ 2
ДЗ 2 направл. к шинам	☐ – ☑	☐	-	Ввод направленности ДЗ 2 к шинам
Ненапр. ДЗ 2 при вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод ненаправленного режима ДЗ 2 при включении линии
ДЗ 2 от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗ 2 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗ 2 от БКб	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗ 2 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень 3				
Ввод ДЗ 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод третьей ступени ДЗ
ДЗ 3 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗ 3, Ом
ДЗ 3 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗ 3, гр
ДЗ 3 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗ 3, Ом
ДЗ 3 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗ 3, гр
ДЗ 3 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 3
ДЗ 3 Тср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 3, с
ДЗ 3 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗ 3

Продолжение таблицы 3.1

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ДЗ 3 направл. к шинам	☐ – ☑	☐	-	Ввод направленности ДЗ 3 к шинам
ДЗ 3 от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗ 3 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
Зона нагрузки				
ДЗ Зона нагрузки	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки срабатывания ДЗ при нахождении в зоне нагрузки
ДЗ Фнагрузки	10 – 70	30	1	Угол нагрузки, гр
ДЗ Rнагрузки	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению зоны нагрузки, Ом
Ускорение ДЗ				
Ступень АУ ДЗ	0 – 2	0	1	Выбор ступени ДЗ, автоматически ускоряемой при включении линии
АУ ДЗ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания автоматически ускоряемой при включении линии ступени ДЗ, с
Ступень ОУ ДЗ	0 – 3	0	1	Выбор оперативно ускоряемой ступени ДЗ
ОУ ДЗ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания оперативно ускоряемой ступени ДЗ, с
ОУ ДЗ от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля оперативно ускоряемой ступени от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ОУ ДЗ от БКб	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля оперативно ускоряемой ступени от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней

Таблица 3.2 – Логические сигналы ДЗ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ДЗ 1 ZAB[1)]	Пусковой орган ДЗ 1 по контуру АВ
	ПО ДЗ 1 ZBC[1)]	Пусковой орган ДЗ 1 по контуру ВС
	ПО ДЗ 1 ZCA[1)]	Пусковой орган ДЗ 1 по контуру СА
	ПО ДЗ 2 ZAB[1)]	Пусковой орган ДЗ 2 по контуру АВ
	ПО ДЗ 2 ZBC[1)]	Пусковой орган ДЗ 2 по контуру ВС
	ПО ДЗ 2 ZCA[1)]	Пусковой орган ДЗ 2 по контуру СА
	ПО ДЗ 2 ZAB ненаправл.[1)]	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗ 2 по контуру АВ
	ПО ДЗ 2 ZBC ненаправл.[1)]	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗ 2 по контуру ВС
	ПО ДЗ 2 ZCA ненаправл.[1)]	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗ 2 по контуру СА
	ПО ДЗ 3 ZAB[1)]	Пусковой орган ДЗ 3 по контуру АВ
	ПО ДЗ 3 ZBC[1)]	Пусковой орган ДЗ 3 по контуру ВС
	ПО ДЗ 3 ZCA[1)]	Пусковой орган ДЗ 3 по контуру СА
	Блок. ДЗ 1	Блокирование ДЗ 1
	Блок. ДЗ 2	Блокирование ДЗ 2
	Блок. ДЗ 3	Блокирование ДЗ 3
	Вывод ДЗ	Вывод всех ступеней ДЗ
	Блок. АУ ДЗ	Блокирование автоматического ускорения ДЗ
	ОУ ДЗ	Оперативное ускорение ДЗ
Вход	БКб	Срабатывание блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
	БКм	Срабатывание блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
	АУ защит	Автоматическое ускорение защит при включении линии
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	ПО ДЗ 1	Пуск ДЗ 1 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗ 1	Пуск ДЗ 1
	Срабатывание ДЗ 1	Срабатывание ДЗ 1
	ПО ДЗ 2	Пуск ДЗ 2 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗ 2	Пуск ДЗ 2
	Срабатывание ДЗ 2	Срабатывание ДЗ 2
	ПО ДЗ 3	Пуск ДЗ 3 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗ 3	Пуск ДЗ 3
	Срабатывание ДЗ 3	Срабатывание ДЗ 3
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
[1)] Коэффициент возврата не более 1,07.		

3.2.2 Дистанционная защита выполнена в трехрелейном исполнении с контролем сопротивлений контуров АВ, ВС, СА. Расчет сопротивлений выполняется по формулам:

$$\bar{Z}_{AB}=\frac{\bar{U}_{AB}}{\bar{I}_A-\bar{I}_B} \quad (3.1)$$

$$\bar{Z}_{BC}=\frac{\bar{U}_{BC}}{\bar{I}_B-\bar{I}_C} \quad (3.2)$$

$$\bar{Z}_{CA}=\frac{\bar{U}_{CA}}{\bar{I}_C-\bar{I}_A} \quad (3.3)$$

где $\overline{U}_{AB}, \overline{U}_{BC}, \overline{U}_{CA}$ – вторичные значения фазных напряжений;

$\overline{I}_A, \overline{I}_B, \overline{I}_C$ – вторичные значения фазных токов.

3.2.3 В устройстве реализовано три ступени ДЗ. Характеристика срабатывания приведена на рисунке 3.2.

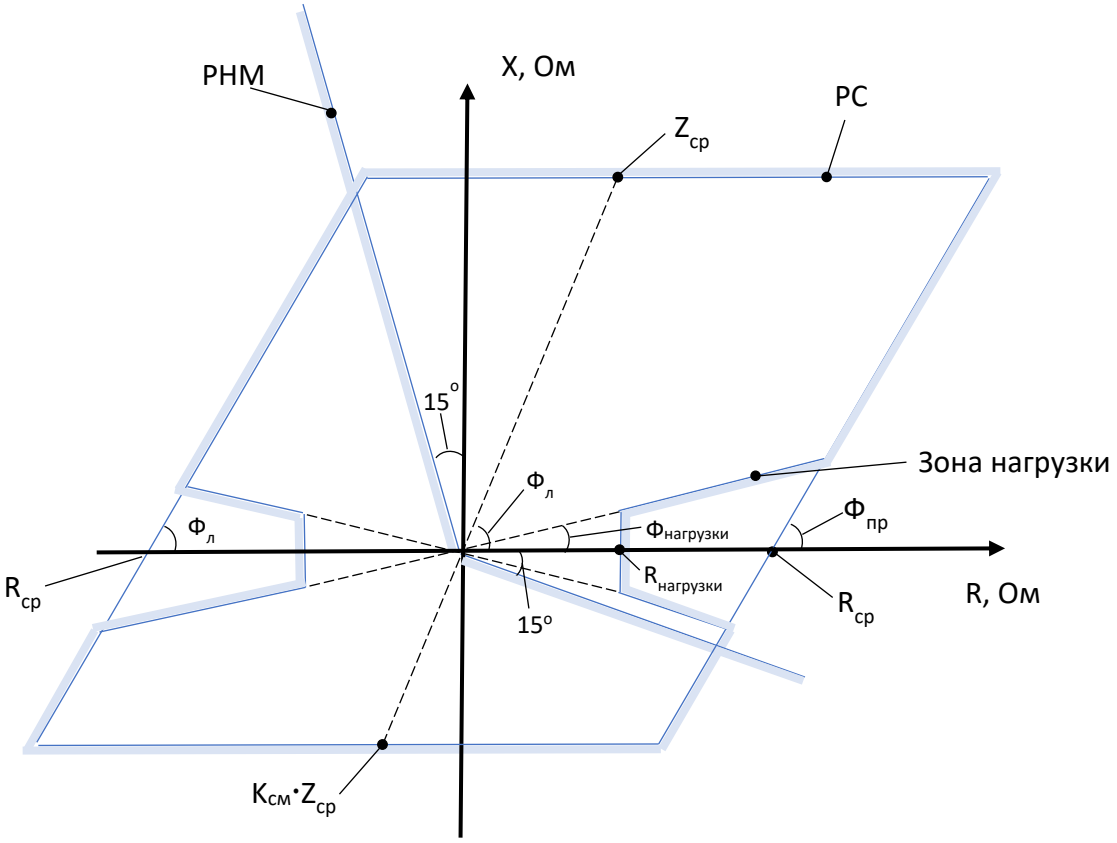


Рисунок 3.2 Характеристика срабатывания ДЗ

3.2.4 Каждая ступень ДЗ состоит из реле сопротивления (РС), охватывающего начало координат, и реле направления мощности (РНМ). Состояние РНМ контролируется только при вводе программного ключа «ДЗ 1(2,3) направл.», в противном случае ДЗ охватывает начало координат с коэффициентом смещения «ДЗ 1(2,3) Ксм».

3.2.5 При близких металлических междуфазных КЗ с малым остаточным напряжением направление мощности быть определено неверно. Для предотвращения ложной работы ДЗ при близких КЗ "за спиной" РНМ запоминает фазу напряжения предаварийного режима, что обеспечивает правильное определение направленности КЗ.

3.2.6 При снижении напряжения ниже 10 В, в течение 100 мс угол для РНМ определяется между токами IAB (IBC, ICA) и предаварийным напряжением. По истечении 100 мс состояние РНМ фиксируется. Возврат РНМ осуществляется при снижении токов ниже 0,25 А или при восстановлении значения напряжения выше 10 В. Для работы РНМ "по памяти" необходимо наличие напряжения выше 40 В не менее 50 мс.

3.2.7 Предусмотрено изменение направленности характеристики срабатывания РС и РНМ программными ключами «ДЗ 1(2,3) направл. к шинам».

3.2.8 Для предотвращения возврата первой ступени ДЗ в случае горения дуги при КЗ в конце зоны действия ступени и обеспечения отключения КЗ с минимальной выдержкой времени предусматривается возможность выполнения "подхвата" срабатывания первой ступени от направленного РС второй ступени, имеющей более широкую характеристику срабатывания.

3.2.9 Для предотвращения срабатывания ДЗ в нагрузочном режиме предусмотрено блокирование РС при попадании в зону нагрузки. Характеристика зоны нагрузки приведена на рисунке 3.2.

3.2.10 ДЗ выполняют с контролем от БК. Описание принципа работы БК см. в 3.4. Ступени с выдержкой времени менее 1,5 с выполняются от БК быстродействующих ступеней, ступени с выдержкой времени более 1,5 с – от БК медленнодействующих ступеней. При недостаточной чувствительности пусковых органов БК к КЗ в зоне дальнего резервирования, ступень выполняют без контроля от БК.

3.2.11 Рекомендуется все ступени ДЗ выполнять с контролем от БК для всех линий, в том числе с односторонним питанием или низкой вероятностью качаний, так как контроль от БК обеспечивает несрабатывание ДЗ при обрыве цепей напряжения.

3.2.12 После включения линии вводится автоматическое ускорение ступени ДЗ, защищающей всю линию (обычно 2 ступень ДЗ). Ускорение ДЗ обеспечивает отключение КЗ на всей линии без выдержки времени. Ускоряемая ступень выполняется без контроля от БК, так как пуск ступени выполняется от сигнала включения линии.

3.2.13 На линиях с двусторонним питанием, при включении линии со второй стороны возможно возникновение качаний, которые могут вызвать срабатывание ДЗ. Для предотвращения срабатывания ДЗ контролируется отсутствие напряжения при включении. Наличие напряжения свидетельствует об успешном включении со стороны, включаемой первой.

3.2.14 При установке трансформатора напряжения "в линии" при включении выключателя на близкое КЗ работа РНМ "по памяти" невозможна, поэтому при включении выключателя ускоряемая ступень должна работать в ненаправленном режиме (программный ключ «Ненапр.ДЗ1(2) при вкл.»).

3.2.15 При выводе основной защиты, как правило, вводится оперативное ускорение ступени ДЗ, охватывающей всю линию. Выдержка времени ускоряемой ступени не отстроена от цикла качаний, поэтому, если на линии возможно возникновение качаний, ускоряемая ступень выполняется с контролем от БК быстродействующих ступеней (программный ключ «ОУ ДЗ от БКб»). В противном случае оперативно ускоряемую ступень рекомендуется выполнять с контролем от БК медленнодействующих ступеней (программный ключ «ОУ ДЗ от БКм»).

3.3 Дистанционная защита от двойных замыканий на землю (ДЗДВ)

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

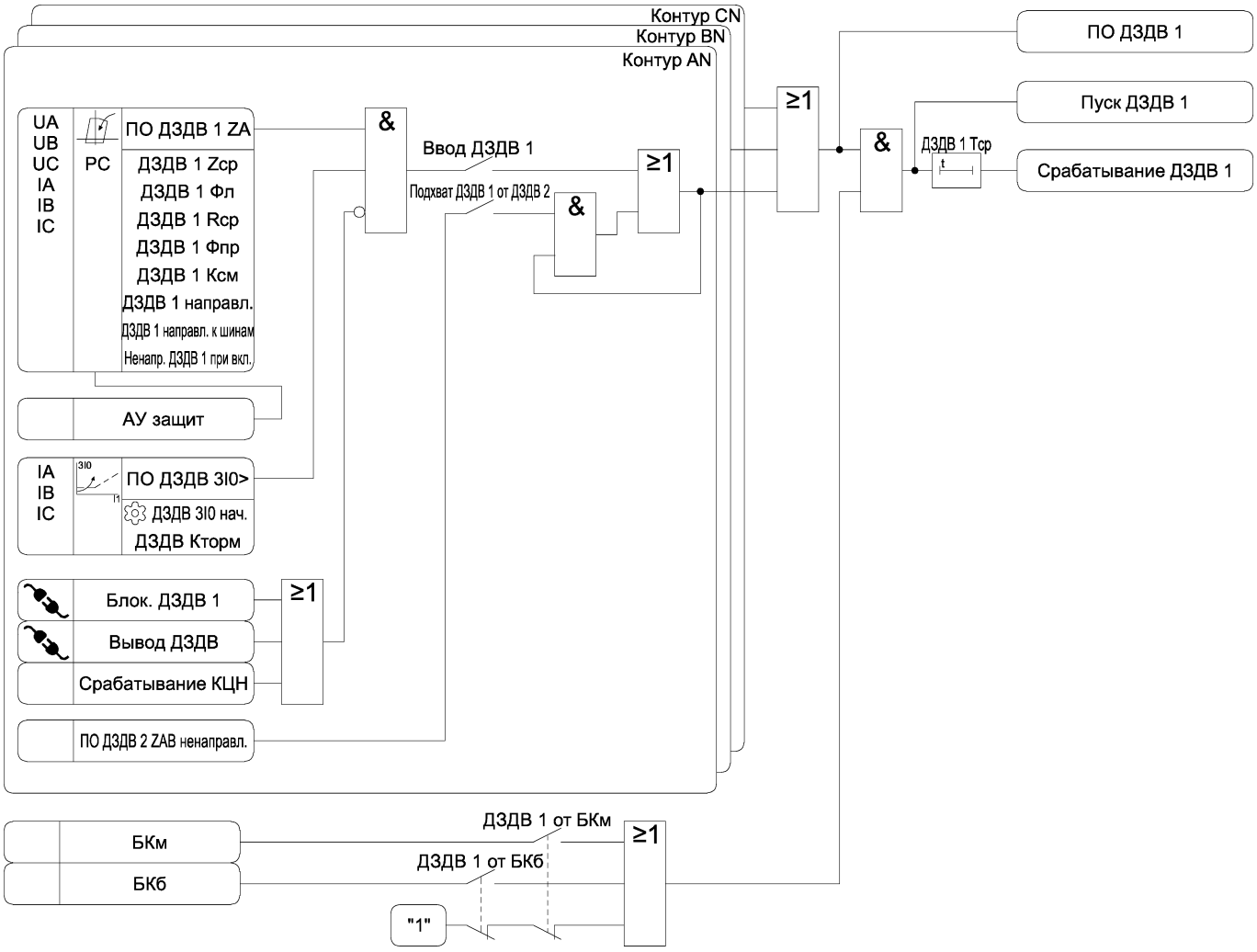


Рисунок 3.3 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗДВ

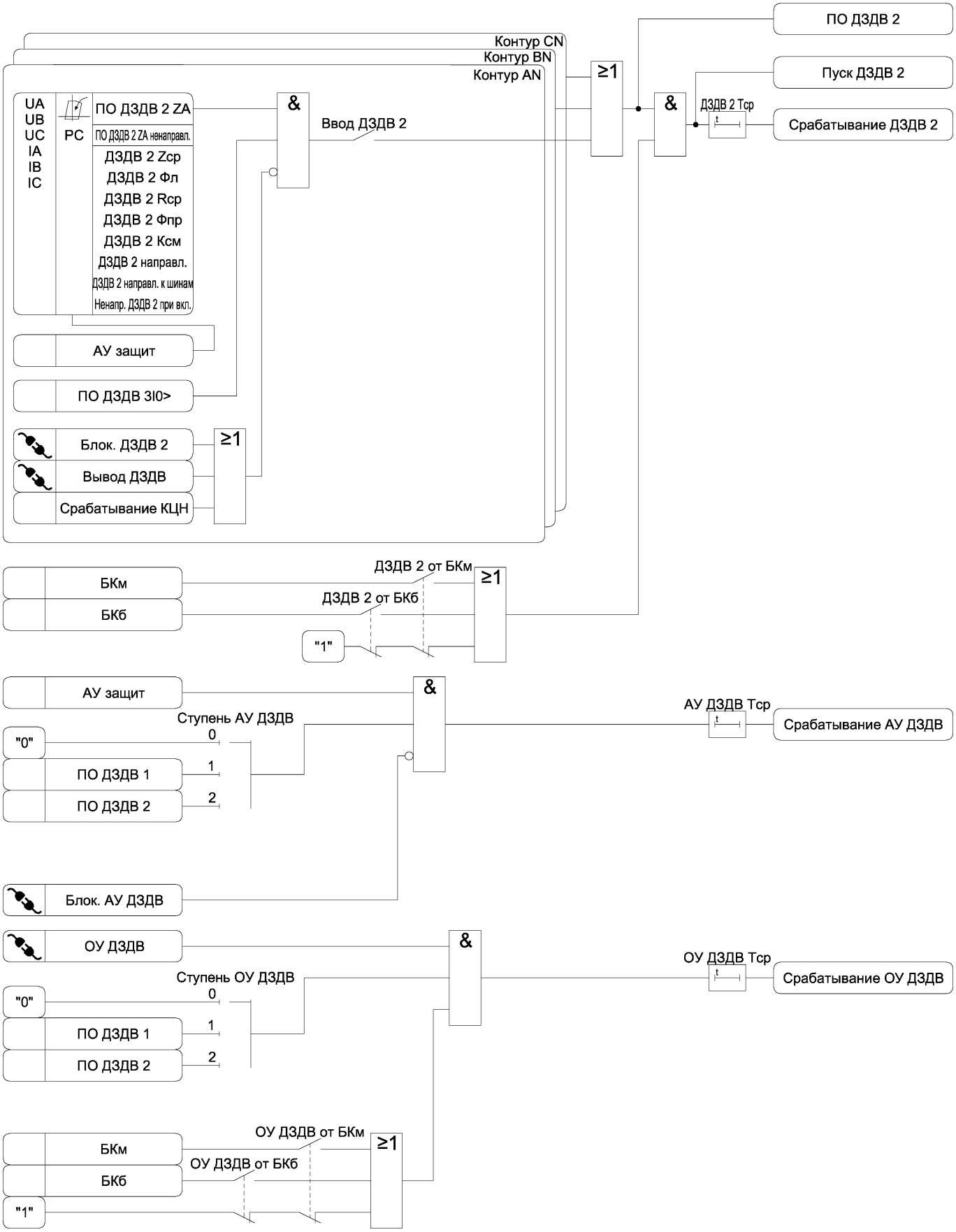


Рисунок 3.3 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗДВ

Таблица 3.3 – Параметры ДЗДВ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ступень 1				
Ввод ДЗДВ 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод первой ступени ДЗДВ
ДЗДВ 1 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗДВ 1, Ом
ДЗДВ 1 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗДВ 1, гр
ДЗДВ 1 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗДВ 1, Ом
ДЗДВ 1 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗДВ 1, гр
ДЗДВ 1 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗДВ 1
ДЗДВ 1 Tср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗДВ 1, с
ДЗДВ 1 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗДВ 1
ДЗДВ 1 направл. к шинам	☐ – ☑	☐	-	Ввод направленности ДЗДВ 1 к шинам
Ненапр. ДЗДВ 1 при вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод ненаправленного режима ДЗДВ 1 при включении линии
Подхват ДЗДВ 1 от ДЗДВ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод подхвата ДЗДВ 1 от ненаправленной характеристики ДЗДВ 2
ДЗДВ 1 от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗДВ 1 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗДВ 1 от БКб	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗДВ 1 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень 2				
Ввод ДЗДВ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод второй ступени ДЗДВ
ДЗДВ 2 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗДВ 2, Ом
ДЗДВ 2 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗДВ 2, гр
ДЗДВ 2 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗДВ 2, Ом
ДЗДВ 2 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗДВ 2, гр
ДЗДВ 2 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗДВ 2
ДЗДВ 2 Tср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗДВ 2, с
ДЗДВ 2 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗДВ 2
ДЗДВ 2 направл. к шинам	☐ – ☑	☐	-	Ввод направленности ДЗДВ 2 к шинам

Продолжение таблицы 3.3

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ненапр. ДЗДВ 2 при вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод ненаправленного режима ДЗДВ 2 при включении линии
ДЗДВ 2 от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗДВ 2 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗДВ 2 от БКб	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля ДЗДВ 2 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Зона нагрузки				
ДЗДВ Зона нагрузки	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки срабатывания ДЗДВ при нахождении в зоне нагрузки
ДЗДВ Фнагрузки	10 – 70	30	1	Угол нагрузки, гр
ДЗДВ Rнагрузки	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению зоны нагрузки, Ом
Пуск по току нулевой последовательности				
ДЗДВ 3I0 нач.	0,25 – 10,00	1,00	0,01	Уставка по начальному току срабатывания пускового органа тока нулевой последовательности, А
ДЗДВ Кторм	0,10 – 0,50	0,20	0,01	Уставка по коэффициенту торможения характеристики торможения пускового органа тока нулевой последовательности
Компенсация тока нулевой последовательности				
ДЗДВ R1уд	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное активное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км
ДЗДВ R0уд	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное активное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км
ДЗДВ X1уд	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км
ДЗДВ X0уд	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное реактивное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км
Ускорение ДЗДВ				
Ступень АУ ДЗДВ	0 – 2	0	1	Выбор ступени ДЗДВ, автоматически ускоряемой при включении линии
АУ ДЗДВ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания автоматически ускоряемой при включении линии ступени ДЗДВ, с
Ступень ОУ ДЗДВ	0 – 2	0	1	Выбор оперативно ускоряемой ступени ДЗДВ
ОУ ДЗДВ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания оперативно ускоряемой ступени ДЗДВ, с

Продолжение таблицы 3.3

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ОУ ДЗДВ от БКм	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля оперативно ускоряемой ступени от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ОУ ДЗДВ от БКб	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля оперативно ускоряемой ступени от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней

Таблица 3.4 – Логические сигналы ДЗДВ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ДЗДВ 1 ZA[1)]	Пусковой орган ДЗДВ 1 по фазе А
	ПО ДЗДВ 1 ZB[1)]	Пусковой орган ДЗДВ 1 по фазе В
	ПО ДЗДВ 1 ZC[1)]	Пусковой орган ДЗДВ 1 по фазе С
	ПО ДЗДВ 2 ZA[1)]	Пусковой орган ДЗДВ 2 по фазе А
	ПО ДЗДВ 2 ZB[1)]	Пусковой орган ДЗДВ 2 по фазе В
	ПО ДЗДВ 2 ZC[1)]	Пусковой орган ДЗДВ 2 по фазе С
	ПО ДЗДВ 2 ZA ненаправл.[1)]	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗДВ 2 по фазе А
	ПО ДЗДВ 2 ZB ненаправл.[1)]	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗДВ 2 по фазе В
	ПО ДЗДВ 2 ZC ненаправл.[1)]	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗДВ 2 по фазе С
	ПО ДЗДВ 3I0>	Пусковой орган тока нулевой последовательности ДЗДВ
	Блок. ДЗДВ 1	Блокирование ДЗДВ 1
	Блок. ДЗДВ 2	Блокирование ДЗДВ 2
	Вывод ДЗДВ	Вывод всех ступеней ДЗДВ
	Блок. АУ ДЗДВ	Блокирование автоматического ускорения ДЗДВ
	ОУ ДЗДВ	Оперативное ускорение ДЗДВ
Вход	БКб	Срабатывание блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
	БКм	Срабатывание блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
	АУ защит	Автоматическое ускорение защит при включении линии
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	ПО ДЗДВ 1	Пуск ДЗДВ 1 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗДВ 1	Пуск ДЗДВ 1
	Срабатывание ДЗДВ 1	Срабатывание ДЗДВ 1
	ПО ДЗДВ 2	Пуск ДЗДВ 2 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗДВ 2	Пуск ДЗДВ 2
	Срабатывание ДЗДВ 2	Срабатывание ДЗДВ 2
	Срабатывание АУ ДЗДВ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗДВ
	Срабатывание ОУ ДЗДВ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗДВ
[1)] Коэффициент возврата не более 1,07.		

3.3.2 ДЗДВ необходима для селективного отключения КЗ на линии при двойных замыканиях на землю, дистанционная защита от междуфазных КЗ при указанных замыканиях работает с большой погрешностью из-за некорректного расчета сопротивления. ДЗДВ применима только при

подключении устройства по трехфазной схеме (рисунки 1.1 а), 1.1 в), 1.1 г)), так как для работы функции требуется расчет тока нулевой последовательности из трех фазных токов.

3.3.3 Дистанционная защита выполнена в трехрелейном исполнении с контролем сопротивлений контуров А0, В0, С0. Расчет сопротивлений выполняется по формулам:

$$\bar{Z}_A = \frac{\bar{U}_A}{\bar{I}_A + \bar{K}_{комп} \cdot 3\bar{I}_0} \quad (3.4)$$

$$\bar{Z}_B = \frac{\bar{U}_B}{\bar{I}_B + \bar{K}_{комп} \cdot 3\bar{I}_0} \quad (3.5)$$

$$\bar{Z}_C = \frac{\bar{U}_C}{\bar{I}_C + \bar{K}_{комп} \cdot 3\bar{I}_0} \quad (3.6)$$

Расчетный ток нулевой последовательности рассчитывается по формуле:

$$3\bar{I}_0 = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C \quad (3.7)$$

где $\bar{U}_A, \bar{U}_B, \bar{U}_C$ – вторичные значения фазных напряжений;

$\bar{I}_A, \bar{I}_B, \bar{I}_C$ – вторичные значения фазных токов;

$\bar{K}_{комп}$ – коэффициент компенсации тока нулевой последовательности;

$3\bar{I}_0$ – вторичное значение расчетного тока нулевой последовательности.

Коэффициент компенсации тока нулевой последовательности рассчитывается по формуле:

$$\bar{K}_{комп} = \frac{(R_{0\,уд} - R_{1\,уд}) + j\cdot(X_{0\,уд} - X_{1\,уд})}{3 \cdot (R_{1\,уд} + j\cdot X_{1\,уд})} \quad (3.8)$$

где $R_{0\,уд}$ – удельное активное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км;

$R_{1\,уд}$ – удельное активное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км;

$X_{0\,уд}$ – удельное реактивное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км;

$X_{1\,уд}$ – удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км.

3.3.4 В устройстве реализовано две ступени ДЗДВ. Характеристика срабатывания приведена на рисунке 3.4.

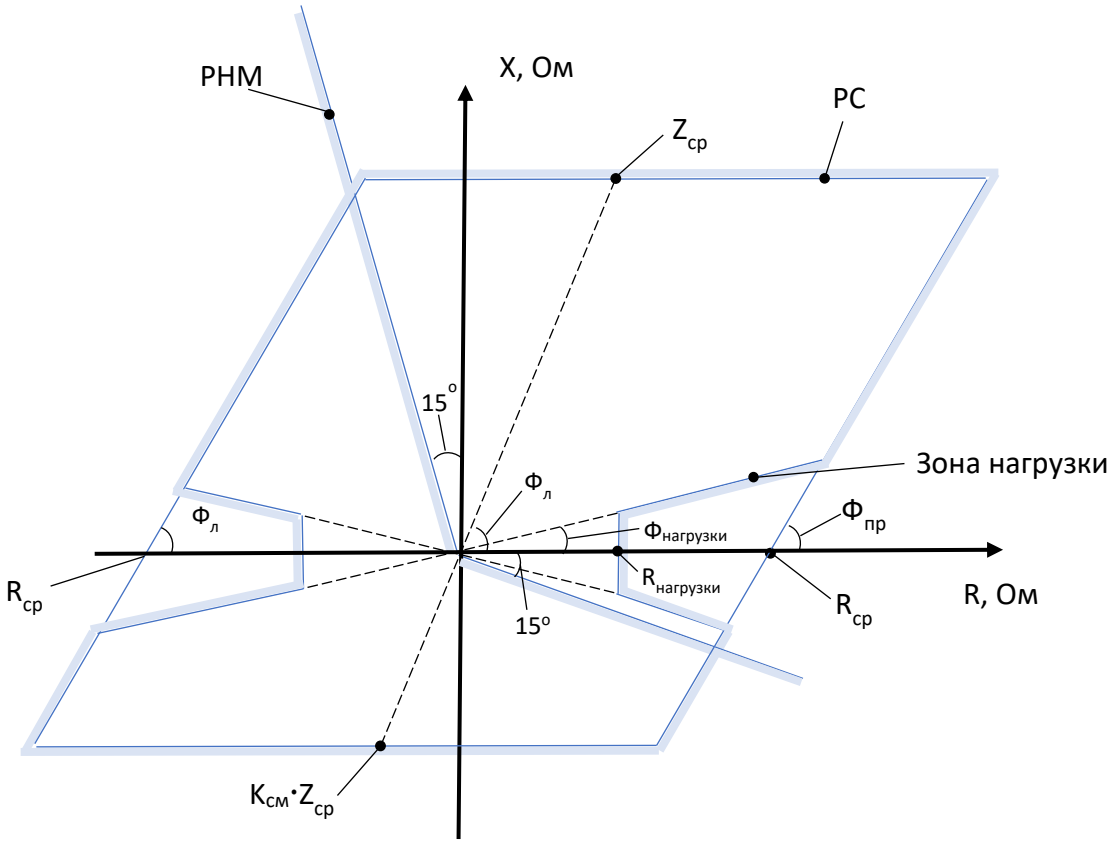


Рисунок 3.4 Характеристика срабатывания ДЗДВ

3.3.5 Каждая ступень ДЗДВ состоит из реле сопротивления (РС), охватывающего начало координат, и реле направления мощности (РНМ). Состояние РНМ контролируется только при вводе программного ключа «ДЗДВ 1(2) направл.», в противном случае ДЗДВ охватывает начало координат с коэффициентом смещения «ДЗДВ 1(2) Ксм».

3.3.6 При близких металлических междуфазных КЗ с малым остаточным напряжением направление мощности быть определено неверно. Для предотвращения ложной работы ДЗДВ при близких КЗ "за спиной" РНМ запоминает фазу напряжения предаварийного режима, что обеспечивает правильное определение направленности КЗ.

3.3.7 При снижении напряжения ниже 10 В, в течение 100 мс угол для РНМ определяется между токами IA (IB, IC) и предаварийным напряжением UA(UB, UC). По истечении 100 мс состояние РНМ фиксируется. Возврат РНМ осуществляется при снижении токов ниже 0,25 А или при восстановлении значения напряжения выше 10 В. Для работы РНМ "по памяти" необходимо наличие напряжения выше 25 В не менее 50 мс.

3.3.8 Предусмотрено изменение направленности характеристики срабатывания РС и РНМ программными ключами «ДЗДВ 1(2) направл. к шинам».

3.3.9 Для предотвращения возврата первой ступени ДЗДВ в случае горения дуги при КЗ в конце зоны действия ступени и обеспечения отключения КЗ с минимальной выдержкой времени предусматривается возможность выполнения "подхвата" срабатывания первой ступени от направленного РС второй ступени, имеющей более широкую характеристику срабатывания.

3.3.10 Для предотвращения срабатывания ДЗДВ в нагрузочном режиме предусмотрено блокирование РС при попадании в зону нагрузки. Характеристика зоны нагрузки приведена на рисунке 3.2.

3.3.11 Для выявления двойных замыканий на землю ДЗДВ выполнена с контролем наличия расчетного тока нулевой последовательности. Пусковой орган тока нулевой последовательности выполнен с торможением в соответствии с рисунком 3.5.

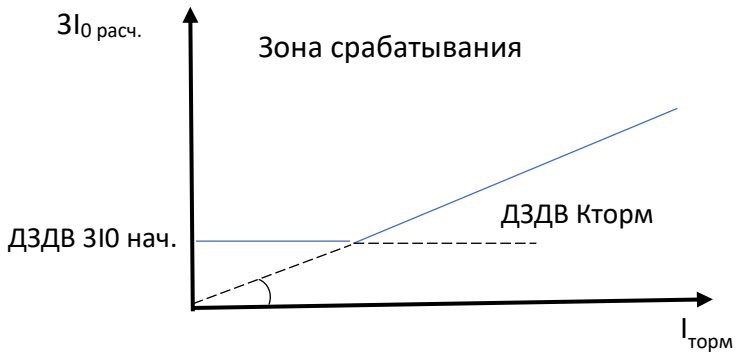


Рисунок 3.5 – Характеристика срабатывания ПО нулевой последовательности

Для определения тока торможения определяют фазы с максимальным и минимальным значением тока. Ток торможения равен значению тока в оставшейся фазе. При двойном замыкании на землю обеспечивается торможение от неповрежденной фазы.

3.3.12 ДЗДВ выполняют с контролем от БК. Описание принципа работы БК см. в 3.4. Ступени с выдержкой времени менее 1,5 с выполняются от БК быстродействующих ступеней, ступени с выдержкой времени более 1,5 с – от БК медленнодействующих ступеней. При недостаточной чувствительности пусковых органов БК к КЗ в зоне дальнего резервирования, ступень выполняют без контроля от БК.

3.3.13 После включения линии вводится автоматическое ускорение ступени ДЗДВ, защищающей всю линию (обычно 2 ступень ДЗДВ). Ускорение ДЗДВ обеспечивает отключение КЗ на всей линии без выдержки времени. Ускоряемая ступень выполняется без контроля от БК, так как пуск ступени выполняется от сигнала включения линии.

3.3.14 При установке трансформатора напряжения "в линии" при включении выключателя на близкое КЗ работа РНМ "по памяти" невозможна, поэтому при включении выключателя ускоряемая ступень должна работать в ненаправленном режиме (программный ключ «Ненапр.ДЗДВ1(2) при вкл.»).

3.3.15 При выводе основной защиты, как правило, вводится оперативное ускорение ступени ДЗДВ, охватывающей всю линию. Выдержка времени ускоряемой ступени не отстроена от цикла качаний, поэтому, если на линии возможно возникновение качаний, ускоряемая ступень выполняется с контролем от БК быстродействующих ступеней (программный ключ «ОУ ДЗДВ от БКб»). В противном случае оперативно ускоряемую ступень рекомендуется выполнять с контролем от БК медленнодействующих ступеней (программный ключ «ОУ ДЗДВ от БКм»).

3.4 Блокировка при качаниях (БК)

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

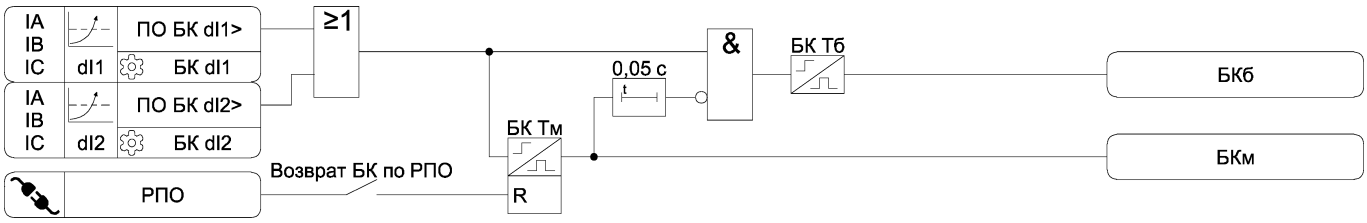


Рисунок 3.6 – Функциональная схема алгоритма БК

Таблица 3.5 – Параметры БК

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
БК dI1	0,25 – 50,00	0,50	0,01	Уставка БК по приращению тока прямой последовательности, А
БК dI2	0,25 – 50,00	0,25	0,01	Уставка БК по приращению тока обратной последовательности, А
БК Тб	0,00 – 2,00	1,00	0,01	Уставка по времени ввода быстродействующих ступеней ДЗ от БК, с
БК Тм	2,00 – 15,00	5,00	0,01	Уставка по времени ввода медленнодействующих ступеней ДЗ от БК, с
Возврат БК по РПО	☐ – ☑	☐	-	Возврат схемы блокировки при качаниях в исходное состояние при отключении выключателя

Таблица 3.6 – Логические сигналы БК

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО БК dI1>	Пусковой орган БК по приращению тока прямой последовательности
	ПО БК dI2>	Пусковой орган БК по приращению тока обратной последовательности
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
Выход	БКб	Срабатывание блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
	БКм	Срабатывание блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней

3.4.2 БК быстродействующих ступеней применяют для исключения ложного срабатывания на линиях с двусторонним питанием при качаниях в энергосистеме.

3.4.3 БК реагирует на приращение тока обратной или прямой последовательности и вводит (деблокирует) ДЗ и ДЗДВ на время, достаточное для их срабатывания. После этого быстродействующие ступени блокируются на время ввода медленнодействующих ступеней до окончания цикла АПВ для предотвращения излишних срабатываний при внешних КЗ, сопровождающихся развитием качаний.

3.4.4 Ускоренное отключение КЗ на линии в цикле АПВ обеспечивается за счет применения автоматического ускорения ДЗ и ДЗДВ при включении линии.

3.4.5 Предусмотрен ускоренный возврат БК быстродействующих ступеней при отключении выключателя для обеспечения их действия при включении линии в цикле АПВ.

3.4.6 Медленнодействующие ступени ДЗ отстроены от цикла качаний выдержкой времени. Использование БК необходимо для предотвращения ложного срабатывания при неисправностях в цепях напряжения. Работа медленнодействующих ступеней должна обеспечиваться в течение всего цикла неуспешного АПВ, поэтому время деблокировки медленнодействующих ступеней должно быть больше времени АПВ и повторного срабатывания дистанционных защит в случае неуспешного АПВ.

3.4.7 При недостаточной чувствительности пусковых органов БК к КЗ в зоне дальнего резервирования, ступень, обеспечивающая дальнее резервирование, выполняется без контроля от БК.

3.5 Функция автоматического ускорения защит

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

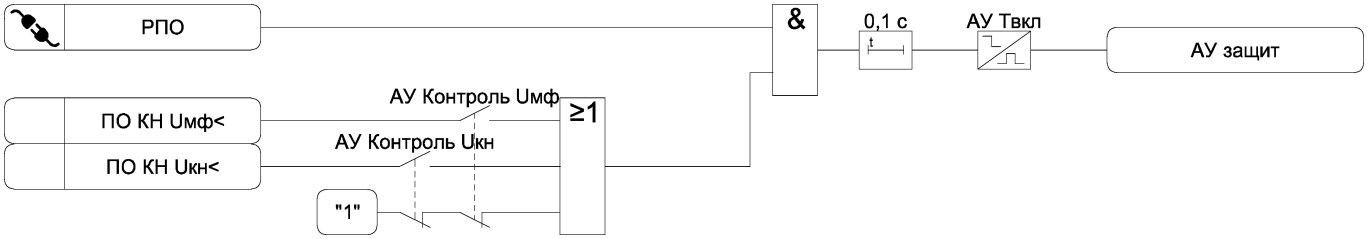


Рисунок 3.7 – Функциональная схема алгоритма автоматического ускорения защит

Таблица 3.7 – Параметры функции автоматического ускорения защит

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
АУ Твкл	0,3 – 3,00	1,00	0,01	Уставка по времени ввода автоматического ускорения при включении выключателя, с
АУ Контроль Uмф	☐ – ☑	☐	-	Контроль отсутствия Uмф для разрешения работы автоматически ускоряемых ступеней ДЗ и ДЗДВ
АУ Контроль Uкн	☐ – ☑	☐	-	Контроль отсутствия Uкн для разрешения работы автоматически ускоряемых ступеней ДЗ и ДЗДВ

Таблица 3.8 – Логические сигналы функции автоматического ускорения защит

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
Вход	ПО КН Uмф<	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн<	Пусковой орган отсутствия напряжения Uкн
Выход	АУ защит	Автоматическое ускорение защит при включении линии

3.5.2 Включение линии определяется по исчезновению сигнала РПО и действует на разрешение работы автоматически ускоряемых ступеней ДЗ и ДЗДВ.

3.5.3 На линиях с двусторонним питанием, если линия включена под напряжение с противоположной стороны, ускорение работать не должно для предотвращения срабатывания ДЗ при возникновении качаний. В этом случае для ввода автоматического ускорения необходимо контролировать отсутствие напряжения на линии.

3.6 Токовая отсечка (ТО)

3.6.1 Функциональная схема алгоритма ТО представлена на рисунке 3.8. Настраиваемые параметры ТО приведены в таблице 3.9, входные и выходные сигналы – в таблице 3.10.

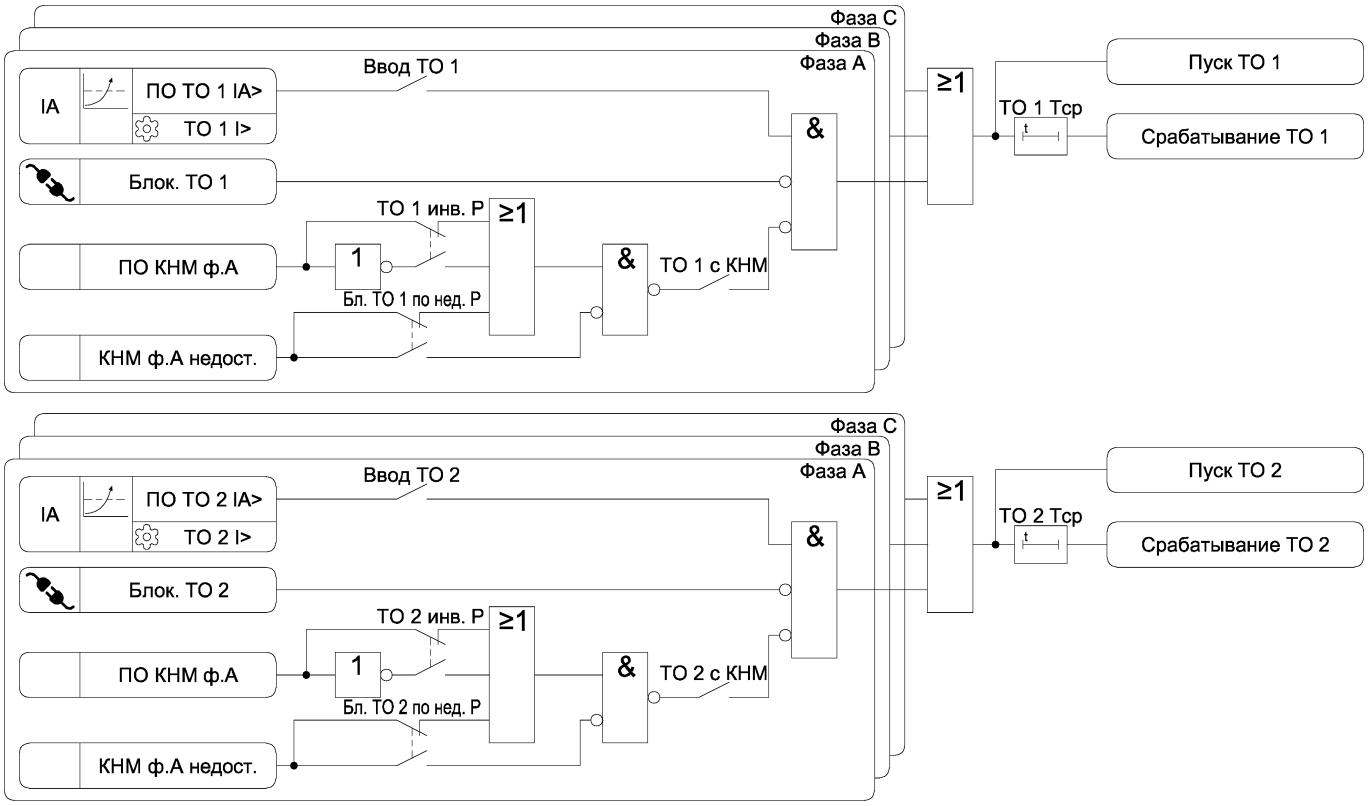


Рисунок 3.8 – Функциональная схема алгоритма ТО

Таблица 3.9 – Параметры ТО

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ступень 1				
Ввод ТО 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод ТО 1
ТО 1 I>	0,25 – 250,00	10,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТО 1, А
ТО 1 Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТО 1, с
ТО 1 с КНМ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля направления мощности для ТО 1
ТО 1 инв. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля инверсного направления мощности для ТО 1
Бл. ТО 1 по нед. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки ТО 1 при недостоверном значении направления мощности или при неисправности ЦН
Ступень 2				
Ввод ТО 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод ТО 2
ТО 2 I>	0,25 – 250,00	10,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТО 2, А
ТО 2 Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТО 2, с
ТО 2 с КНМ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля направления мощности для ТО 2
ТО 2 инв. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля инверсного направления мощности для ТО 2
Бл. ТО 2 по нед. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки ТО 2 при недостоверном значении направления мощности или при неисправности ЦН

Таблица 3.10 – Логические сигналы ТО

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ТО 1 IA>[1)]	Пусковой орган ТО 1 по фазе А
	ПО ТО 1 IB>[1)]	Пусковой орган ТО 1 по фазе В
	ПО ТО 1 IC>[1)]	Пусковой орган ТО 1 по фазе С
	ПО ТО 2 IA>[1)]	Пусковой орган ТО 2 по фазе А
	ПО ТО 2 IB>[1)]	Пусковой орган ТО 2 по фазе В
	ПО ТО 2 IC>[1)]	Пусковой орган ТО 2 по фазе С
	Блок. ТО 1	Блокирование ТО 1
	Блок. ТО 2	Блокирование ТО 2
Вход	ПО КНМ ф.А	Пусковой орган КНМ по фазе А
	ПО КНМ ф.В	Пусковой орган КНМ по фазе В
	ПО КНМ ф.С	Пусковой орган КНМ по фазе С

Продолжение таблицы 3.10

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	КНМ ф.А недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе А
	КНМ ф.В недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе В
	КНМ ф.С недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе С
Выход	Пуск ТО 1	Пуск ТО 1
	Срабатывание ТО 1	Срабатывание ТО 1
	Пуск ТО 2	Пуск ТО 2
	Срабатывание ТО 2	Срабатывание ТО 2
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.6.2 ТО выполнена пофазно с возможностью контроля направления мощности (п. 3.9). Ввод контроля направления мощности осуществляется программным ключом «ТО 1(2) с КНМ».

При недостоверном значении направления мощности или при неисправности цепей напряжения работа ТО с КНМ осуществляться одним из способов:

- при введенном программном ключе «Бл. ТО 1(2) по нед. Р» - ТО 1(2) блокируется;
- при не введенном программным ключе «Бл. ТО 1(2) по нед. Р» - ТО 1(2) работает без КНМ.

3.7 Максимальная токовая защита (МТЗ)

3.7.1 Функциональная схема алгоритма МТЗ представлена на рисунке 3.9. Настраиваемые параметры МТЗ приведены в таблице 3.11, входные и выходные сигналы – в таблице 3.12.

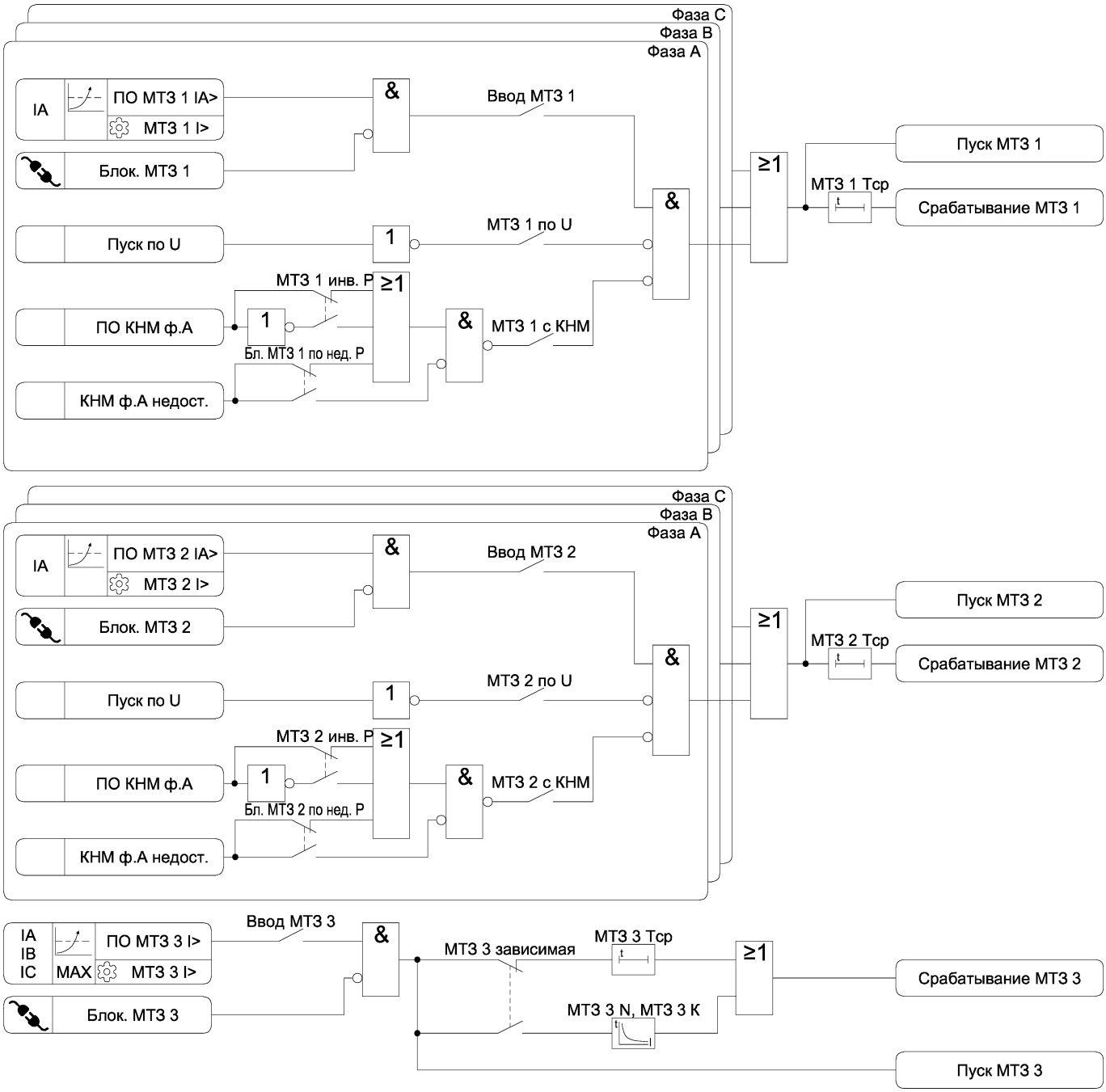


Рисунок 3.9 – Функциональная схема алгоритма МТЗ

Таблица 3.11 – Параметры МТЗ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ступень 1				
Ввод МТЗ 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод МТЗ 1
МТЗ 1 I>	0,25 – 250,00	5,00	0,01	Уставка по току срабатывания МТЗ 1, А
МТЗ 1 Тср	0,00 – 60,00	0,20	0,01	Уставка по времени срабатывания МТЗ 1, с
МТЗ 1 с КНМ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля направления мощности для МТЗ 1
МТЗ 1 инв. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля инверсного направления мощности для МТЗ 1
Бл. МТЗ 1 по нед. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки МТЗ 1 при недостоверном значении направления мощности или при неисправности ЦН
МТЗ 1 по U	☐ – ☑	☐	-	МТЗ 1 с пуском по напряжению
Ступень 2				
Ввод МТЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод МТЗ 2
МТЗ 2 I>	0,25 – 250,00	5,00	0,01	Уставка по току срабатывания МТЗ 2, А
МТЗ 2 Тср	0,00 – 60,00	0,20	0,01	Уставка по времени срабатывания МТЗ 2, с
МТЗ 2 с КНМ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля направления мощности для МТЗ 2
МТЗ 2 инв. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля инверсного направления мощности для МТЗ 2
Бл. МТЗ 2 по нед. Р	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки МТЗ 2 при недостоверном значении направления мощности или при неисправности ЦН
МТЗ 2 по U	☐ – ☑	☐	-	МТЗ 2 с пуском по напряжению
Ступень 3				
Ввод МТЗ 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод МТЗ 3
МТЗ 3 I>	0,25 – 250,00	3,00	0,01	Уставка по току срабатывания МТЗ 3, А
МТЗ 3 Тср	0,00 – 60,00	0,20	0,01	Уставка по времени срабатывания МТЗ 3, с
МТЗ 3 N	1 – 4	1	1	Номер времятоковой характеристики МТЗ 3
МТЗ 3 К	0,050 – 10,000	0,050	0,001	Коэффициент времени времятоковой характеристики МТЗ 3
МТЗ 3 зависимая	☐ – ☑	☐	-	Выбор зависимой времятоковой характеристики для МТЗ 3

Таблица 3.12 – Логические сигналы МТЗ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО МТЗ 1 IA>[1)]	Пусковой орган МТЗ 1 по фазе А
	ПО МТЗ 1 IB>[1)]	Пусковой орган МТЗ 1 по фазе В
	ПО МТЗ 1 IC>[1)]	Пусковой орган МТЗ 1 по фазе С
	ПО МТЗ 2 IA>[1)]	Пусковой орган МТЗ 2 по фазе А
	ПО МТЗ 2 IB>[1)]	Пусковой орган МТЗ 2 по фазе В
	ПО МТЗ 2 IC>[1)]	Пусковой орган МТЗ 2 по фазе С
	ПО МТЗ 3 I>[1)]	Пусковой орган МТЗ 3
	Блок. МТЗ 1	Блокирование МТЗ 1
	Блок. МТЗ 2	Блокирование МТЗ 2
	Блок. МТЗ 3	Блокирование МТЗ 3
Вход	ПО КНМ ф.А	Пусковой орган КНМ по фазе А
	ПО КНМ ф.В	Пусковой орган КНМ по фазе В
	ПО КНМ ф.С	Пусковой орган КНМ по фазе С
	КНМ ф.А недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе А
	КНМ ф.В недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе В
	КНМ ф.С недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе С
	Пуск по U	Срабатывание МТЗ/U
Выход	Пуск МТЗ 1	Пуск МТЗ 1
	Срабатывание МТЗ 1	Срабатывание МТЗ 1
	Пуск МТЗ 2	Пуск МТЗ 2
	Срабатывание МТЗ 2	Срабатывание МТЗ 2
	Пуск МТЗ 3	Пуск МТЗ 3
	Срабатывание МТЗ 3	Срабатывание МТЗ 3
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.7.2 Первая и вторая ступени МТЗ (далее – МТЗ 1 и МТЗ 2) выполнены пофазно с возможностью контроля направления мощности (п. 3.9). Ввод контроля направления мощности осуществляется программными ключами «МТЗ 1 с КНМ» и «МТЗ 2 с КНМ».

При недостоверном значении направления мощности или при неисправности цепей напряжения работа МТЗ 1 (2) с КНМ осуществляться одним из способов:

- при введенном программном ключе «Бл. МТЗ 1(2) по нед. Р» - МТЗ 1(2) блокируется;
- при не введенном программным ключе «Бл. МТЗ 1(2) по нед. Р» - МТЗ 1(2) работает без КНМ.

3.7.3 МТЗ 1(2) выполнена с возможностью пуска по напряжению (п. 3.10). Ввод пуска по напряжению для МТЗ 1(2) осуществляется программным ключом «МТЗ 1(2) по U».

3.7.4 Третья ступень МТЗ (далее – МТЗ 3) выполнена с контролем максимального фазного тока.

3.7.5 МТЗ 3 выполнена с возможностью срабатывания по независимой или зависимой времятоковой характеристике. В устройстве предусмотрены четыре зависимые времятоковые характеристики:

- инверсная (уставка «МТЗ 3 N» = 1):

$$t = \frac{0{,}14 \cdot K}{\left(I/I_{ПУСК}\right)^{0{,}02} - 1}, \qquad (3.9)$$

- сильно инверсная (уставка «МТЗ 3 N» = 2):

$$t = \frac{13,5 \cdot K}{I/I_{ПУСК} - 1}, \quad (3.10)$$

- длительно инверсная (уставка «МТЗ 3 N» = 3):

$$t = \frac{120 \cdot K}{I/I_{ПУСК} - 1}, \quad (3.11)$$

- чрезвычайно инверсная (уставка «МТЗ 3 N» = 4):

$$t = \frac{80 \cdot K}{\left(I/I_{ПУСК}\right)^2 - 1}, \quad (3.12)$$

где *K* – коэффициент времени (уставка «МТЗ 3 К»), с;

I – максимальный из фазных токов, А;

$I_{ПУСК}$ – ток пуска защиты (уставка «МТЗ 3 I>»), А.

Максимальное время срабатывания МТЗ 3 с зависимой времятоковой характеристикой составляет 180 минут.

3.8 Ускорение МТЗ (УМТЗ)

3.8.1 Функциональная схема алгоритма УМТЗ представлена на рисунке 3.10. Настраиваемые параметры УМТЗ приведены в таблице 3.13, входные и выходные сигналы – в таблице 3.14.

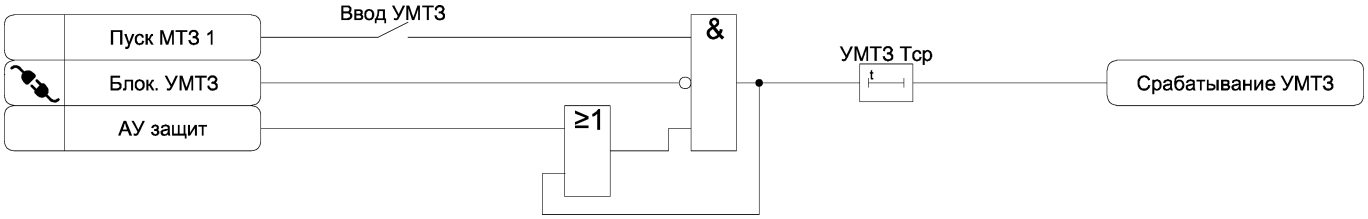


Рисунок 3.10 – Функциональная схема алгоритма УМТЗ

Таблица 3.13 – Параметры УМТЗ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод УМТЗ	☐ – ☑	☐	-	Ввод УМТЗ
УМТЗ Тср	0,00 – 2,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания УМТЗ, с

Таблица 3.14 – Логические сигналы УМТЗ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	Блок. УМТЗ	Блокирование УМТЗ
Вход	АУ защит	Автоматическое ускорение защит при включении линии
	Пуск МТЗ 1	Пуск МТЗ 1
Выход	Срабатывание УМТЗ	Срабатывание УМТЗ

3.9 Контроль направления мощности (КНМ)

3.9.1 Функциональная схема алгоритма КНМ представлена на рисунке 3.11. Настраиваемые параметры КНМ приведены в таблице 3.15, входные и выходные сигналы – в таблице 3.16.

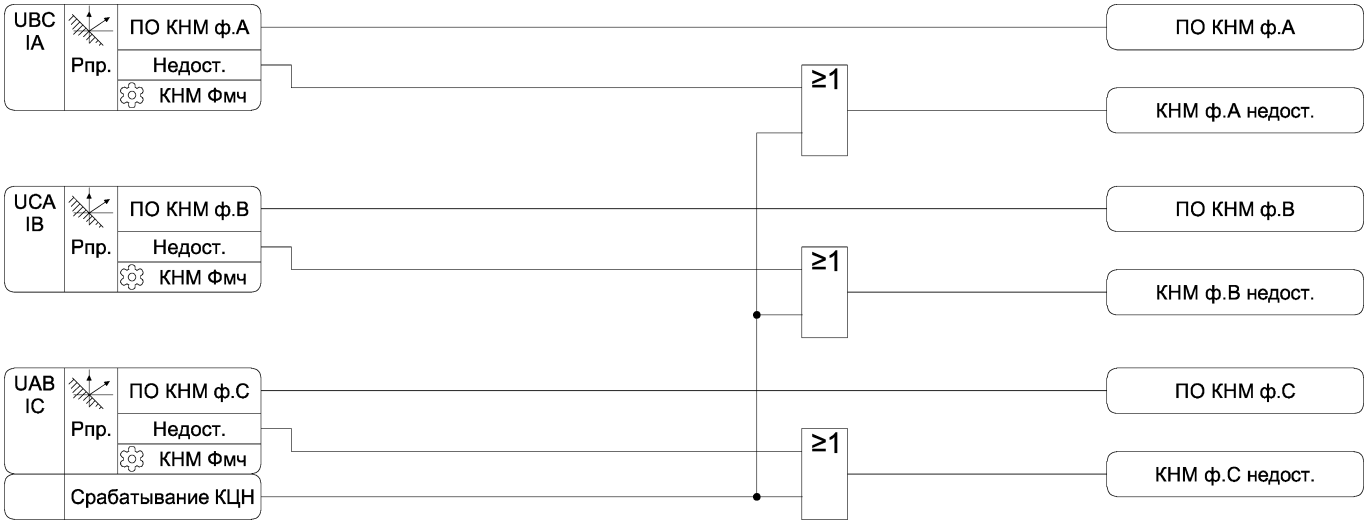


Рисунок 3.11 – Функциональная схема алгоритма КНМ

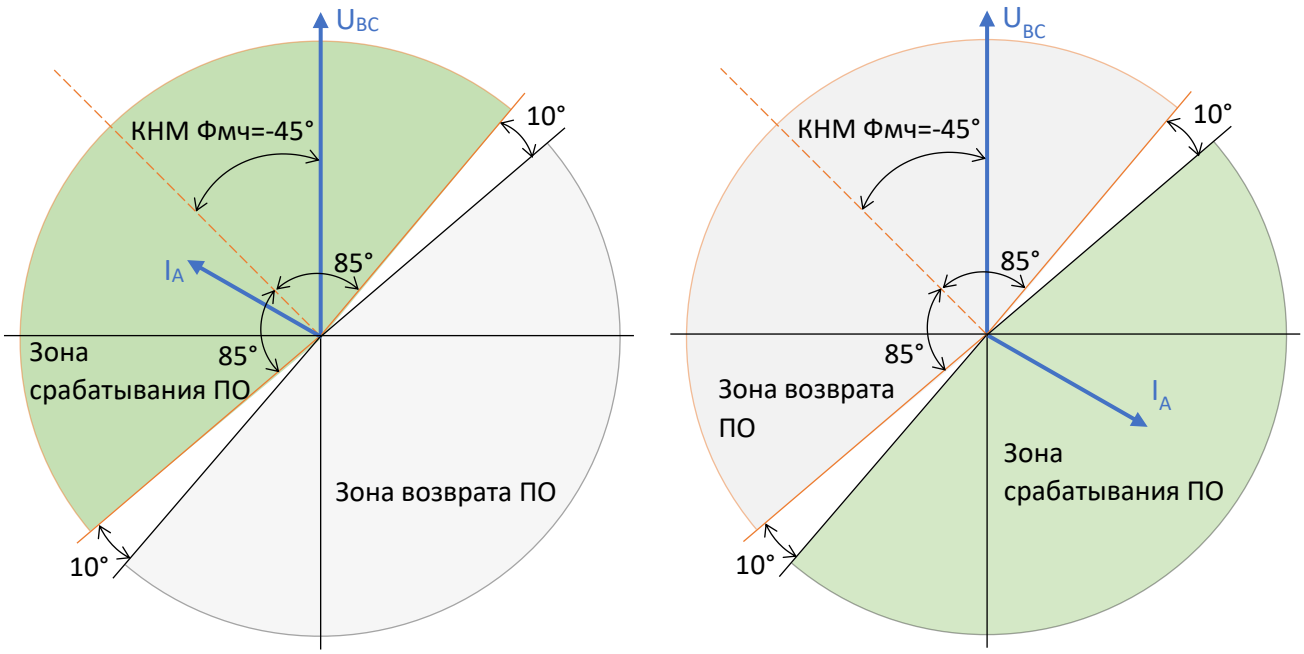
Таблица 3.15 – Параметры КНМ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
КНМ Фмч	От -180 до +180	-45	1	Уставка угла максимальной чувствительности, градус

Таблица 3.16 – Логические сигналы КНМ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КНМ ф.А	Пусковой орган КНМ по фазе А
	ПО КНМ ф.В	Пусковой орган КНМ по фазе В
	ПО КНМ ф.С	Пусковой орган КНМ по фазе С
Вход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	КНМ ф.А недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе А
	КНМ ф.В недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе В
	КНМ ф.С недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе С

3.9.2 На рисунке 3.12 представлена диаграмма срабатывания пусковых органов функции КНМ (на рисунке представлена диаграмма срабатывания по фазе А, для других фаз диаграмма срабатывания аналогичная).



Программный ключ
«Обратное черед. фаз» выведен

Программный ключ
«Обратное черед. фаз» введен

Рисунок 3.12 – Диаграмма срабатывания пускового органа функции КНМ

3.9.3 При близких междуфазных замыканиях и значительном снижении линейных напряжений функция КНМ работает по «памяти». Для работы КНМ по «памяти» необходимо наличие линейного напряжения по соответствующей фазе выше 9 В в течение 60 мс. При снижении линейного напряжения ниже 7 В функция КНМ фиксирует фазу напряжения в течение 200 мс, а затем происходит фиксация состояния ПО. Возврат функции осуществляется при восстановлении линейного напряжения выше 7 В. При неготовности функции КНМ работать по «памяти» формируется признак недостоверного значения направления мощности.

3.10 Пуск по напряжению (МТЗ/U)

3.10.1 Функциональная схема алгоритма МТЗ/U представлена на рисунке 3.13. Настраиваемые параметры МТЗ/U приведены в таблице 3.17, входные и выходные сигналы – в таблице 3.18.

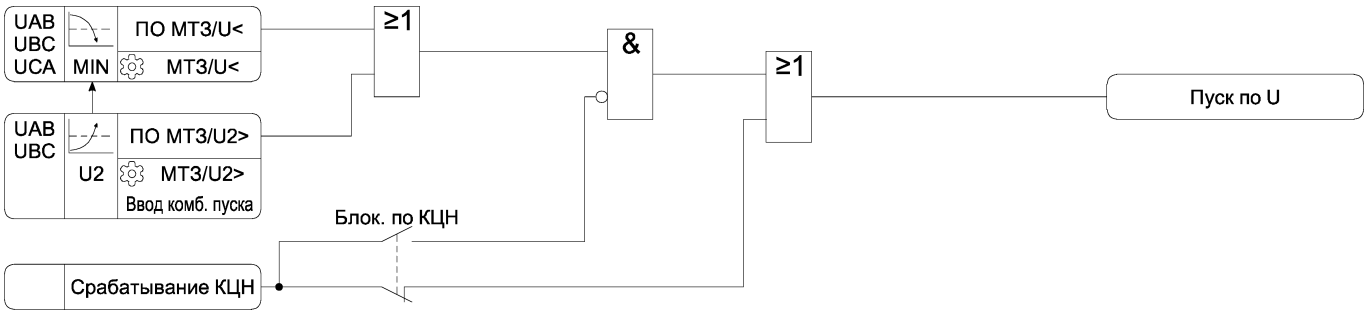


Рисунок 3.13 – Функциональная схема алгоритма МТЗ/U

Таблица 3.17 – Параметры МТЗ/U

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
МТЗ/U<	5,0 – 90,0	20,0	0,1	Уставка по линейному напряжению срабатывания МТЗ/U, В
МТЗ/U2>	3,0 – 20,0	5,0	0,1	Уставка по напряжению обратной последовательности срабатывания МТЗ/U, В
Ввод комб. пуска	☐ – ☑	☐	-	Ввод комбинированного пуска МТЗ/U
Блок. по КЦН	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки МТЗ/U при неисправности ЦН

Таблица 3.18 – Логические сигналы МТЗ/U

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО МТЗ/U<[1)]	Пусковой орган МТЗ/U по линейным напряжениям
	ПО МТЗ/U2>[2)]	Пусковой орган МТЗ/U по напряжению обратной последовательности
Вход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	Пуск по U	Срабатывание МТЗ/U
[1)] Коэффициент возврата не более 1,07 [2)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.10.2 При введенном комбинированном пуске МТЗ/U и срабатывании пускового органа «ПО МТЗ/U2>» происходит принудительное срабатывание пускового органа «ПО МТЗ/U<», что обеспечивает большую чувствительность функции при симметричных и несимметричных КЗ.

3.10.3 Программным ключом «Блок. по КЦН» выбирается режим работы МТЗ/U при неисправности измерительных цепей напряжения. При выведенном программном ключе пуск по напряжению выводится, иначе МТЗ/U блокируется.

3.11 Защита от перегрузки (ЗП)

3.11.1 Функциональная схема алгоритма ЗП представлена на рисунке 3.14. Настраиваемые параметры ЗП приведены в таблице 3.19, входные и выходные сигналы – в таблице 3.20.

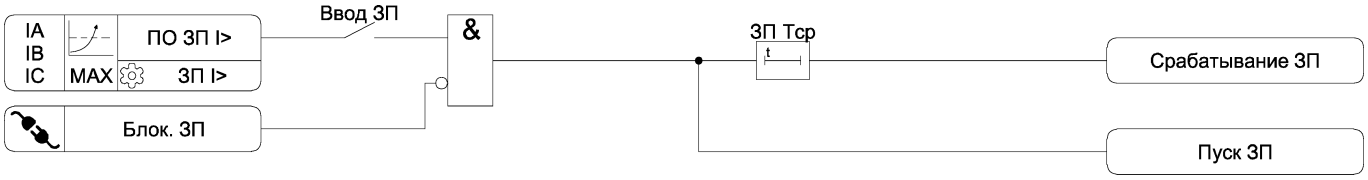


Рисунок 3.14 – Функциональная схема алгоритма ЗП

Таблица 3.19 – Параметры ЗП

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

Таблица 3.20 – Логические сигналы ЗП

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

3.12 Логическая защита шин (ЛЗШ)

3.12.1 Функциональная схема алгоритма ЛЗШ представлена на рисунке 3.15. Настраиваемые параметры ЛЗШ приведены в таблице 3.21, входные и выходные сигналы – в таблице 3.22.

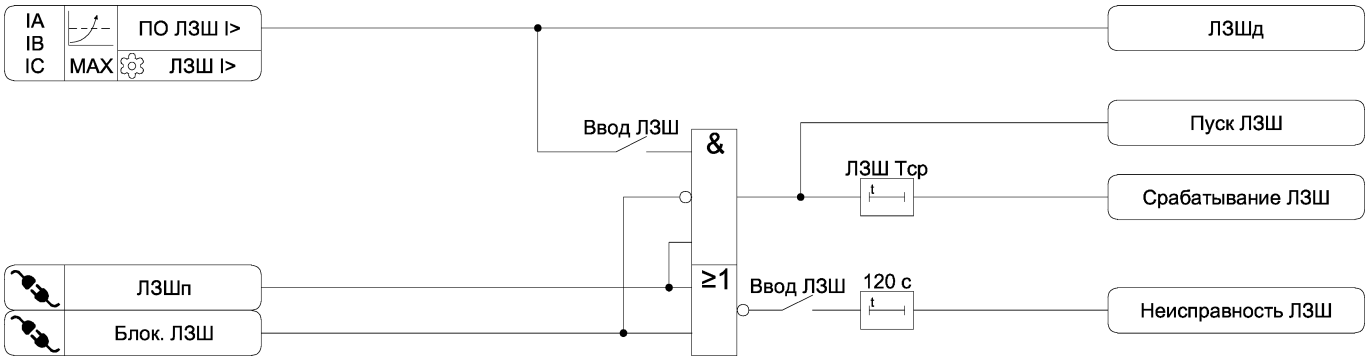


Рисунок 3.15 – Функциональная схема алгоритма ЛЗШ

Таблица 3.21 – Параметры ЛЗШ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЛЗШ	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЛЗШ
ЛЗШ I>	0,25 – 250,00	3,00	0,01	Уставка по току срабатывания ЛЗШ, А
ЛЗШ Tср	0,10 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ЛЗШ, с

Таблица 3.22 – Логические сигналы ЛЗШ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЛЗШ I>[1)]	Пусковой орган ЛЗШ
	Блок. ЛЗШ	Блокирование ЛЗШ
	ЛЗШп	Сигнал пуска защит отходящих линий и СВ
Выход	ЛЗШд	Сигнал блокирования ЛЗШ
	Пуск ЛЗШ	Пуск ЛЗШ
	Срабатывание ЛЗШ	Срабатывание ЛЗШ
	Неисправность ЛЗШ	Неисправность ЛЗШ
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.12.2 В устройстве реализованы функции ЛЗШ отходящих линий, присоединений вводного и секционного выключателя.

3.12.3 Срабатывание ЛЗШ происходит при срабатывании токового пускового органа при отсутствии пуска защит отходящих линий и СВ (вход «ЛЗШп»). Организация «последовательной» или «параллельной» схемы ЛЗШ осуществляется типом подключения входа «ЛЗШп»:

- прямое подключение – «последовательная» схема;
- инверсное подключение – «параллельная» схема.

3.12.4 При длительном отсутствии сигнала на входе «ЛЗШп» формируется сигнал неисправности цепи ЛЗШ (обрыв или КЗ).

3.13 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

3.13.1 Функциональная схема алгоритма ЗДЗ представлена на рисунке 3.16. Настраиваемые параметры ЗДЗ приведены в таблице 3.23, входные и выходные сигналы – в таблице 3.24.

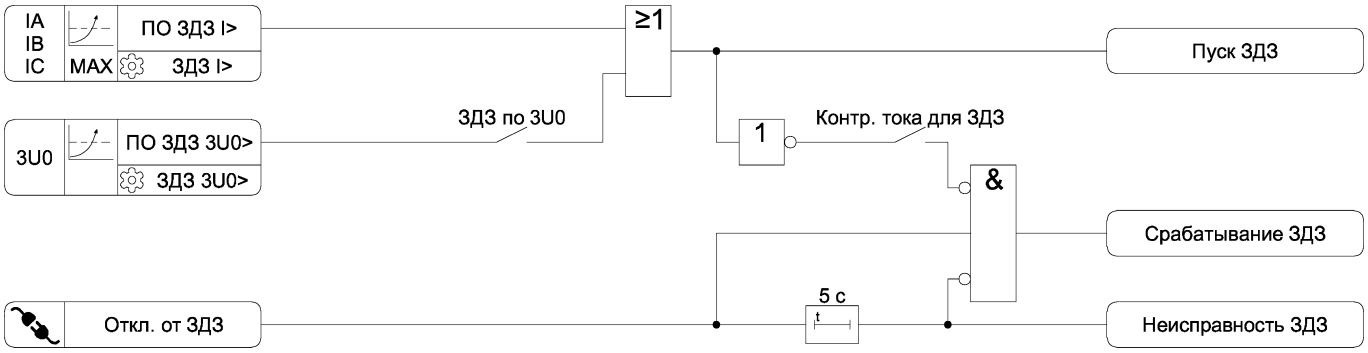


Рисунок 3.16 – Функциональная схема алгоритма ЗДЗ

Таблица 3.23 – Параметры ЗДЗ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ЗДЗ I>	0,25 – 250,00	5,00	0,01	Уставка по току срабатывания ЗДЗ, А
ЗДЗ 3U0>	5 – 60	10	1	Уставка по напряжению нулевой последовательности срабатывания ЗДЗ, В
ЗДЗ по 3U0	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля напряжения нулевой последовательности для ЗДЗ
Контр. тока для ЗДЗ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля тока для срабатывания ЗДЗ

Таблица 3.24 – Логические сигналы ЗДЗ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗДЗ I>[1)]	Пусковой орган ЗДЗ по току
	ПО ЗДЗ 3U0>[1)]	Пусковой орган ЗДЗ по напряжению нулевой последовательности
	Откл. от ЗДЗ	Сигнал отключения от ЗДЗ
Выход	Пуск ЗДЗ	Сигнал пуска ЗДЗ по току / напряжению 3U0
	Срабатывание ЗДЗ	Срабатывание ЗДЗ
	Неисправность ЗДЗ	Неисправность ЗДЗ
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.14 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ)

3.14.1 Функциональная схема алгоритма ЗОЗЗ представлена на рисунке 3.17. Настраиваемые параметры ЗОЗЗ приведены в таблице 3.25, входные и выходные сигналы – в таблице 3.26.

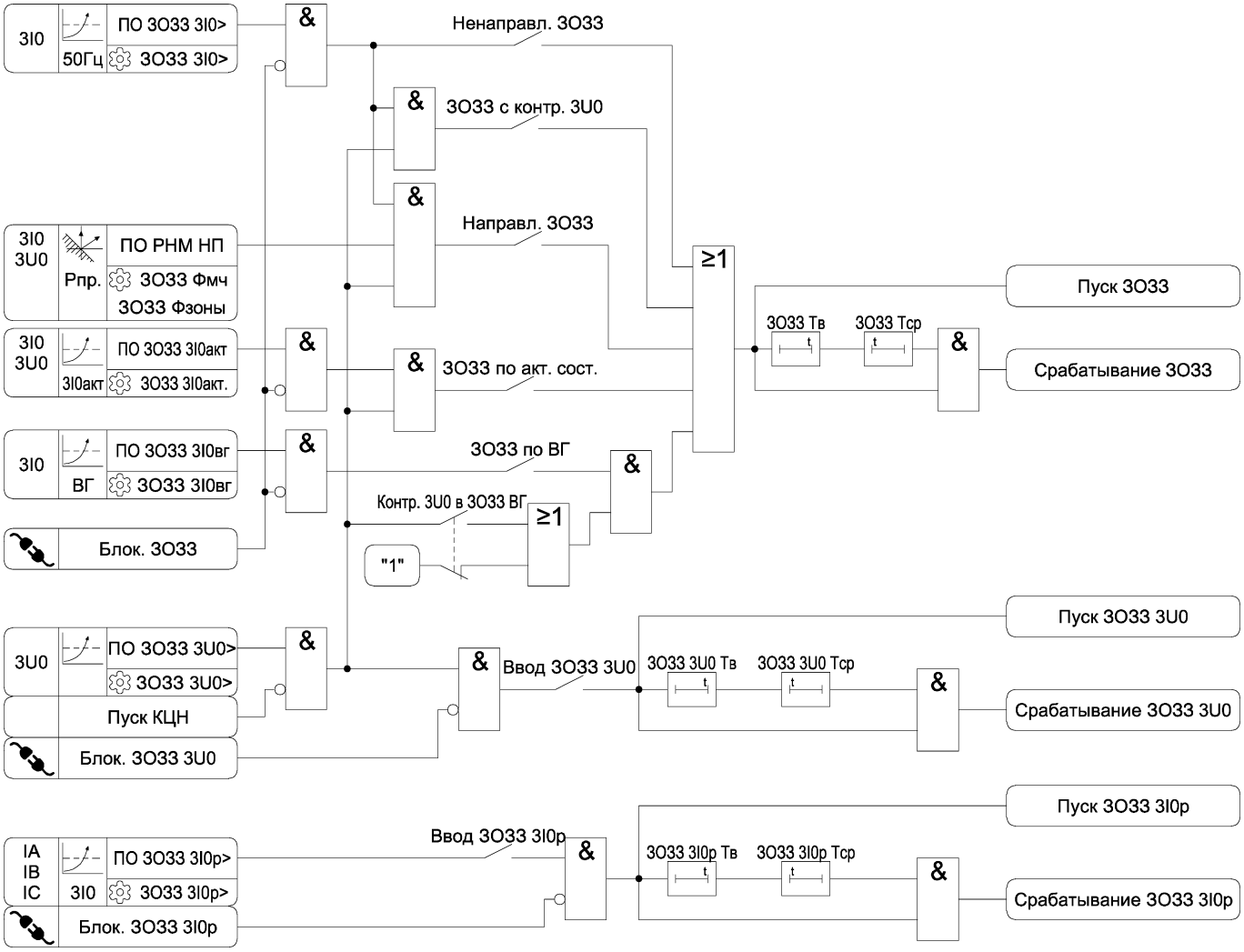


Рисунок 3.17 – Функциональная схема алгоритма ЗОЗЗ

Таблица 3.25 – Параметры ЗОЗЗ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ненаправл. ЗОЗЗ	☐ – ☑	☐	-	Ввод ненаправленной ЗОЗЗ по основной гармонике 3I0
ЗОЗЗ 3I0>	0,010 – 4,000	0,050	0,001	Уставка по основной гармонике 3I0, А
ЗОЗЗ с контр. 3U0	☐ – ☑	☐	-	Ввод ненаправленной ЗОЗЗ с контролем 3U0
Направл. ЗОЗЗ	☐ – ☑	☐	-	Ввод направленной ЗОЗЗ
ЗОЗЗ Фмч	От -180 до +180	90	1	Уставка угла максимальной чувствительности РНМ нулевой последовательности, гр
ЗОЗЗ Фзоны	От 60 до 180	180	1	Ширина зоны характеристики срабатывания направленной ЗОЗЗ, гр
ЗОЗЗ по акт. сост.	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗОЗЗ по активной составляющей тока 3I0
ЗОЗЗ 3I0акт.	0,010 – 4,000	0,050	0,001	Уставка по активной составляющей тока 3I0, А
ЗОЗЗ по ВГ	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗОЗЗ по высшим гармоникам тока 3I0
ЗОЗЗ 3I0вг	0,001 – 4,000	0,050	0,001	Уставка по высшим гармоникам тока 3I0, А
Контр. 3U0 в ЗОЗЗ ВГ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля наличия напряжения нулевой последовательности в ЗОЗЗ по высшим гармоникам
ЗОЗЗ Тср	0,00 – 100,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗОЗЗ, с
ЗОЗЗ Тв	0,00 – 1,00	0,00	0,01	Уставка по времени подхвата пуска ЗОЗЗ, с
Ввод ЗОЗЗ 3U0	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности
ЗОЗЗ 3U0>	5,0 – 100,0	10,0	0,1	Уставка по напряжению срабатывания ЗОЗЗ, В
ЗОЗЗ 3U0 Тср	0,00 – 100,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗОЗЗ по 3U0, с
ЗОЗЗ 3U0 Тв	0,00 – 1,00	0,00	0,01	Уставка по времени подхвата пуска ЗОЗЗ по 3U0, с
Ввод ЗОЗЗ 3I0р	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности
ЗОЗЗ 3I0р>	0,25 – 10,00	0,25	0,01	Уставка по расчетному току нулевой последовательности ЗОЗЗ, А
ЗОЗЗ 3I0р Тср	0,00 – 100,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗОЗЗ по расчётному току нулевой последовательности, с
ЗОЗЗ 3I0р Тв	0,00 – 1,00	0,00	0,01	Уставка по времени подхвата пуска ЗОЗЗ по расчётному току нулевой последовательности, с

Таблица 3.26 – Логические сигналы ЗОЗЗ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗОЗЗ 3I0>[1)]	Пусковой орган ЗОЗЗ по основной гармонике 3I0
	ПО РНМ НП	Пусковой орган мощности нулевой последовательности
	ПО ЗОЗЗ 3I0акт[2)]	Пусковой орган ЗОЗЗ по активной составляющей тока 3I0
	ПО ЗОЗЗ 3I0вг[2)]	Пусковой орган ЗОЗЗ по высшим гармоникам тока 3I0
	ПО ЗОЗЗ 3U0>[1)]	Пусковой орган ЗОЗЗ по основной гармонике 3U0
	ПО ЗОЗЗ 3I0р>[1)]	Пусковой орган ЗОЗЗ по основной гармонике расчетного тока нулевой последовательности
	Блок. ЗОЗЗ	Блокирование ЗОЗЗ
	Блок. ЗОЗЗ 3U0	Блокирование ЗОЗЗ 3U0
	Блок. ЗОЗЗ 3I0р	Блокирование ЗОЗЗ 3I0р
Вход	Пуск КЦН	Пуск КЦН
Выход	Пуск ЗОЗЗ	Пуск ЗОЗЗ
	Срабатывание ЗОЗЗ	Срабатывание ЗОЗЗ
	Пуск ЗОЗЗ 3U0	Пуск сигнализации наличия напряжения 3U0
	Срабатывание ЗОЗЗ 3U0	Срабатывание сигнализации наличия напряжения 3U0
	Пуск ЗОЗЗ 3I0р	Пуск ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности
	Срабатывание ЗОЗЗ 3I0р	Срабатывание ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 [2)] Коэффициент возврата не менее 0,9 [3)] Коэффициент возврата не менее 0,8		

3.14.2 В сетях с изолированной нейтралью применяют ненаправленную защиту от ОЗЗ. В случаях, когда ненаправленная защита не обеспечивает чувствительность применяют направленную защиту. Диаграмма срабатывания РНМ нулевой последовательности приведена на рисунке 3.18.

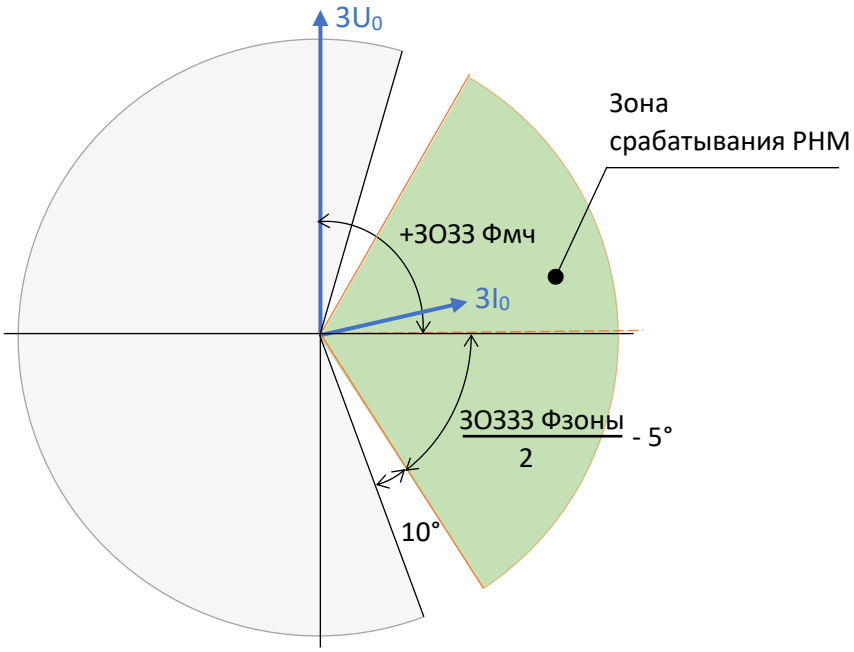


Рисунок 3.18 – Диаграмма срабатывания реле направления мощности нулевой последовательности

3.14.3 В сетях с нейтралью, заземленной через резистор, применяется защита, реагирующая на активную составляющую тока ОЗЗ. Характеристика срабатывания реле активного тока нулевой последовательности приведена на рисунке 3.19.

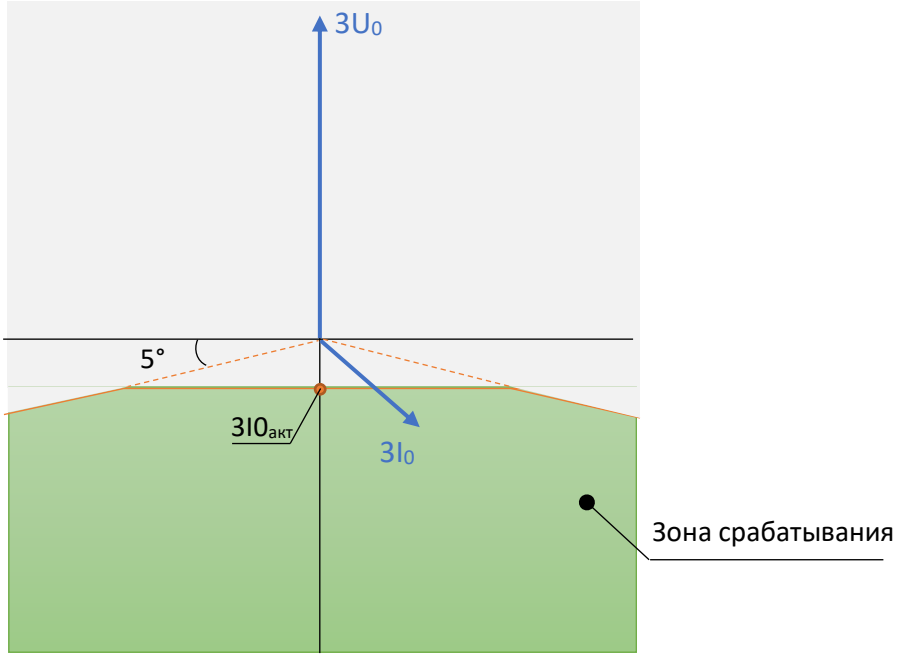


Рисунок 3.19 – Диаграмма срабатывания реле активного тока нулевой последовательности

3.14.4 В сетях с компенсированной нейтралью защита, реагирующая на составляющую тока замыкания на землю 50 Гц неприменима, поэтому предусмотрена ЗОЗЗ по высшим гармоническим составляющим 150-1200 Гц. Пусковой орган защиты не реагирует на составляющие от 0 до 50 Гц.

3.14.5 В устройстве предусмотрена неселективная сигнализация замыканий на землю, реагирующая на основную гармонику напряжения 3U0.

3.14.6 При отсутствии на отходящей линии ТТНП (например, на воздушных линиях) предусмотрена возможность работы второй ступени защиты по расчетному току нулевой последовательности. Работа по расчетному току нулевой последовательности неприменима при схеме подключения с двумя ТТ (см. рисунок 1.1 е)).

3.14.7 Для предотвращения отказа защиты при перемещающихся замыканиях для обеих ступеней защиты предусмотрена задержка на возврат.

3.14.8 При работе по схеме «UA, UB, UC» напряжение нулевой последовательности рассчитывается по формуле:

$$3\overline{U}_0 = \overline{U}_A + \overline{U}_B + \overline{U}_C \qquad (3.13)$$

где $\overline{U}_A, \overline{U}_B, \overline{U}_C$ – вторичные значения фазных напряжений.

В этом случае при однофазном замыкании на землю вторичное значение напряжения 3U0 равно 173 В.

3.15 Защита от феррорезонанса (ЗФР)

3.15.1 Функциональная схема алгоритма ЗФР представлена на рисунке 3.20. Настраиваемые параметры ЗФР приведены в таблице 3.27, входные и выходные сигналы – в таблице 3.28.

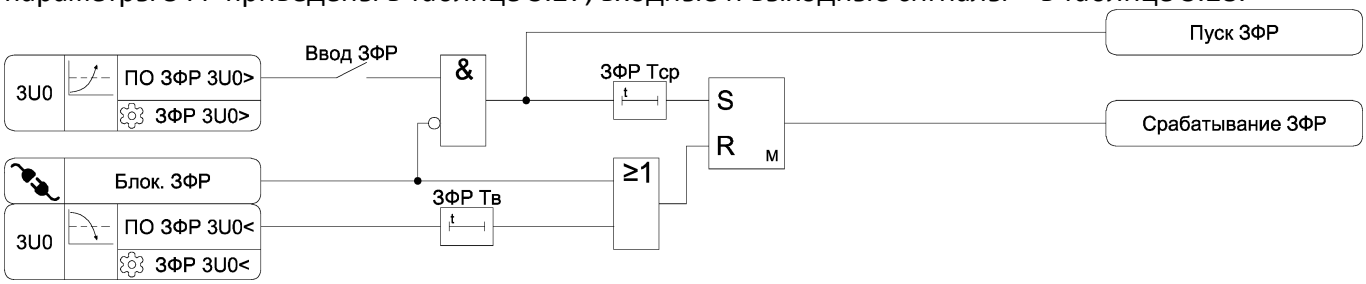


Рисунок 3.20 – Функциональная схема алгоритма ЗФР

Таблица 3.27 – Параметры ЗФР

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЗФР	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗФР
ЗФР 3U0>	1 – 160	140	1	Уставка по напряжению срабатывания ЗФР, В
ЗФР 3U0<	1 – 100	30	1	Уставка по напряжению возврата ЗФР, В
ЗФР Тср	0,00 – 20,00	0,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗФР, с
ЗФР Тв	0,00 – 1,00	0,10	0,01	Уставка по времени возврата ЗФР, с

Таблица 3.28 – Логические сигналы ЗФР

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗФР 3U0>[1)]	Пусковой орган срабатывания ЗФР
	ПО ЗФР 3U0<[2)]	Пусковой орган возврата ЗФР
	Блок. ЗФР	Блокирование ЗФР
Выход	Пуск ЗФР	Пуск ЗФР
	Срабатывание ЗФР	Срабатывание ЗФР
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 [2)] Коэффициент возврата не более 1,07		

3.15.2 ЗФР предназначена для работы с антирезонансными ТН с ТНП в нейтрали.

3.15.3 ЗФР предназначена для фиксации момента возникновения феррорезонанса при превышении напряжением 3U0 уставки «ЗФР 3U0>» (типовое значение 135-140 В). После фиксации феррорезонанса формируется команда на размыкание вторичной обмотки ТНП, установленного в нейтрали антирезонансной группы ТН.

3.15.4 Восстановление схемы происходит при снижении напряжения нулевой последовательности ниже уставки «ЗФР 3U0<» (типовое значение 30-40 В).

3.16 Защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки (ЗОФ)

3.16.1 Функциональная схема алгоритма ЗОФ представлена на рисунке 3.21. Настраиваемые параметры ЗОФ приведены в таблице 3.29, входные и выходные сигналы – в таблице 3.30.

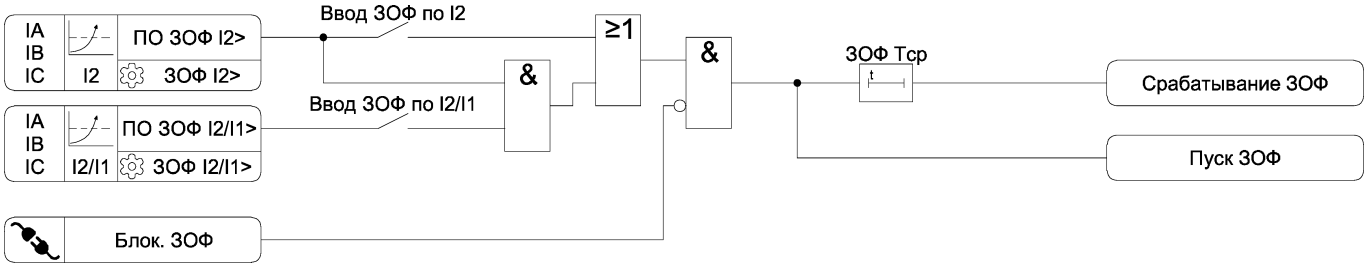


Рисунок 3.21 – Функциональная схема алгоритма ЗОФ

Таблица 3.29 – Параметры ЗОФ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЗОФ по I2	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗОФ по току обратной последовательности
Ввод ЗОФ по I2/I1	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗОФ по коэффициенту обратной последовательности
ЗОФ I2>	0,20 – 20,00	1,00	0,01	Уставка по току обратной последовательности срабатывания ЗОФ, А
ЗОФ I2/I1>	0,05 – 1,00	0,20	0,01	Уставка по коэффициенту обратной последовательности срабатывания ЗОФ
ЗОФ Тср	0,10 – 20,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗОФ, с

Таблица 3.30 – Логические сигналы ЗОФ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗОФ I2>[1)]	Пусковой орган ЗОФ по току обратной последовательности
	ПО ЗОФ I2/I1>[1), 2)]	Пусковой орган ЗОФ по коэффициенту обратной последовательности
	Блок. ЗОФ	Блокирование ЗОФ
Выход	Пуск ЗОФ	Пуск ЗОФ
	Срабатывание ЗОФ	Срабатывание ЗОФ
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 [2)] Пусковой орган срабатывает при значении тока I2 более 0,05 А		

3.17 Контроль измерительных цепей тока (КЦТ)

3.17.1 Функциональная схема КЦТ представлена на рисунке 3.22. Настраиваемые параметры КЦТ приведены в таблице 3.31, входные и выходные сигналы – в таблице 3.32.

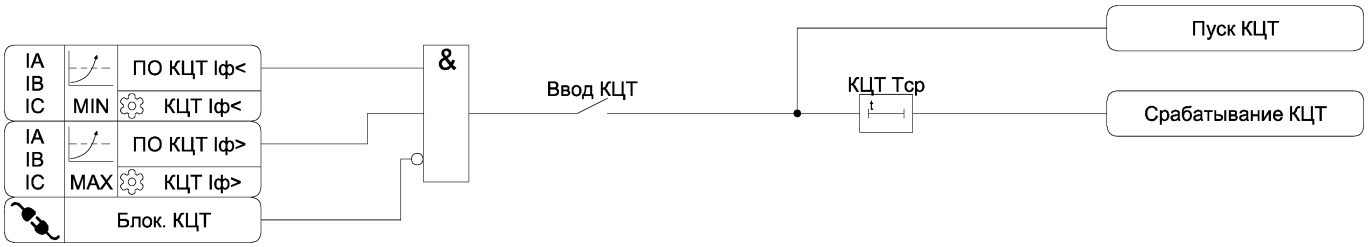


Рисунок 3.22 – Функциональная схема алгоритма КЦТ

Таблица 3.31 – Параметры КЦТ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод КЦТ	☐ – ☑	☐	-	Ввод КЦТ
КЦТ Iф<	0,10 – 0,25	0,10	0,01	Уставка КЦТ минимального из фазных токов, А
КЦТ Iф>	0,25 – 5,00	0,50	0,01	Уставка КЦТ максимального из фазных токов, А
КЦТ Тср	1,0 – 20,00	5,00	0,01	Уставка по времени срабатывания КЦТ, с

Таблица 3.32 – Логические сигналы КЦТ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КЦТ Iф<[1)]	Пусковой орган минимального из фазных токов функции КЦТ
	ПО КЦТ Iф>[2)]	Пусковой орган максимального из фазных токов функции КЦТ
	Блок. КЦТ	Блокирование КЦТ
Выход	Пуск КЦТ	Пуск функции КЦТ
	Срабатывание КЦТ	Неисправность измерительных цепей тока
[1)] Коэффициент возврата не более 1,07 [2)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.17.2 Функция КЦТ определяет только обрывы одной или двух фаз. При одновременном обрыве трех фаз функция не срабатывает. Функция КЦТ срабатывает с выдержкой времени при исчезновении одного из трех фазных токов при условии наличия одного из фазных токов.

3.18 Защита по направлению мощности

3.18.1 Функциональная схема защиты по направлению мощности представлена на рисунке 3.23. Настраиваемые параметры защиты по направлению мощности приведены в таблице 3.33, входные и выходные сигналы – в таблице 3.34.

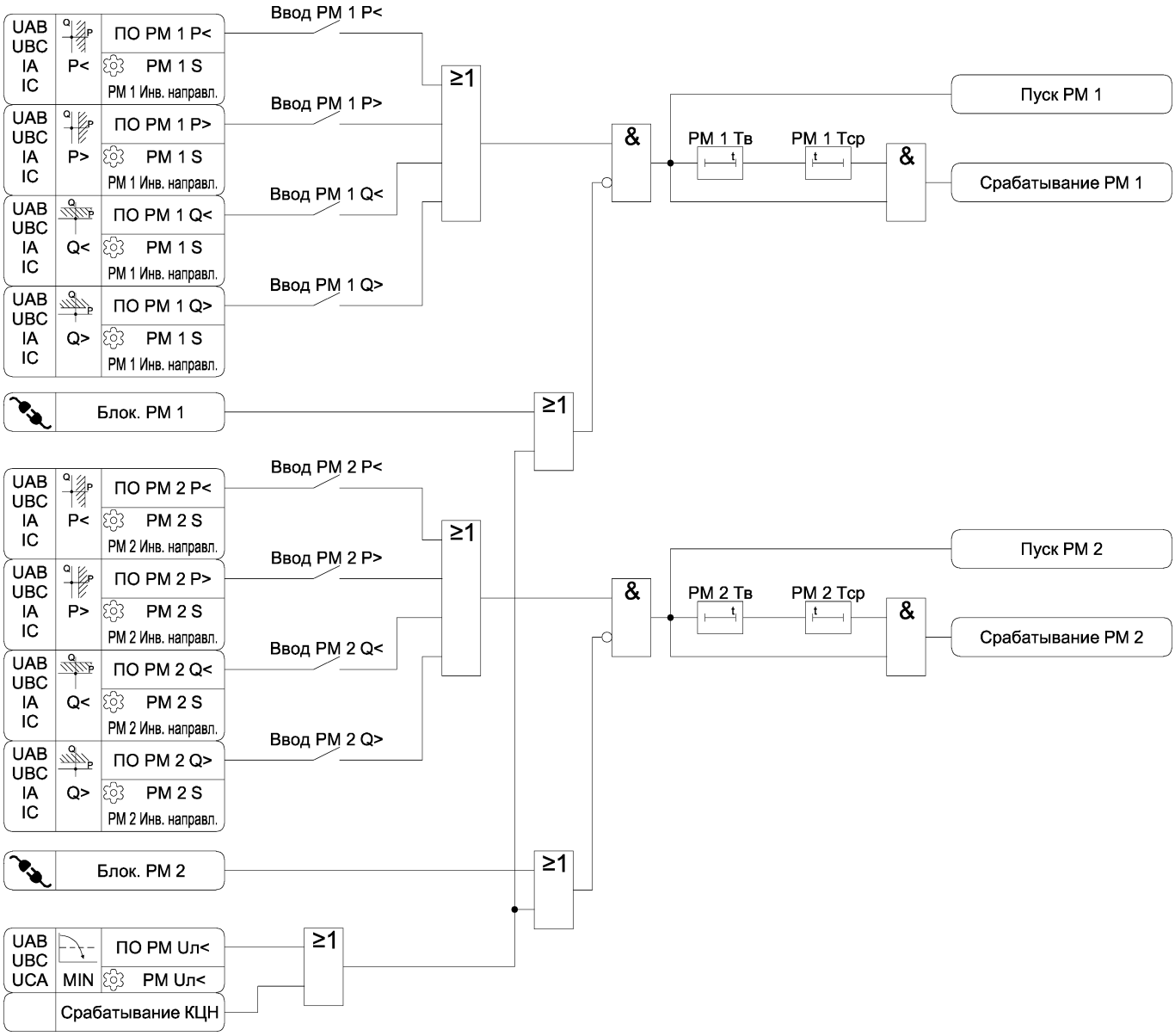


Рисунок 3.23 – Функциональная схема алгоритма защиты по направлению мощности

Таблица 3.33 – Параметры защиты по направлению мощности

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Общие				
РМ Uл<	10 – 100	80	1	Уставка по напряжению блокирования защиты по направлению мощности, В
Первая ступень				
Ввод РМ 1 P>	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по превышению активной мощности
Ввод РМ 1 P<	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по снижению активной мощности
Ввод РМ 1 Q>	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по превышению реактивной мощности
Ввод РМ 1 Q<	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по снижению реактивной мощности
РМ 1 S	20 – 2000	100	1	Уставка первой ступени защиты по направлению мощности, ВА
РМ 1 Инв. направл.	☐ – ☑	☐	-	Инверсия направления защиты по направлению мощности
РМ 1 Tср	0,10 – 180,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания первой ступени защиты по направлению мощности, с
РМ 1 Tв	0,00 – 1,00	0,00	0,01	Уставка по времени подхвата пуска первой ступени защиты по направлению мощности, с
Вторая ступень				
Ввод РМ 2 P>	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по превышению активной мощности
Ввод РМ 2 P<	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по снижению активной мощности
Ввод РМ 2 Q>	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по превышению реактивной мощности
Ввод РМ 2 Q<	☐ – ☑	☐	-	Работа защиты по снижению реактивной мощности
РМ 2 S	20 – 2000	100	1	Уставка второй ступени защиты по направлению мощности, ВА
РМ 2 Инв. направл.	☐ – ☑	☐	-	Инверсия направления защиты по направлению мощности
РМ 2 Tср	0,10 – 180,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания второй ступени защиты по направлению мощности, с
РМ 2 Tв	0,00 – 1,00	0,00	0,01	Уставка по времени подхвата пуска второй ступени защиты по направлению мощности, с

Таблица 3.34 – Логические сигналы защиты по направлению мощности

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО РМ 1 P>[1)]	Пусковой орган первой ступени по превышению активной мощности
	ПО РМ 1 P<[2)]	Пусковой орган первой ступени по снижению активной мощности
	ПО РМ 1 Q>[1)]	Пусковой орган первой ступени по превышению реактивной мощности
	ПО РМ 1 Q<[2)]	Пусковой орган первой ступени по снижению реактивной мощности
	ПО РМ 2 P>[1)]	Пусковой орган второй ступени по превышению активной мощности
	ПО РМ 2 P<[2)]	Пусковой орган второй ступени по снижению активной мощности
	ПО РМ 2 Q>[1)]	Пусковой орган второй ступени по превышению реактивной мощности
	ПО РМ 2 Q<[2)]	Пусковой орган второй ступени по снижению реактивной мощности
	ПО РМ Uл<	Пусковой орган напряжения блокирования защиты по направлению мощности
	Блок. РМ 1	Блокирование первой ступени защиты по направлению мощности
	Блок. РМ 2	Блокирование второй ступени защиты по направлению мощности
Вход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	Пуск РМ 1	Пуск первой ступени защиты по направлению мощности
	Срабатывание РМ 1	Срабатывание первой ступени защиты по направлению мощности
	Пуск РМ 2	Пуск второй ступени защиты по направлению мощности
	Срабатывание РМ 2	Срабатывание второй ступени защиты по направлению мощности
[1)] Коэффициент возврата не более 0,9 [2)] Коэффициент возврата не менее 1,1		

3.18.2 В устройстве реализовано две ступени защиты по направлению мощности.

3.18.3 Для любой ступени предусмотрена возможность контроля активной и реактивной мощности с выбором типа реле: максимальное или минимальное. Предусмотрена возможность изменения направленности. Характеристики срабатывания приведены на рисунке 3.24.

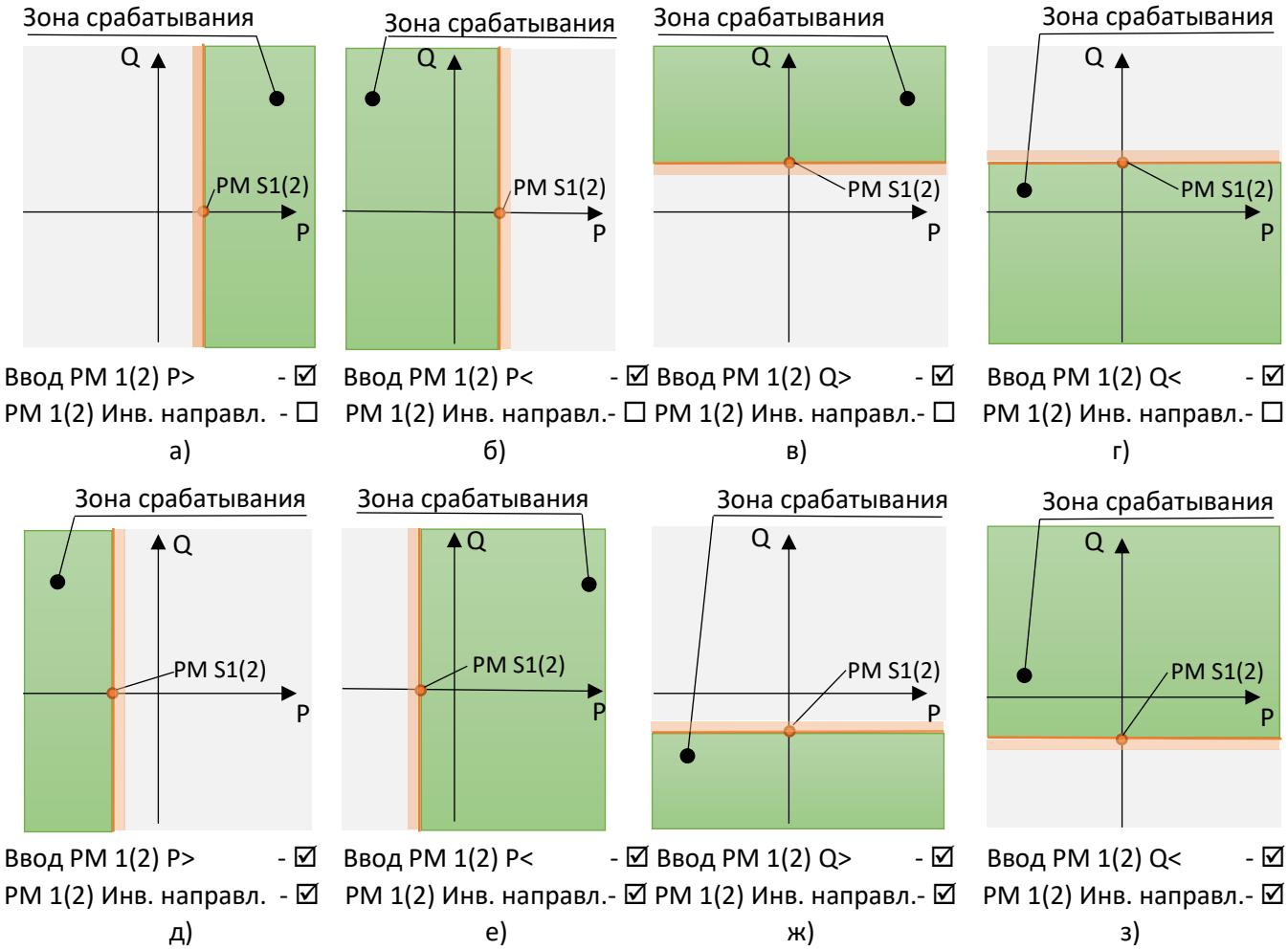


Рисунок 3.24 – Диаграмма срабатывания реле активного тока нулевой последовательности

3.18.4 Расчет мощности выполняется по формулам

$$P = \mathrm{Re}\left(I_A^* \cdot \overline{U}_{AB} - I_C^* \cdot \overline{U}_{BC}\right) \quad (3.14)$$

$$Q = \mathrm{Im}\left(I_A^* \cdot \overline{U}_{AB} - I_C^* \cdot \overline{U}_{BC}\right) \quad (3.15)$$

где $\overline{U}_{AB}$, $\overline{U}_{BC}$ – вторичные комплексные значения фазных напряжений;

I_A^*, I_C^* – вторичные комплексно-сопряженные значения фазных токов.

3.19 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

3.19.1 Функциональная схема алгоритма ЗПН представлена на рисунке 3.25. Настраиваемые параметры ЗПН приведены в таблице 3.35, входные и выходные сигналы – в таблице 3.36.

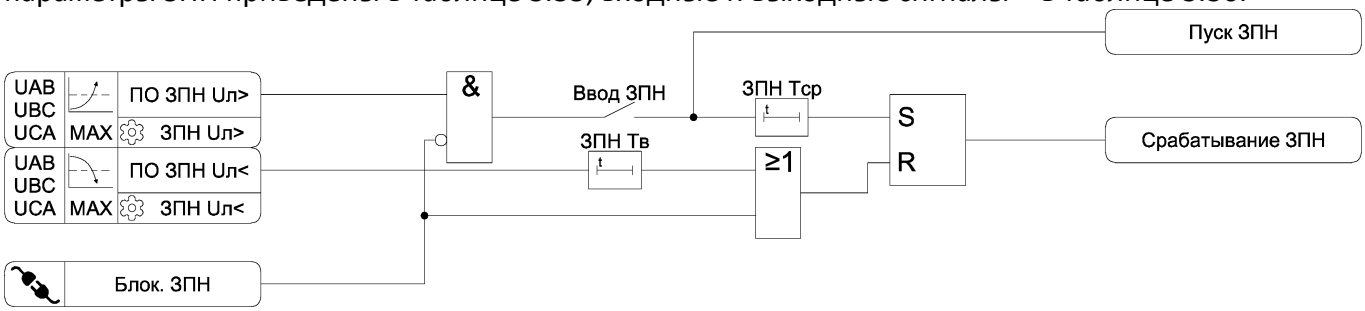


Рисунок 3.25 – Функциональная схема алгоритма ЗПН

Таблица 3.35 – Параметры ЗПН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЗПН	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗПН
ЗПН Uл>	100 – 250	120	1	Уставка по линейному напряжению срабатывания ЗПН, В
ЗПН Uл<	90 – 120	110	1	Уставка по линейному напряжению возврата ЗПН, В
ЗПН Тср	0,00 – 100,00	5,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗПН, с
ЗПН Тв	0,00 – 60,00	5,00	0,01	Уставка по времени возврата ЗПН, с

Таблица 3.36 – Логические сигналы ЗПН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗПН Uл>[1)]	Пусковой орган ЗПН по максимальному из линейных напряжений
	ПО ЗПН Uл<[2)]	Пусковой орган ЗПН по снижению напряжения до нормальных режима
	Блок. ЗПН	Блокирование ЗПН
Выход	Пуск ЗПН	Пуск ЗПН
	Срабатывание ЗПН	Срабатывание ЗПН
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 [2)] Коэффициент возврата не более 1,07		

3.20 Защита минимального напряжения (ЗМН)

3.20.1 Функциональная схема алгоритма ЗМН представлена на рисунке 3.26. Настраиваемые параметры ЗМН приведены в таблице 3.37, входные и выходные сигналы – в таблице 3.38.

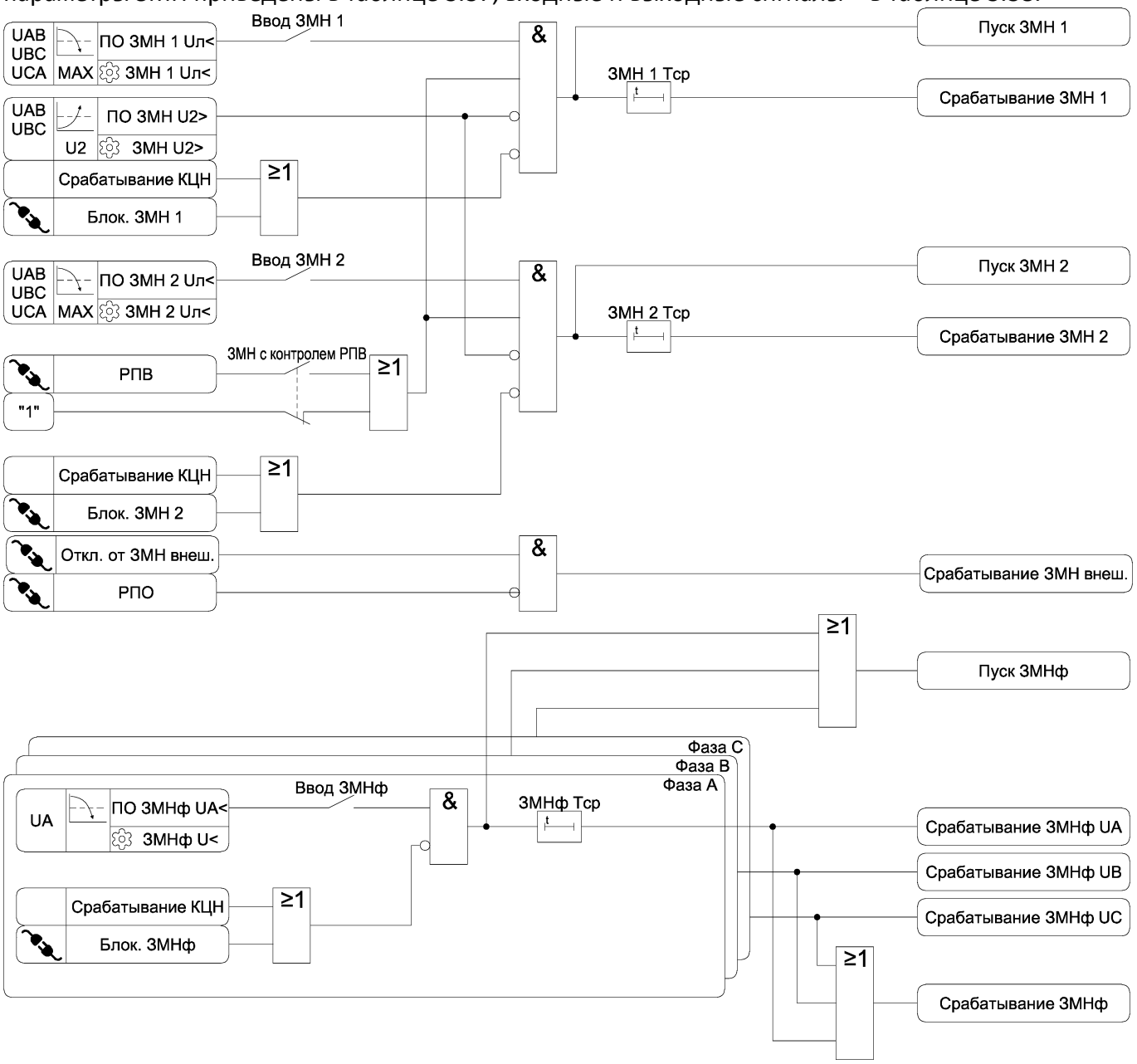


Рисунок 3.26 – Функциональная схема алгоритма ЗМН

Таблица 3.37 – Параметры ЗМН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Общие				
ЗМН U2>	5 – 20	5	1	Уставка по напряжению обратной последовательности ЗМН 1 и ЗМН 2, В
ЗМН с контролем РПВ	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля РПВ для ЗМН
Ступень 1				
Ввод ЗМН 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗМН 1
ЗМН 1 Uл<	2 – 99	60	1	Уставка по линейному напряжению срабатывания ЗМН 1, В
ЗМН 1 Tср	0,00 – 100,00	0,50	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗМН 1, с
Ступень 2				
Ввод ЗМН 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗМН 2
ЗМН 2 Uл<	2 – 99	40	1	Уставка по линейному напряжению срабатывания ЗМН 2, В
ЗМН 2 Tср	0,00 – 100,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗМН 2, с
ЗМНф				
Ввод ЗМНф	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗМН по фазным напряжениям
ЗМНф U<	2 – 60	40	1	Уставка по фазным напряжениям срабатывания ЗМН, В
ЗМНф Tср	0,00 – 100,00	0,50	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗМН по фазным напряжениям, с

Таблица 3.38 – Логические сигналы ЗМН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗМН 1 Uл<[1)]	Пусковой орган ЗМН 1 по максимальному из линейных напряжений
	ПО ЗМН 2 Uл<[1)]	Пусковой орган ЗМН 2 по максимальному из линейных напряжений
	ПО ЗМН U2>[2)]	Пусковой орган ЗМН 1 и ЗМН 2 по напряжению обратной последовательности
	ПО ЗМНф UA<[1)]	Пусковой орган ЗМН по напряжению фазы А
	ПО ЗМНф UB<[1)]	Пусковой орган ЗМН по напряжению фазы В
	ПО ЗМНф UC<[1)]	Пусковой орган ЗМН по напряжению фазы С
	Блок. ЗМН 1	Блокирование ЗМН 1
	Блок. ЗМН 2	Блокирование ЗМН 2
	Блок. ЗМНф	Блокирование ЗМН по фазным напряжениям
	Откл. от ЗМН внеш.	Сигнал отключения выключателя от устройства групповой ЗМН

Продолжение таблицы 3.38

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
Вход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	Пуск ЗМН 1	Пуск ЗМН 1
	Срабатывание ЗМН 1	Срабатывание ЗМН 1
	Пуск ЗМН 2	Пуск ЗМН 2
	Срабатывание ЗМН 2	Срабатывание ЗМН 2
	Срабатывание ЗМН внеш.	Срабатывание групповой ЗМН
	Пуск ЗМНф	Пуск ЗМН по фазным напряжениям
	Срабатывание ЗМНф	Срабатывание ЗМН по фазным напряжениям
	Срабатывание ЗМНф UA	Срабатывание ЗМН по напряжению фазы А
	Срабатывание ЗМНф UB	Срабатывание ЗМН по напряжению фазы В
	Срабатывание ЗМНф UC	Срабатывание ЗМН по напряжению фазы С
1) Коэффициент возврата не более 1,07 2) Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.20.2 В устройстве реализованы две ступени ЗМН по линейным напряжениям и одна ступень по фазным напряжениям. Ступени действуют сигнализацию. Предусмотрен ввод действия на отключение программными ключами «ЗМН 1 на откл.», «ЗМН 2 на откл.» и «ЗМНф на откл.».

3.20.3 ЗМН по линейным напряжениям выполнена с контролем снижения максимального из линейных напряжений и с блокировкой по напряжению обратной последовательности. Таким образом предотвращается срабатывание защиты при перегорании одного из предохранителей в первичных цепях ТН и при несимметричных повреждениях во вторичных цепях ТН.

3.20.4 ЗМН по линейным напряжениям не срабатывает ложно при однофазных замыканиях на землю.

3.20.5 ЗМН по фазным напряжениям срабатывает при однофазных замыканиях на землю, таким образом она может выполнять функцию указателя поврежденной фазы при однофазных замыканиях на землю.

3.20.6 ЗМН блокируется при отключении автомата ТН по сигналу «Неисправность ТН».

3.20.7 В устройстве предусмотрен прием сигнала отключения от групповой ЗМН. Срабатывание ЗМН действует на отключение выключателя без пуска УРОВ.

3.21 Защита от потери питания (ЗПП)

3.21.1 Функциональная схема алгоритма ЗПП представлена на рисунке 3.27. Настраиваемые параметры ЗПП приведены в таблице 3.39, входные и выходные сигналы – в таблице 3.40.

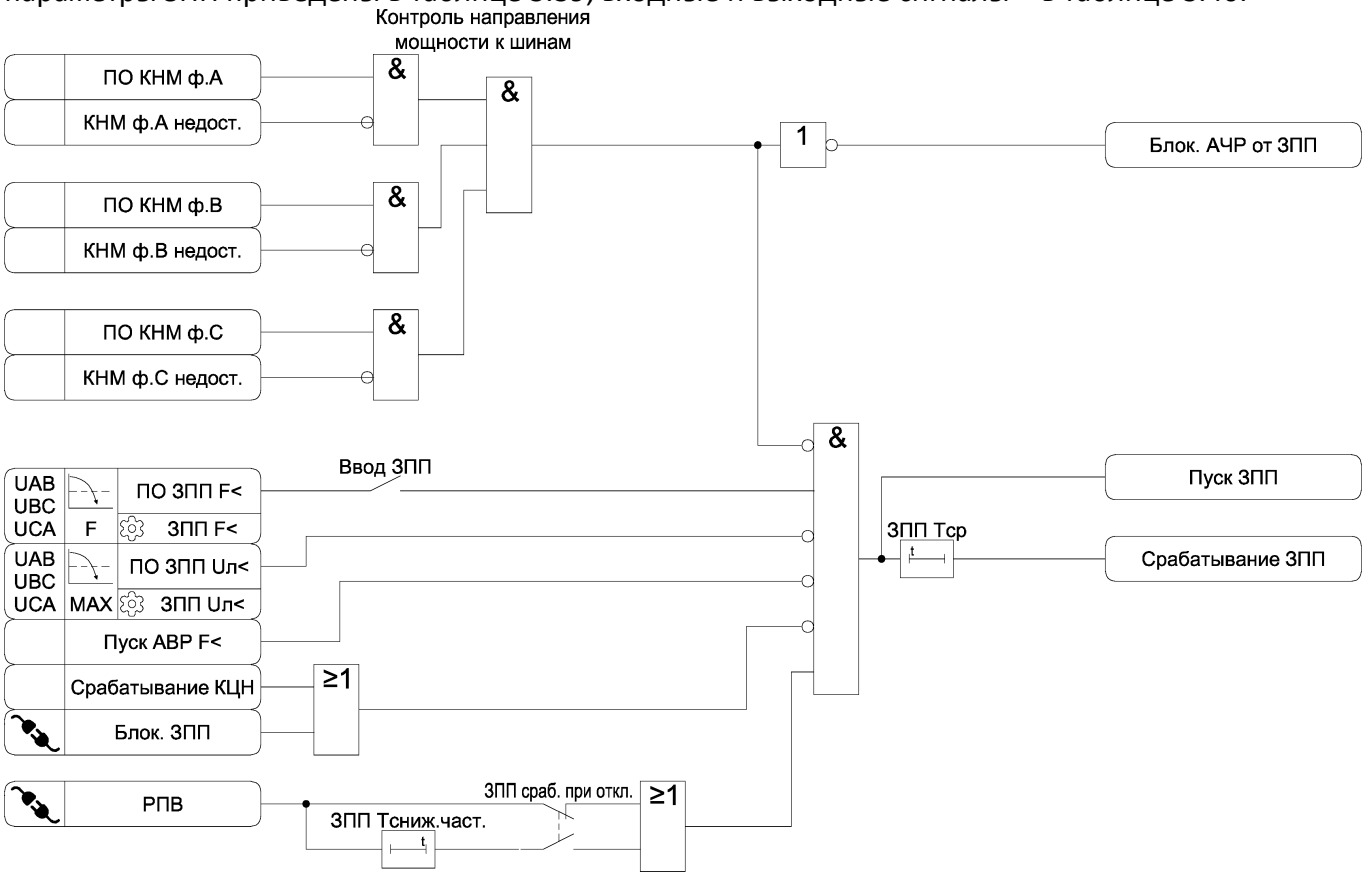


Рисунок 3.27 – Функциональная схема алгоритма ЗПП

Таблица 3.39 – Параметры ЗПП

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЗПП	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЗПП
ЗПП F<	45,0 – 49,5	47,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания ЗПП, Гц
ЗПП Uл<	5 – 90	60	1	Уставка по линейному напряжению блокирования ЗПП, В
ЗПП Тср	0,00 – 60,00	0,50	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗПП, с
ЗПП сраб. при откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗПП после отключения выключателя, если на шинах остается напряжение со снижающейся частотой
ЗПП Тсниж.част.	0,30 – 60,00	1,50	0,01	Уставка по времени ожидания снижения частоты после отключения выключателя, с

Таблица 3.40 – Логические сигналы ЗПП

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗПП F<[1)]	Пусковой орган ЗПП по снижению частоты
	ПО ЗПП Uл<[1)]	Пусковой орган блокирования ЗПП по снижению максимального из линейных напряжений
	Блок. ЗПП	Блокирование ЗПП
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
Вход	ПО КНМ ф.А	Пусковой орган КНМ по фазе А
	ПО КНМ ф.В	Пусковой орган КНМ по фазе В
	ПО КНМ ф.С	Пусковой орган КНМ по фазе С
	КНМ ф.А недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе А
	КНМ ф.В недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе В
	КНМ ф.С недост.	Недостоверное значение направления мощности по фазе С
	Пуск АВР F<	Пуск АВР по снижению частоты
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	Блок. АЧР от ЗПП	Блокировка АЧР от функции контроля направления мощности при отсутствии тока или направлении мощности в сторону питающей линии
	Пуск ЗПП	Пуск ЗПП
	Срабатывание ЗПП	Срабатывание ЗПП
[1)] Коэффициент возврата не более 1,07 [2)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.21.2 В устройстве реализована защита от потери питания. Принцип действия ЗПП заключается в одновременном контроле снижения частоты и отсутствия тока или направления мощности в сторону питающего центра хотя бы по одной из фаз.

3.21.3 Предусмотрена возможность срабатывания ЗПП после отключения выключателя, если на шинах остается напряжение со снижающейся частотой (программный ключ «ЗПП сраб. при откл.»).

3.21.4 Возможно применение ЗПП на вводах и на присоединениях, питающих двигатели.

3.21.5 При использовании ЗПП на вводах необходимо рассмотреть совместное действие ЗПП и АВР.

При наличии сигнала готовности АВР (АВР введен, присутствует сигнал разрешения от соседней секции) и срабатывании пускового органа АВР по частоте формируется сигнал «Пуск АВР F<», который действует на блокирование ЗПП. АВР действует на отключение вводного выключателя и на отключение присоединений, питающих двигатели не участвующие в самозапуске. После исчезновения на шинах напряжения формируется команда включения СВ.

При выведенном АВР или отсутствии сигнала разрешения от соседней секции при потере питания срабатывает ЗПП и действует на отключение присоединений, питающих двигатели не участвующие в самозапуске. Отключения вводного выключателя не происходит, восстановление питания происходит за счет действия вышестоящей автоматики.

3.21.6 При использовании ЗПП на присоединениях, питающих двигатели, необходимо учитывать, что может иметь место неодновременное отключение двигателей, подключенных к секции, потерявшей питание. Более мощные двигатели перейдут в режим генератора и будут питать менее мощные двигатели. За счет этого отключение менее мощных двигателей произойдет только после отключения мощных двигателей.

3.21.7 ЗПП не срабатывает при системных снижения частоты за счет контроля направления мощности. Дополнительно формируется сигнал блокирования АЧР от КНМ при отсутствии тока или

направлении мощности в сторону питающей линии хотя бы по одной из фаз. Данный сигнал может использоваться во внешней схеме АЧР.

3.22 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

3.22.1 Функциональная схема алгоритма УРОВ представлена на рисунке 3.28. Настраиваемые параметры УРОВ приведены в таблице 3.41, входные и выходные сигналы – в таблице 3.42.

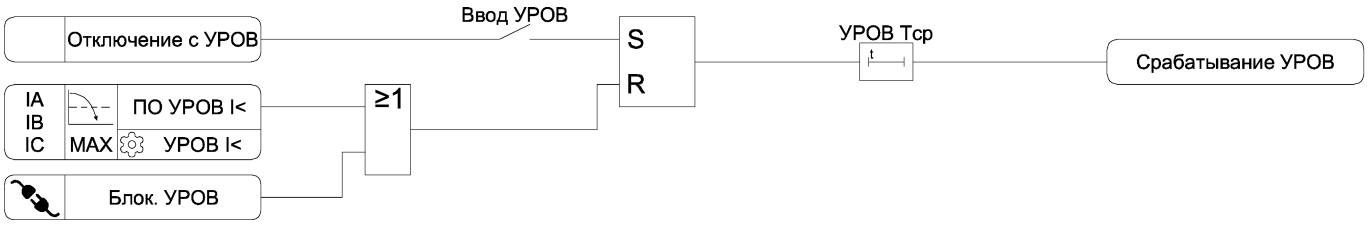


Рисунок 3.28 – Функциональная схема алгоритма УРОВ

Таблица 3.41 – Параметры УРОВ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод УРОВ	☐ – ☑	☐	-	Ввод УРОВ
УРОВ I<	0,25 – 2,50	0,25	0,01	Уставка по току возврата УРОВ, А
УРОВ Tср	0,10 – 2,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания УРОВ, с

Таблица 3.42 – Логические сигналы УРОВ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО УРОВ I<[1)]	Пусковой орган УРОВ
	Блок. УРОВ	Блокирование УРОВ
Вход	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
Выход	Срабатывание УРОВ	Срабатывание УРОВ
[1)] Коэффициент возврата не более 1,05		

3.23 Контроль напряжений (КН)

3.23.1 Функциональная схема алгоритма КН представлена на рисунке 3.29. Настраиваемые параметры КН приведены в таблице 3.43, входные и выходные сигналы – в таблице 3.44.

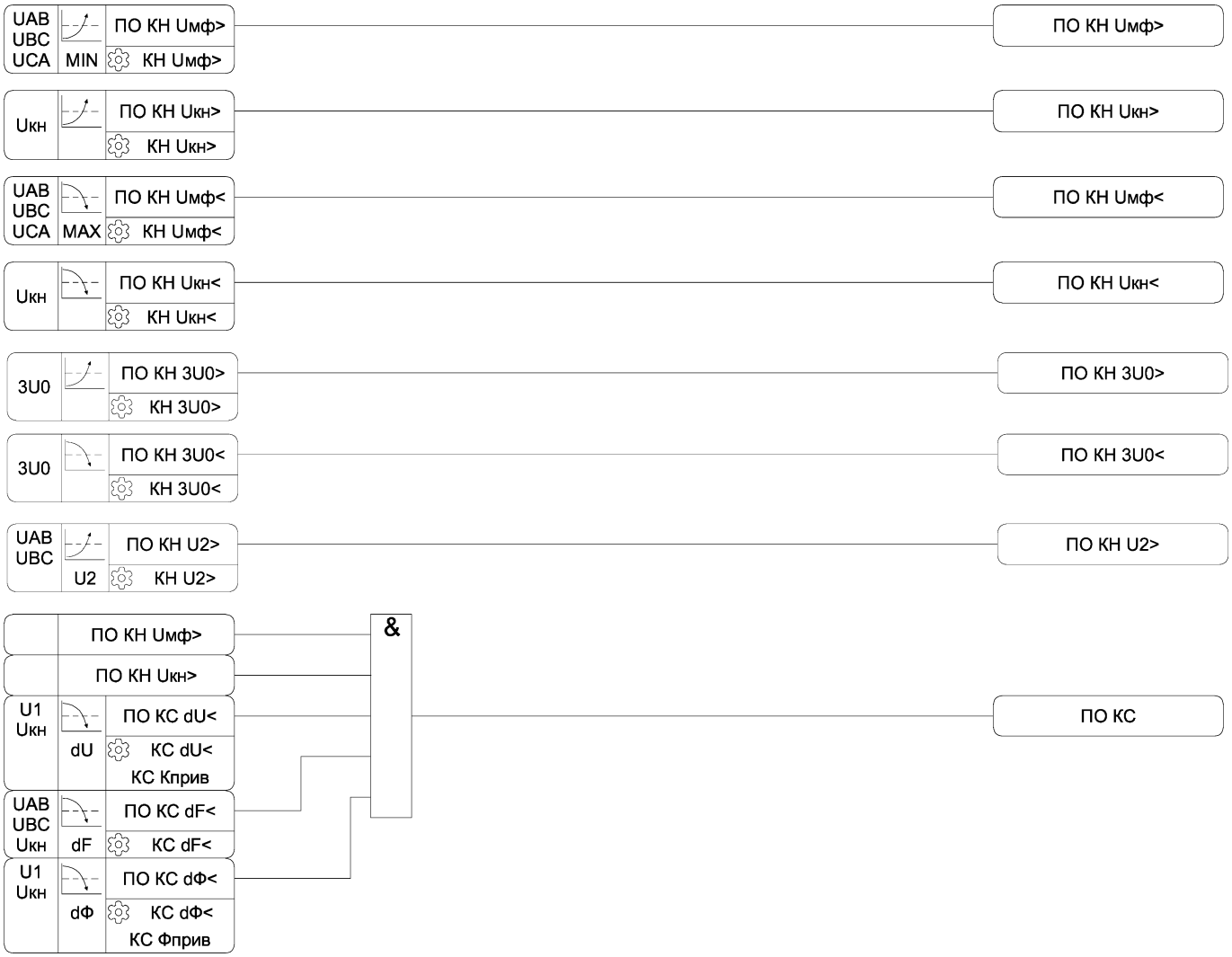


Рисунок 3.29 – Функциональная схема алгоритма КН

Таблица 3.43 – Параметры КН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
КН Uмф>	60 – 110	95	1	Уставка наличия напряжений UAB, UBC, В
КН Uкн>	60 – 240	95	1	Уставка наличия напряжения Uкн, В
КН Uмф<	15 – 95	20	1	Уставка отсутствия напряжений UAB, UBC, В
КН Uкн<	15 – 220	20	1	Уставка отсутствия напряжения Uкн, В
КН 3U0>	5 – 240	15	1	Уставка наличия напряжения 3U0, В
КН 3U0<	5 – 240	5	1	Уставка отсутствия напряжения 3U0, В
КН U2>	5 – 50	5	1	Уставка наличия напряжения U2, В
КС dU<	1 – 30	5	1	Уставка допустимой разности напряжений для контроля синхронизма, В
КС Кприв	0,200 – 1,200	0,577	0,001	Коэффициент приведения напряжения Uкн к напряжению U1
КС Фприв	-180 – 180	-90	1	Угол приведения напряжения Uкн к напряжению U1, гр
КС dF<	0,05 – 2,00	0,20	0,01	Уставка допустимой разности частот для контроля синхронизма, Гц
КС dФ<	0 – 60	10	1	Уставка допустимой разности фаз для контроля синхронизма, гр

Таблица 3.44 – Логические сигналы КН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КН Uмф>[1)]	Пусковой орган наличия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн>[1)]	Пусковой орган наличия напряжения Uкн
	ПО КН Uмф<[2)]	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн<[2)]	Пусковой орган отсутствия напряжения Uкн
	ПО КН 3U0>[1)]	Пусковой орган наличия напряжения 3U0
	ПО КН 3U0<[2)]	Пусковой орган отсутствия напряжения 3U0
	ПО КН U2>[1)]	Пусковой орган наличия напряжения U2
	ПО КС dU<[2)]	Пусковой орган разности напряжений для КС
	ПО КС dF<[3)]	Пусковой орган разности частот для КС
	ПО КС dФ<[4)]	Пусковой орган разности фаз для КС
Выход	ПО КС	Пусковой орган наличия синхронизма напряжений

[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93

[2)] Коэффициент возврата не более 1,07

[3)] Возврат ПО происходит при значении частоты, превышающем уставку срабатывания не более, чем на 0,1 Гц

[4)] Возврат ПО происходит при значении разности углов, превышающем уставку срабатывания не более, чем на 5 градусов

3.23.2 Признак синхронизма напряжений формируется при выполнении следующих условий:

- наличие напряжения Uкн;
- наличие напряжений UAB, UBC или UCA;
- разность действующих значений напряжения прямой последовательности U1 и приведенного значения Uкн не превышает значения уставки «КС dU<»;

- разность частот напряжений не превышает значения уставки «КС dF<»;
- разность фаз между напряжениями U1 и приведенным напряжением Uкн не превышает значения уставки «КС dФ<».

3.23.3 Значения напряжения Uкн, приведенное к напряжению прямой последовательности U1, рассчитывается по формуле:

$$U_{кн\ прив} = К_{прив} \cdot \overline{U}_{кн} \cdot e^{j \cdot Ф_{прив}} \quad (3.16)$$

где $К_{прив}$ - коэффициент приведения напряжения Uкн к напряжению U1, задается уставкой «КС Кприв»;

$\overline{U}_{кн}$ – комплексное значение вторичного напряжения Uкн, В

$Ф_{прив}$ - угол приведения напряжения Uкн к напряжению U1, задается уставкой «КС Фприв».

В зависимости от схемы подключения цепей напряжения Uкн должны задаваться следующие значения уставки «КС Фприв»:

- если аналоговый вход Uкн подключен к цепям напряжения UA, то «КС Фприв» = 0 градусов;
- если к цепям напряжения UB, то «КС Фприв» = -120 градусов;
- если к цепям напряжения UC, то «КС Фприв» = 120 градусов;
- если к цепям напряжения UAB, то «КС Фприв» = 30 градусов;
- если к цепям напряжения UBC, то «КС Фприв» = -90 градусов;
- если к цепям напряжения UCA, то «КС Фприв» = 150 градусов.

3.24 Автоматическое включение резерва (АВР)

3.24.1 Функциональная схема алгоритма АВР представлена на рисунке 3.30. Настраиваемые параметры АВР приведены в таблице 3.45, входные и выходные сигналы – в таблице 3.46.

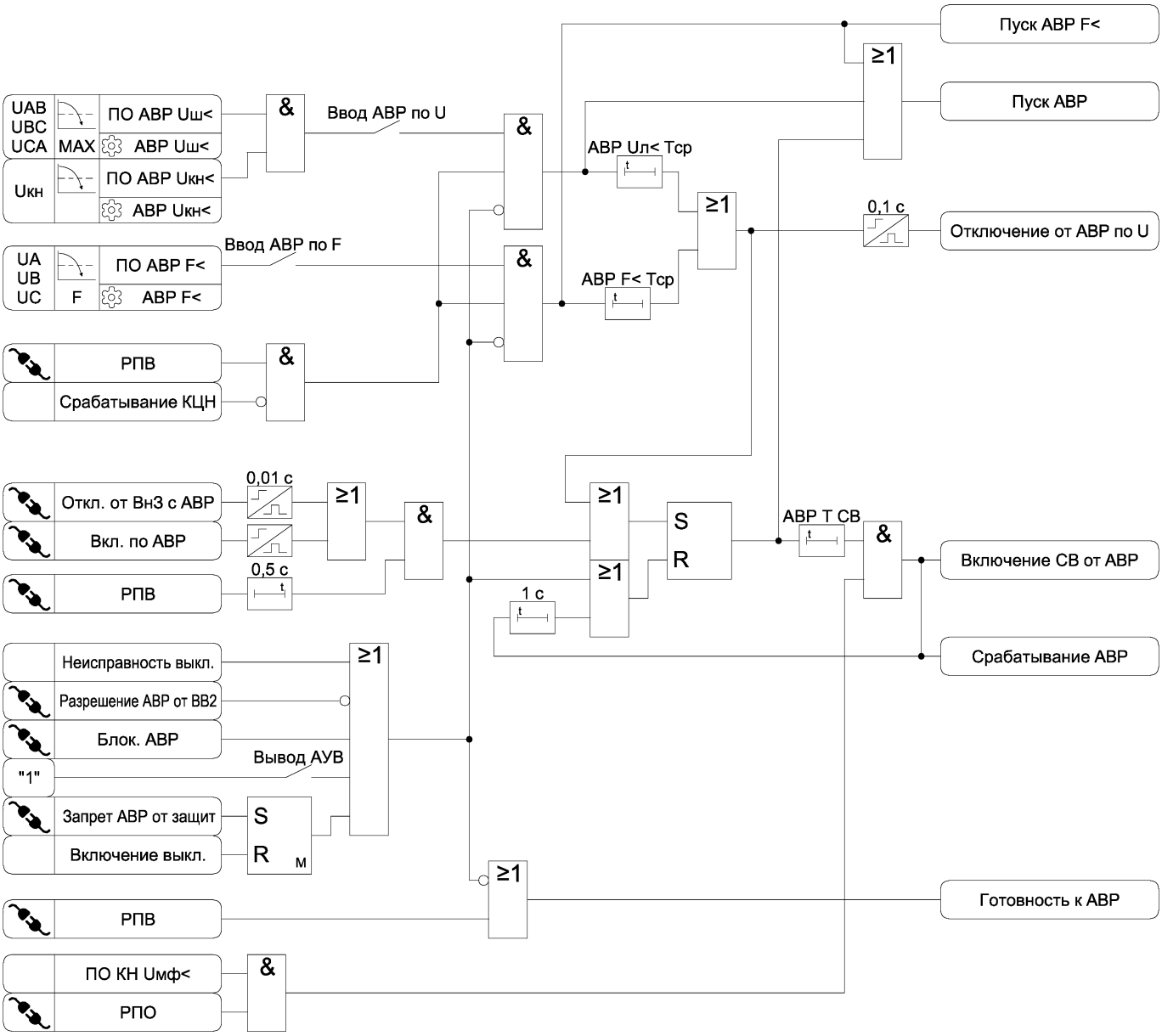


Рисунок 3.30 – Функциональная схема алгоритма АВР

Таблица 3.45 – Параметры АВР

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод АВР по U	☐ – ☑	☐	-	Ввод АВР по исчезновению напряжения
АВР Uкн<	15 – 220	80	1	Уставка по напряжению ввода срабатывания АВР, В
АВР Uш<	15 – 95	80	1	Уставка по напряжению шин срабатывания АВР, В
АВР Uл< Tср	0,10 – 60,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания АВР при исчезновении напряжения, с
Ввод АВР по F	☐ – ☑	☐	-	Ввод АВР по снижению частоты
АВР F<	45,0 – 49,5	47,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания АВР, Гц
АВР F< Tср	0,10 – 60,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания АВР при снижении частоты, с
АВР T СВ	0,00 – 1,00	0,00	0,01	Уставка по времени задержки формирования команды отключения СВ, с

Таблица 3.46 – Логические сигналы АВР

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО АВР Uкн<[1)]	Пусковой орган АВР по напряжению ввода
	ПО АВР Uш<[1)]	Пусковой орган АВР по напряжению шин
	ПО АВР F<	Пусковой орган АВР по снижению частоты
	Блок. АВР	Блокирование АВР
	Запрет АВР от защит	Блокирование АВР при срабатывании защит, не действующих на отключение выключателя
	Разрешение АВР от ВВ2	Разрешение АВР от смежной секции
	Вкл. по АВР	Сигнал срабатывания АВР без действия на отключения выключателя
	Откл. от Вн3 с АВР	Пуск АВР от внешней защиты
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
Вход	ПО КН Uмф<	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC
	Включение выкл.	Сигнал включения выключателя
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	Пуск АВР	Пуск АВР
	Пуск АВР F<	Пуск АВР по снижению частоты
	Отключение от АВР по U	Отключение выключателя ввода от АВР по исчезновению напряжения
	Включение СВ от АВР	Включение СВ от АВР
	Срабатывание АВР	Срабатывание АВР
	Готовность к АВР	Сигнал готовности к АВР
[1)] Коэффициент возврата не более 1,07		

3.24.2 АВР действует с выдержкой времени на отключение вводного выключателя при снижении напряжения на шинах. На подстанциях с синхронными двигателями напряжение на шинах снижается медленно, поэтому применяют пусковой орган по снижению частоты. Снижение

частоты происходит быстрее, чем снижение напряжения, поэтому уменьшается время перерыва питания. Для предотвращения срабатывания АВР при системном снижении частоты должно контролироваться частота на смежной секции для формирования сигнала разрешения АВР.

3.24.3 После отключения вводного выключателя, которое контролируется по сигналу «РПО» формируется команда включения секционного выключателя. Для предотвращения несинхронного включения двигателей, участвующих в самозапуске, предусмотрен контроль снижения напряжения на шинах. Команда на включение СВ формируется с задержкой, заданной уставкой «АВР Т СВ».

3.24.4 Предусмотрено включение СВ при отключении выключателя от внешней защиты с пуском АВР (например, при срабатывании основных защит трансформатора).

3.24.5 Срабатывание АВР возможно только при наличии сигнала разрешения от смежной секции.

3.24.6 На рисунке 3.31 представлена структурная схема построения функции АВР на подстанции.

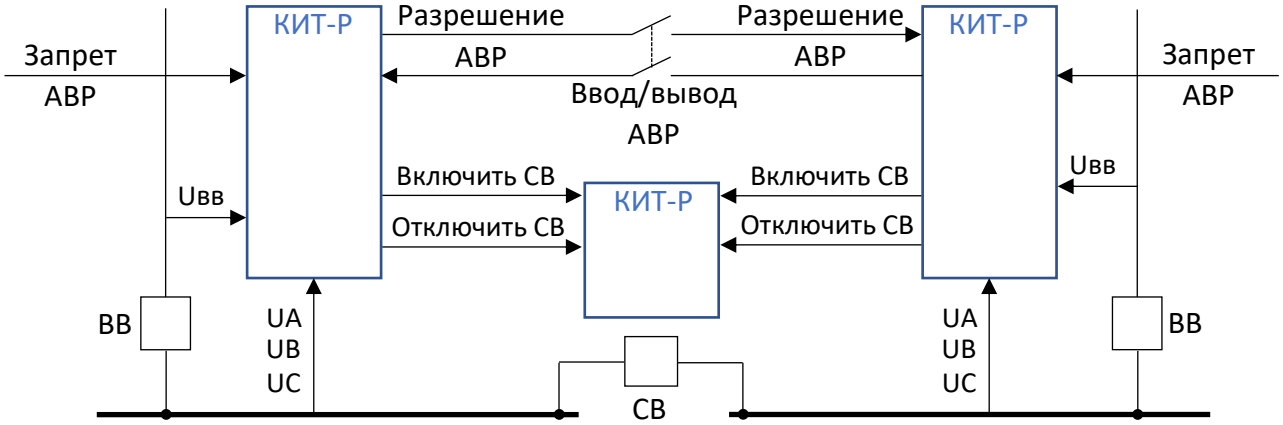


Рисунок 3.31 – Структурная схема АВР

3.24.7 Оперативный ввод и вывод АВР может осуществляться по подключаемому входу «Блок. АВР» или внешней схемой как показано на рисунке 3.30.

3.24.8 Подключаемый вход «Запрет АВР от защит» предназначен для блокировки АВР при срабатывании внешних защит, не приводящих к отключению выключателя ввода (например, при срабатывании ЗДЗ в отсеке выключателя и отключении питания выше выключателя ввода).

3.24.9 На рисунке 3.32 представлена функциональная схема алгоритма формирования сигнала разрешения АВР для смежной секции (РАВР). Настраиваемые параметры функции разрешения АВР приведены в таблице 3.47, входные и выходные сигналы – в таблице 3.48.

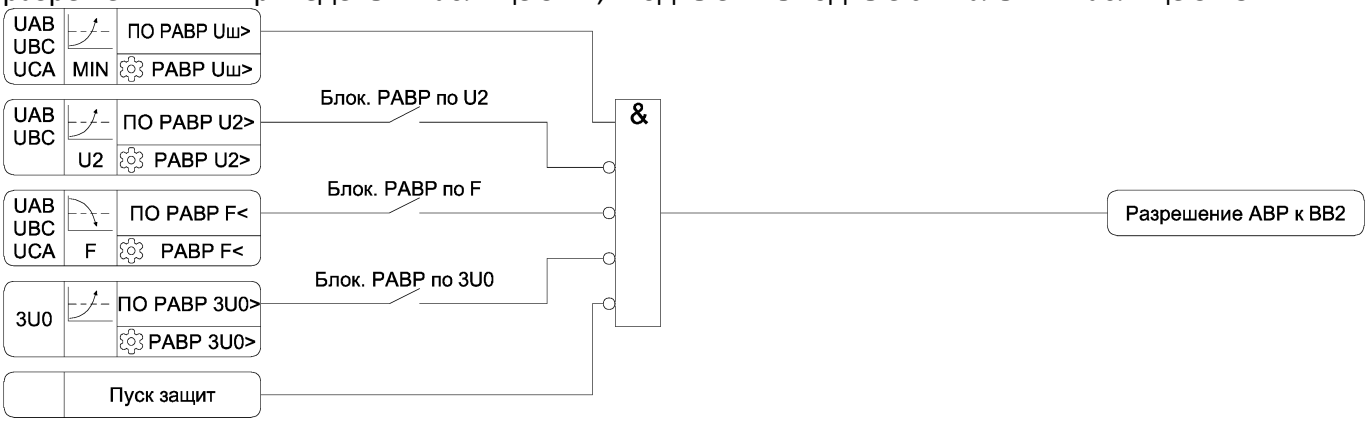


Рисунок 3.32 – Функциональная схема алгоритма РАВР

Таблица 3.47 – Параметры РАВР

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
РАВР Uш>	50 – 110	95	1	Уставка по напряжению разрешения АВР смежной секции, В
РАВР U2>	5 – 30	10	1	Уставка по напряжению обратной последовательности блокировки АВР смежной секции, В
РАВР F<	45,0 – 49,8	49,5	0,1	Уставка по частоте блокировки АВР смежной секции, Гц
РАВР 3U0>	5 – 30	10	1	Уставка по напряжению нулевой последовательности блокировки АВР смежной секции, В
Блок. РАВР по U2	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки РАВР по напряжению обратной последовательности
Блок. РАВР по F	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки РАВР по частоте
Блок. РАВР по 3U0	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки РАВР по напряжению нулевой последовательности

Таблица 3.48 – Логические сигналы РАВР

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО РАВР Uш>[1)]	Пусковой орган РАВР по напряжению шин
	ПО РАВР U2>[1)]	Пусковой орган РАВР по напряжению обратной последовательности
	ПО РАВР F<[2)]	Пусковой орган РАВР по частоте
	ПО РАВР 3U0>[1)]	Пусковой орган АВР по напряжению нулевой последовательности
Вход	Пуск защит	Пуск защит
Выход	Разрешение АВР к ВВ2	Сигнал разрешения АВР для смежной секции
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93 [2)] Возврат ПО происходит при частоте сети выше уставки на 0,1 Гц		

3.25 Восстановление нормального режима после АВР (ВНР)

3.25.1 Функциональная схема алгоритма ВНР представлена на рисунке 3.33. Настраиваемые параметры ВНР приведены в таблице 3.49, входные и выходные сигналы – в таблице 3.50.

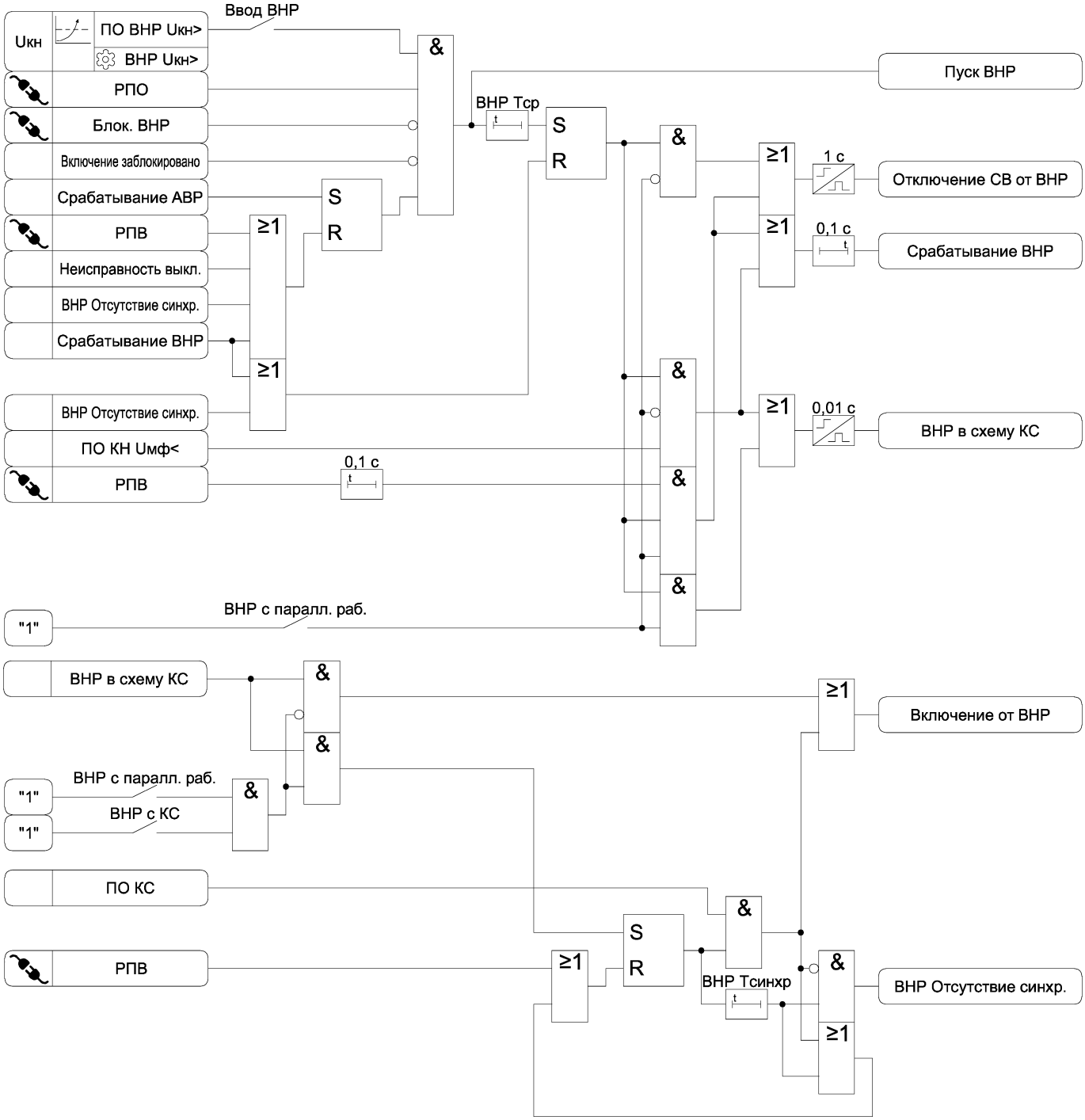


Рисунок 3.33 – Функциональная схема алгоритма ВНР

Таблица 3.49 – Параметры ВНР

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ВНР	□ – ☑	□	-	Ввод ВНР
ВНР Uкн>	60 – 240	95	1	Уставка по напряжению срабатывания ВНР, В
ВНР Tср	0,10 – 60,00	5,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ВНР, с
ВНР с паралл. раб.	□ – ☑	□	-	Ввод ВНР с кратковременной параллельной работой секций
ВНР с КС	□ – ☑	□	-	Ввод контроля синхронизма при ВНР
ВНР Tсинхр	0,00 – 600,00	1,00	0,01	Уставка по времени ожидания синхронизма, с

Таблица 3.50 – Логические сигналы ВНР

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ВНР Uкн>[1)]	Пусковой орган ВНР
	Блок. ВНР	Блокирование ВНР
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
Вход	ПО КН Uмф<	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC
	ПО КС	Пусковой орган наличия синхронизма напряжений
	Срабатывание АВР	Срабатывание АВР
	Включение заблокировано	Включение выключателя заблокировано
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
Выход	Пуск ВНР	Пуск ВНР
	Включение от ВНР	Включение выключателя ввода от ВНР
	Отключение СВ от ВНР	Отключение СВ от ВНР
	Срабатывание ВНР	Срабатывание ВНР
	ВНР в схему КС	Сигнал включения вводного выключателя от ВНР в схему контроля синхронизма
	ВНР Отсутствие синхр.	Отстутствие синхронизма при ВНР
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.25.2 Функция ВНР срабатывает только после отключения выключателя от АВР.

3.25.3 Предусмотрено восстановление нормального режима с перерывом питания и с кратковременной параллельной работой вводов. При выборе ВНР с параллельной работой предусмотрена возможность контроля синхронизма при включении.

3.26 Автоматическое повторное включение (АПВ)

3.26.1 Функциональная схема алгоритма АПВ представлена на рисунке 3.34. Настраиваемые параметры АПВ приведены в таблице 3.51, входные и выходные сигналы – в таблице 3.52.

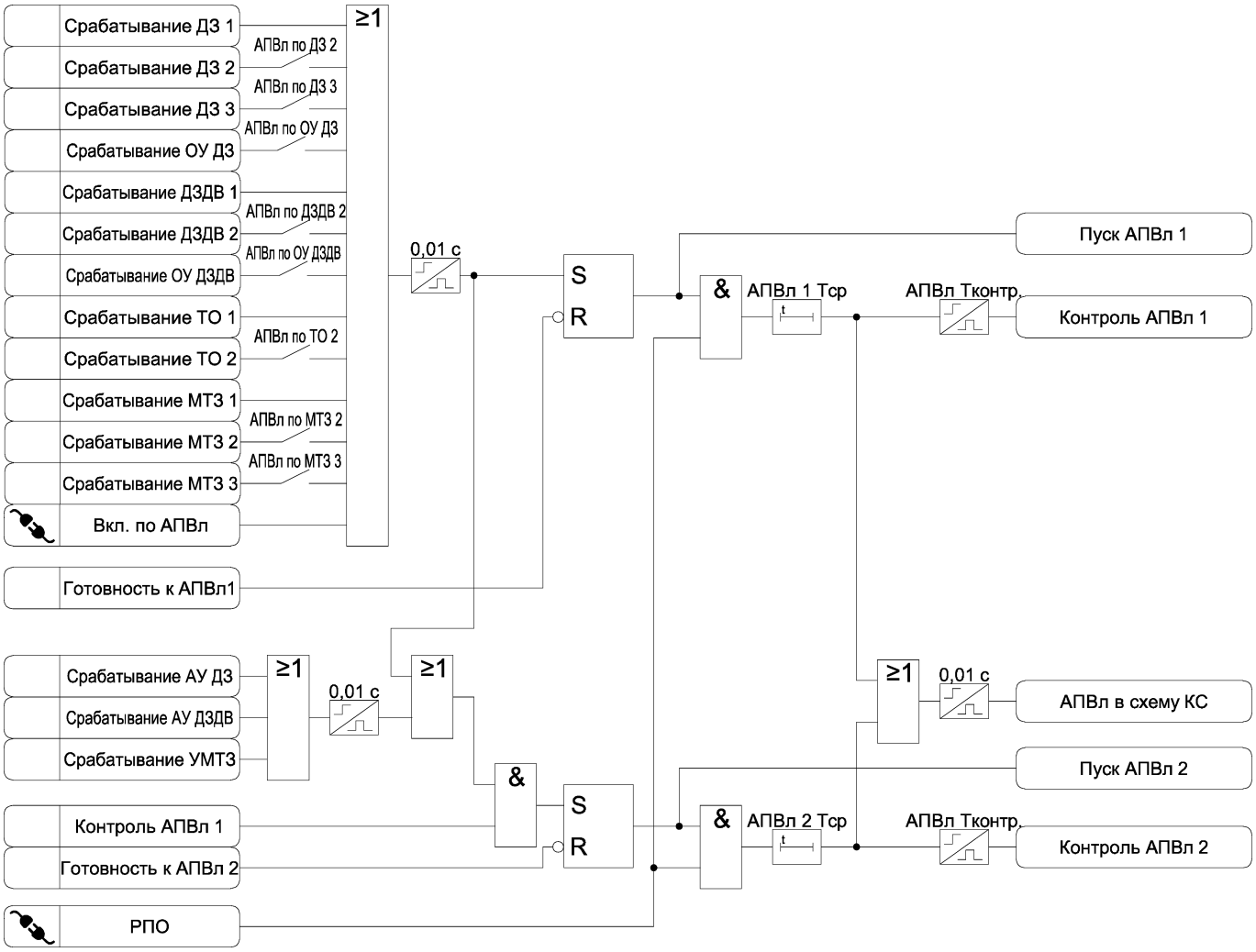


Рисунок 3.34 а) – Функциональная схема алгоритма АПВ

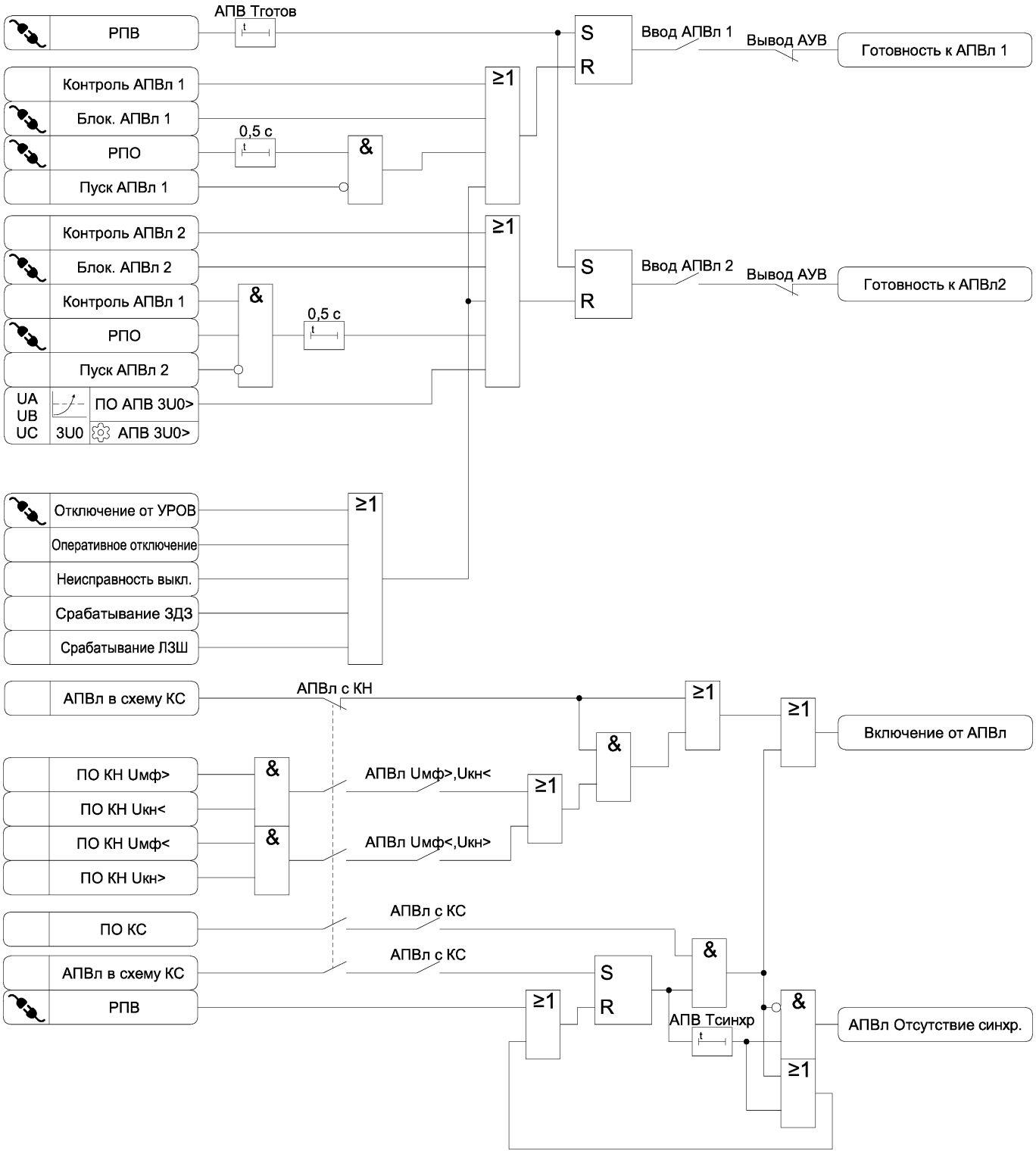


Рисунок 3.34 б) – Функциональная схема алгоритма АПВ

Таблица 3.51 – Параметры АПВ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Общее				
АПВ Тготов	0,10 – 60,00	5,00	0,01	Задержка готовности алгоритма АПВ после включения выключателя, с
АПВ линии				
Ввод АПВл 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод первого цикла АПВ линии
АПВл 1 Тср	0,10 – 300,00	0,50	0,01	Уставка по времени срабатывания первого цикла АПВ линии, с
Ввод АПВл 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод второго цикла АПВ линии
АПВл 2 Тср	0,10 – 300,00	2,00	0,01	Уставка по времени срабатывания второго цикла АПВ линии, с
АПВ 3U0>	5 – 60	10	1	Уставка по напряжению нулевой последовательности блокировки АПВл 2, В
АПВл Тконтр.	1,00 – 120,00	120,00	0,01	Уставка по времени восстановления готовности АПВ линии, с
АПВл по ДЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия ДЗ 2 на АПВ линии
АПВл по ДЗ 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия ДЗ 3 на АПВ линии
АПВл по ОУ ДЗ	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия ОУ ДЗ на АПВ линии
АПВл по ДЗДВ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия ДЗДВ 2 на АПВ линии
АПВл по ОУ ДЗДВ	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия ОУ ДЗДВ на АПВ линии
АПВл по ТО 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия ТО 2 на АПВ линии
АПВл по МТЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия МТЗ 2 на АПВ линии
АПВл по МТЗ 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод действия МТЗ 3 на АПВ линии
Контроль напряжений				
АПВл с КН	☐ – ☑	☐	-	АПВ с контролем напряжений
АПВл Uмф>,Uкн<	☐ – ☑	☐	-	АПВ с контролем наличия напряжения Uмф и отсутствия напряжения Uкн
АПВл Uмф<,Uкн>	☐ – ☑	☐	-	АПВ с контролем отсутствия напряжения Uмф и наличием напряжения Uкн
АПВл с КС	☐ – ☑	☐	-	Ввод контроля синхронизма при АПВ линии
АПВ Тсинхр	0,00 – 600,00	1,00	0,01	Уставка по времени ожидания синхронизма, с

Таблица 3.52 – Логические сигналы АПВ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО АПВ 3U0>[1)]	Пусковой орган блокировки АПВ 2
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	Блок. АПВл 1	Блокирование первого цикла АПВ линии
	Блок. АПВл 2	Блокирование второго цикла АПВ линии
	Вкл. по АПВл	Сигнал для срабатывания АПВ линии
	Отключение от УРОВ	Отключение от УРОВ нижестоящих защит
Вход	Срабатывание ДЗ 1	Срабатывание ДЗ 1
	Срабатывание ДЗ 2	Срабатывание ДЗ 2

Продолжение таблицы 3.52

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Срабатывание ДЗ 3	Срабатывание ДЗ 3
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ДЗДВ 1	Срабатывание ДЗДВ 1
	Срабатывание ДЗДВ 2	Срабатывание ДЗДВ 2
	Срабатывание ОУ ДЗДВ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗДВ
	Срабатывание АУ ДЗДВ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗДВ
	Срабатывание ТО 1	Срабатывание ТО 1
	Срабатывание ТО 2	Срабатывание ТО 2
	Срабатывание МТЗ 1	Срабатывание МТЗ 1
	Срабатывание МТЗ 2	Срабатывание МТЗ 2
	Срабатывание МТЗ 3	Срабатывание МТЗ 3
	Срабатывание УМТЗ	Срабатывание УМТЗ
	Срабатывание ЛЗШ	Срабатывание ЛЗШ
	Срабатывание ЗДЗ	Срабатывание ЗДЗ
	ПО КН Uмф>	Пусковой орган наличия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн>	Пусковой орган наличия напряжения Uкн
	ПО КН Uмф<	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн<	Пусковой орган отсутствия напряжения Uкн
	ПО КС	Пусковой орган наличия синхронизма напряжений
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
Выход	Готовность к АПВл1	Сигнал готовности к первому циклу АПВ линии
	Готовность к АПВл2	Сигнал готовности ко второму циклу АПВ линии
	Пуск АПВл 1	Пуск первого цикла АПВ линии
	Контроль АПВл 1	Сигнал контроля первого цикла АПВ линии
	Пуск АПВл 2	Пуск второго цикла АПВ линии
	Контроль АПВл 2	Сигнал контроля второго цикла АПВ линии
	АПВл в схему КС	Сигнал включения выключателя от АПВ линии в схему контроля синхронизма
	Включение от АПВл	Включение выключателя от функции АПВ линии
	АПВл Отсутствие синхр.	Отсутствие синхронизма при АПВ линии
[1)] Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.26.2 При возникновении повреждения на одиночной линии с односторонним питанием защита этой линии производит отключение выключателя на питающей подстанции, при этом с линии снимается напряжение. Одновременно происходит пуск АПВ. За время бестоковой паузы цикла АПВ произойдет деионизация среды, в которой произошло КЗ, и, если изоляция восстановилась, произойдет успешное АПВ.

3.26.3 Применяют АПВ однократного или двукратного действия. ТАПВ двукратного действия рекомендуется применять для воздушных линий, в особенности для одиночных с односторонним питанием.

3.26.4 После включения выключателю требуется время для подготовки к циклу включения-отключения, поэтому АПВ блокируется на время, задаваемое уставкой «АПВ Тготов» после включения выключателя.

3.26.5 Время контроля успешности цикла АПВ составляет 120 секунд. Если в течение этого времени после срабатывания цикла АПВ происходит отключение выключателя, то соответствующий цикл считается неуспешным.

3.26.6 АПВ линии выполняется от защит.

3.27 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ)

3.27.1 В устройстве реализовано три очереди АЧР и ЧАПВ.

3.27.2 Функциональные схемы алгоритмов АЧР и ЧАПВ представлены на рисунке 3.35. Настраиваемые параметры АЧР и ЧАПВ приведены в таблице 3.53, входные и выходные сигналы – в таблице 3.54.

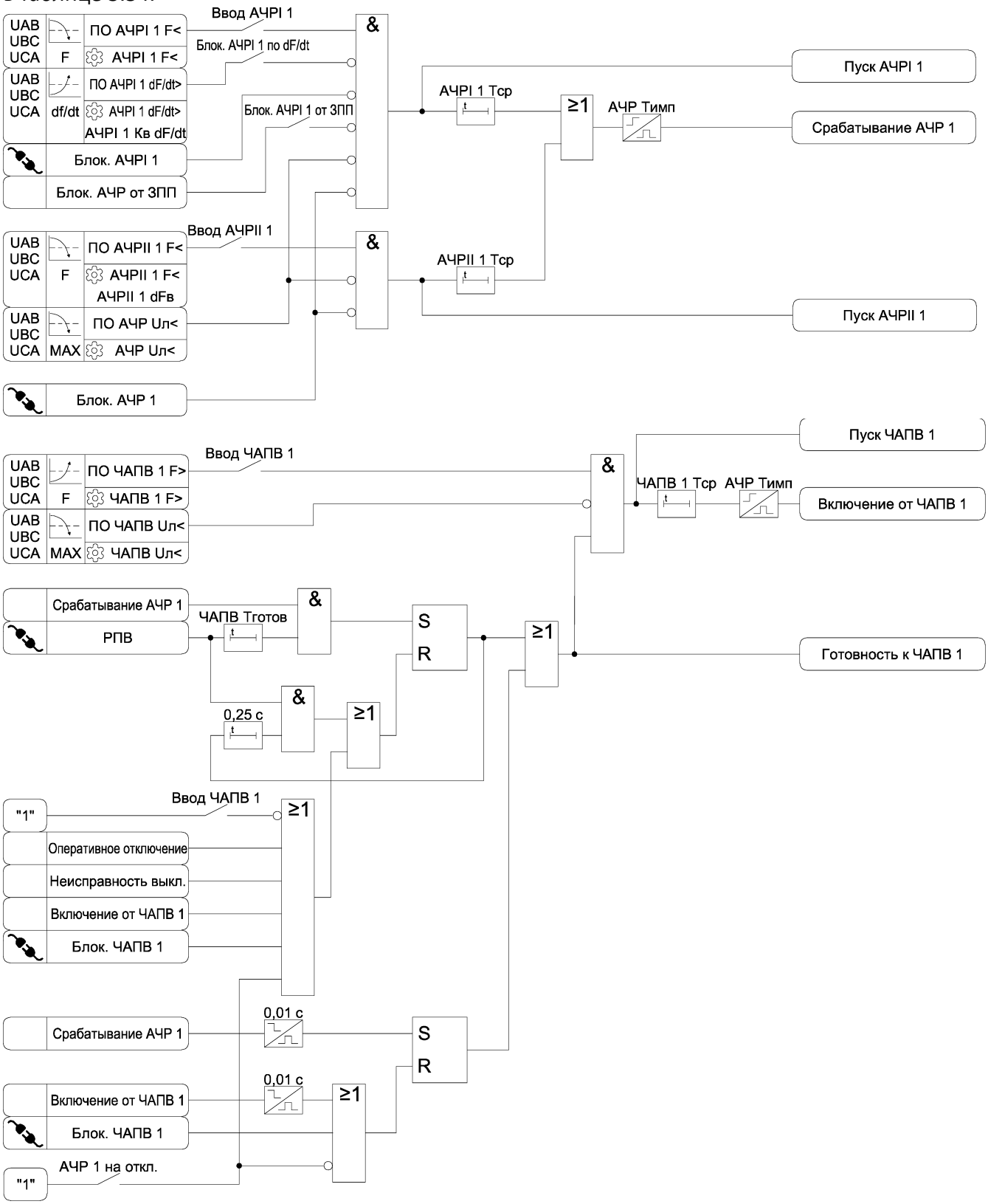


Рисунок 3.35 а) – Функциональные схемы алгоритмов АЧР и ЧАПВ

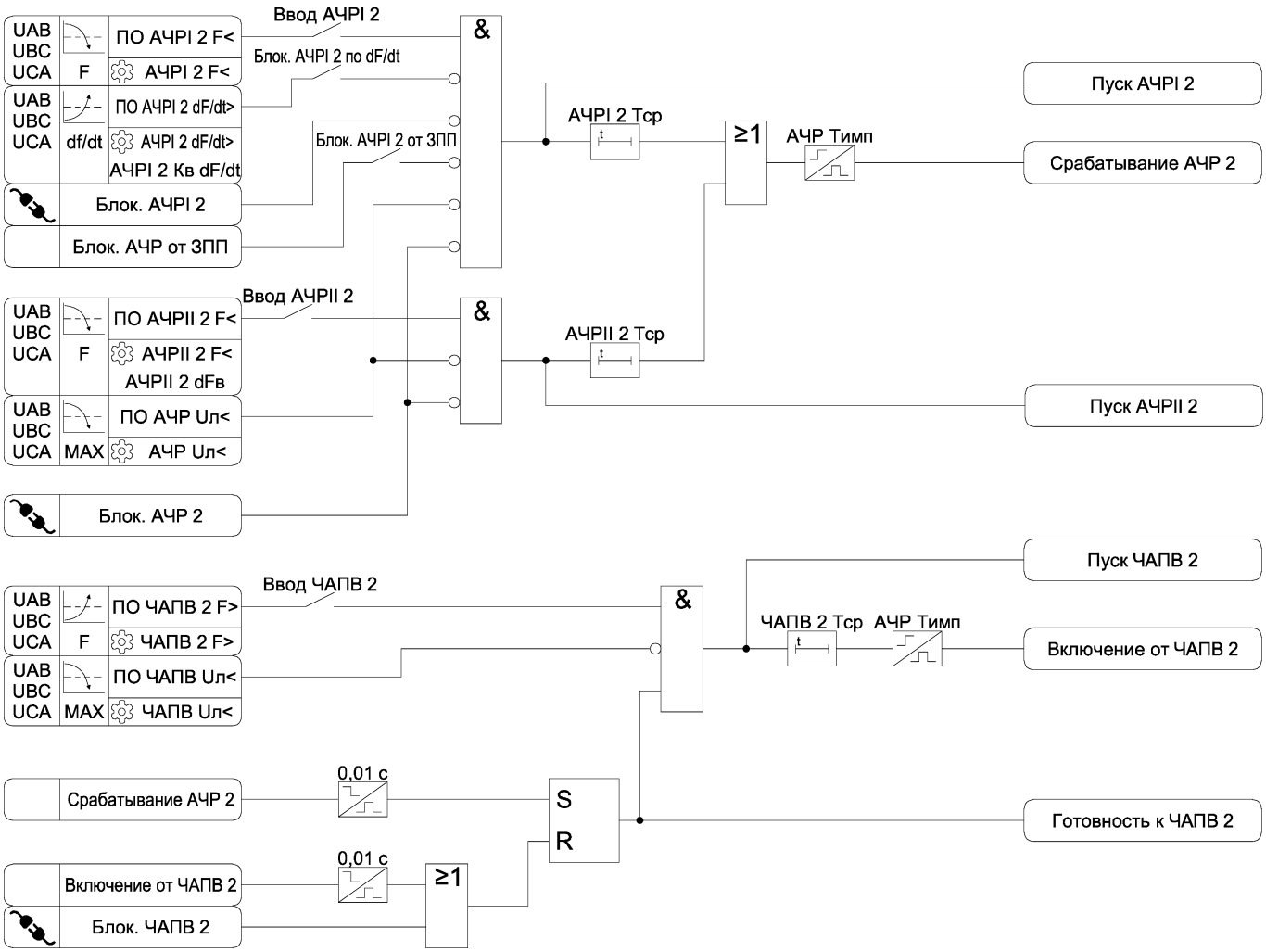


Рисунок 3.35 б) – Функциональные схемы алгоритмов АЧР и ЧАПВ

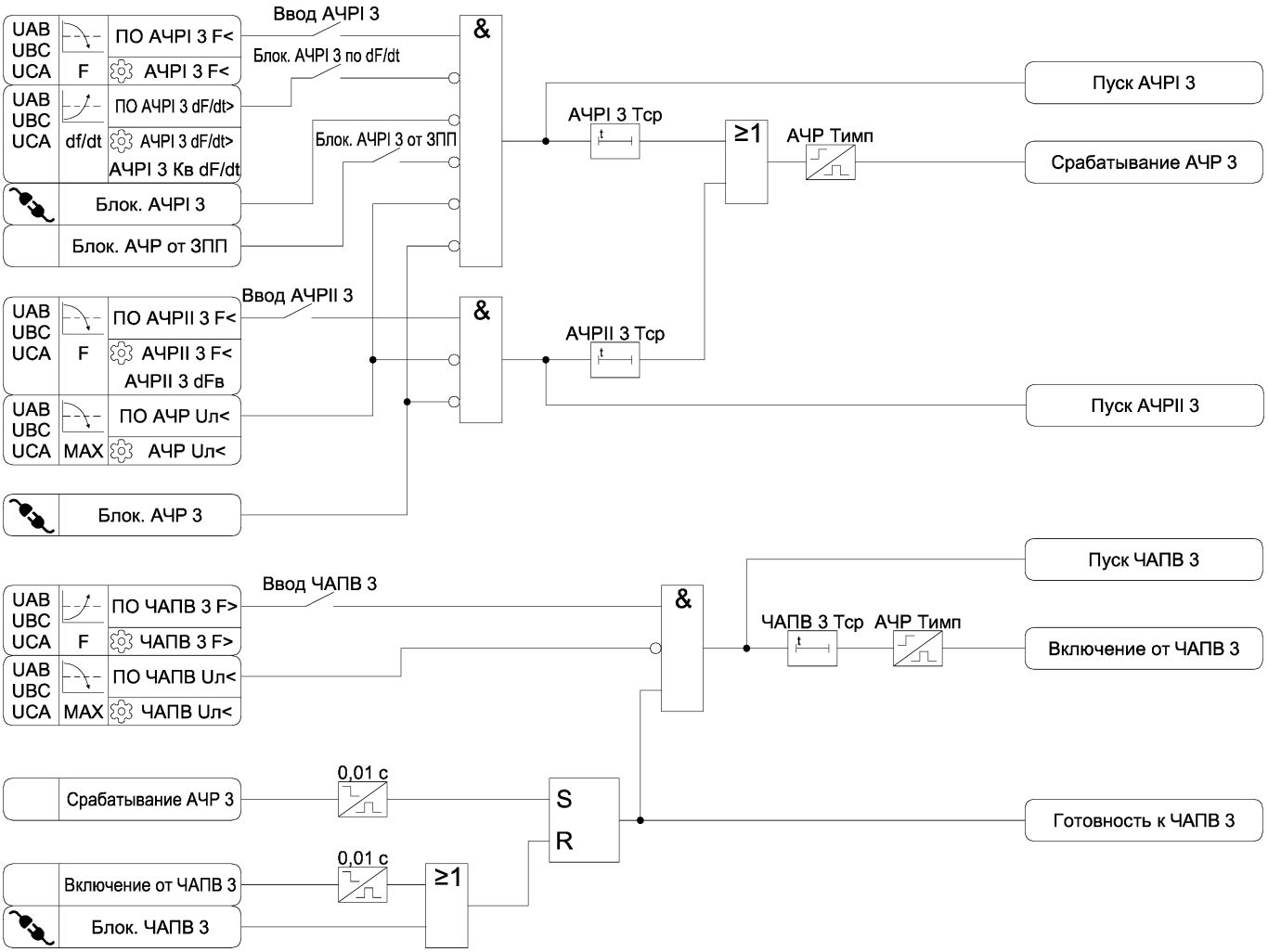


Рисунок 3.35 в) – Функциональные схемы алгоритмов АЧР и ЧАПВ

Таблица 3.53 – Параметры АЧР и ЧАПВ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Общее				
АЧР Тимп	0,10 – 5,00	0,10	0,01	Длительность импульса, формируемого при срабатывании АЧР и ЧАПВ
АЧР Uл<	10 – 90	60	1	Уставка по напряжению блокирования АЧР, В
ЧАПВ Uл<	10 – 90	60	1	Уставка по напряжению блокирования ЧАПВ, В
ЧАПВ Тготов	0,10 – 60,00	5,00	0,01	Задержка готовности алгоритма ЧАПВ после включения выключателя, с
АЧР 1				
Ввод АЧРI 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод АЧРI 1
АЧРI 1 F<	45,0 – 49,6	48,8	0,1	Уставка по частоте срабатывания АЧРI 1, Гц
АЧРI 1 Тср	0,10 – 1,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания АЧРI 1, с
Блок. АЧРI 1 по dF/dt	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокирования АЧРI 1 по скорости изменения частоты
АЧРI 1 dF/dt>	2,0 – 20,0	10,0	0,1	Уставка по скорости изменения частоты АЧРI 1, Гц/с
АЧРI 1 Кв dF/dt	0,2 – 0,99	0,8	0,01	Коэффициент возврата пускового органа по скорости изменения частоты АЧРI 1
Блок. АЧРI 1 от ЗПП	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокирования АЧРI 1 от ЗПП
Ввод АЧРII 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод АЧРII 1
АЧРII 1 F<	48,0 –49,6	49,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания АЧРII 1, Гц
АЧРII 1 dFв	0,1 – 0,4	0,1	0,1	Уставка по частоте возврата пускового органа АЧРII 1, Гц
АЧРII 1 Тср	3,00 – 90,00	5,00	0,01	Уставка по времени срабатывания АЧРII 1, с
ЧАПВ 1				
Ввод ЧАПВ 1	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЧАПВ 1
ЧАПВ 1 F>	49,0 – 50,5	49,5	0,1	Уставка по частоте срабатывания ЧАПВ 1, Гц
ЧАПВ 1 Тср	5,00 – 240,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЧАПВ 1, с

Продолжение таблицы 3.53

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
АЧР 2				
Ввод АЧРI 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод АЧРI 2
АЧРI 2 F<	45,0 – 49,6	48,8	0,1	Уставка по частоте срабатывания АЧРI 2, Гц
АЧРI 2 Tср	0,10 – 1,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания АЧРI 2, с
Блок. АЧРI 2 по dF/dt	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокирования АЧРI 2 по скорости изменения частоты
АЧРI 2 dF/dt>	2,0 – 20,0	10,0	0,1	Уставка по скорости изменения частоты АЧРI 2, Гц/с
АЧРI 2 Кв dF/dt	0,2 – 0,99	0,8	0,01	Коэффициент возврата пускового органа по скорости изменения частоты АЧРI 2
Блок. АЧРI 2 от ЗПП	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокирования АЧРI 2 от ЗПП
Ввод АЧРII 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод АЧРII 2
АЧРII 2 F<	48,0 –49,6	49,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания АЧРII 2, Гц
АЧРII 2 dFв	0,1 – 0,4	0,1	0,1	Уставка по частоте возврата пускового органа АЧРII 2, Гц
АЧРII 2 Tср	3,00 – 90,00	5,00	0,01	Уставка по времени срабатывания АЧРII 2, с
ЧАПВ 2				
Ввод ЧАПВ 2	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЧАПВ 2
ЧАПВ 2 F>	49,0 – 50,5	49,5	0,1	Уставка по частоте срабатывания ЧАПВ 2, Гц
ЧАПВ 2 Tср	5,00 – 240,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЧАПВ 2, с

Продолжение таблицы 3.53

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
АЧР 3				
Ввод АЧРI 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод АЧРI 3
АЧРI 3 F<	45,0 – 49,6	48,8	0,1	Уставка по частоте срабатывания АЧРI 3, Гц
АЧРI 3 Тср	0,10 – 1,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания АЧРI 3, с
Блок. АЧРI 3 по dF/dt	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокирования АЧРI 3 по скорости изменения частоты
АЧРI 3 dF/dt>	2,0 – 20,0	10,0	0,1	Уставка по скорости изменения частоты АЧРI 3, Гц/с
АЧРI 3 Кв dF/dt	0,2 – 0,99	0,8	0,01	Коэффициент возврата пускового органа по скорости изменения частоты АЧРI 3
Блок. АЧРI 3 от ЗПП	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокирования АЧРI 3 от ЗПП
Ввод АЧРII 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод АЧРII 3
АЧРII 3 F<	48,0 –49,6	49,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания АЧРII 3, Гц
АЧРII 3 dFв	0,1 – 0,4	0,1	0,1	Уставка по частоте возврата пускового органа АЧРII 3, Гц
АЧРII 3 Тср	3,00 – 90,00	5,00	0,01	Уставка по времени срабатывания АЧРII 3, с
ЧАПВ 3				
Ввод ЧАПВ 3	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЧАПВ 3
ЧАПВ 3 F>	49,0 – 50,5	49,5	0,1	Уставка по частоте срабатывания ЧАПВ 3, Гц
ЧАПВ 3 Тср	5,00 – 240,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЧАПВ 3, с

Таблица 3.54 – Логические сигналы АЧР и ЧАПВ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО АЧРI 1 F<[1)]	Пусковой орган снижения частоты АЧРI 1
	ПО АЧРI 1 dF/dt>[2)]	Пусковой орган блокировки по превышению скорости снижения частоты АЧРI 1
	ПО АЧРII 1 F<[3)]	Пусковой орган снижения частоты АЧРII 1
	ПО ЧАПВ 1 F>[5)]	Пусковой орган повышения частоты ЧАПВ 1
	ПО АЧРI 2 F<[1)]	Пусковой орган снижения частоты АЧРI 2
	ПО АЧРI 2 dF/dt>[2)]	Пусковой орган блокировки по превышению скорости снижения частоты АЧРI 2
	ПО АЧРII 2 F<[3)]	Пусковой орган снижения частоты АЧРII 2
	ПО ЧАПВ 2 F>[5)]	Пусковой орган повышения частоты ЧАПВ 2
	ПО АЧРI 3 F<[1)]	Пусковой орган снижения частоты АЧРI 3
	ПО АЧРI 3 dF/dt>[2)]	Пусковой орган блокировки по превышению скорости снижения частоты АЧРI 3
	ПО АЧРII 3 F<[3)]	Пусковой орган снижения частоты АЧРII 3

Продолжение таблицы 3.54

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	ПО ЧАПВ 3 F>[5]	Пусковой орган повышения частоты ЧАПВ 3
	ПО АЧР Uл<[4]	Пусковой орган блокирования АЧР по снижению напряжения
	ПО ЧАПВ Uл<[4]	Пусковой орган блокирования ЧАПВ по снижению напряжения
	Блок. АЧРI 1	Блокирование АЧРI 1
	Блок. АЧР 1	Блокирование АЧРI 1 и АЧРII 1
	Блок. ЧАПВ 1	Блокирование ЧАПВ 1
	Блок. АЧРI 2	Блокирование АЧРI 2
	Блок. АЧР 2	Блокирование АЧРI 2 и АЧРII 2
	Блок. ЧАПВ 2	Блокирование ЧАПВ 2
	Блок. АЧРI 3	Блокирование АЧРI 3
	Блок. АЧР 3	Блокирование АЧРI 3 и АЧРII 3
	Блок. ЧАПВ 3	Блокирование ЧАПВ 3
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
Вход	Блок. АЧР от ЗПП	Блокировка АЧР от функции контроля направления мощности при отсутствии тока или направлении мощности в сторону питающей линии
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
Выход	Пуск АЧРI 1	Пуск АЧРI 1
	Пуск АЧРII 1	Пуск АЧРII 1
	Срабатывание АЧР 1	Срабатывание АЧР 1
	Пуск ЧАПВ 1	Пуск ЧАПВ 1
	Включение от ЧАПВ 1	Включение выключателя от ЧАПВ 1
	Готовность к ЧАПВ 1	Сигнал готовности к ЧАПВ 1
	Пуск АЧРI 2	Пуск АЧРI 2
	Пуск АЧРII 2	Пуск АЧРII 2
	Срабатывание АЧР 2	Срабатывание АЧР 2
	Пуск ЧАПВ 2	Пуск ЧАПВ 2
	Включение от ЧАПВ 2	Включение выключателя от ЧАПВ 2
	Готовность к ЧАПВ 2	Сигнал готовности к ЧАПВ 2
	Пуск АЧРI 3	Пуск АЧРI 3
	Пуск АЧРII 3	Пуск АЧРII 3
	Срабатывание АЧР 3	Срабатывание АЧР 3
	Пуск ЧАПВ 3	Пуск ЧАПВ 3
	Включение от ЧАПВ 3	Включение выключателя от ЧАПВ 3
	Готовность к ЧАПВ 3	Сигнал готовности к ЧАПВ 3

[1] Возврат ПО происходит при значении частоты, превышающем уставку срабатывания не более, чем на 0,1 Гц

[2] Коэффициент возврата не меньше значения, задаваемого уставкой «АЧРI 1 Кв dF/dt»

[3] Возврат ПО происходит при значении частоты, превышающем уставку срабатывания не больше значения, задаваемого уставкой «АЧРII 1 dFв»

[4] Коэффициент возврата не более 1,07

[5] Возврат ПО происходит при значении частоты, меньшем уставки срабатывания не более, чем на 0,1 Гц

3.27.3 В устройстве реализовано три очереди АЧР и ЧАПВ. Первая очередь может применяться для выполнения функции индивидуальной АЧР присоединения (должен быть введен

программный ключ «АЧР 1 на откл.») или для выполнения группой АЧР. Вторая и третья очереди применяются только в случае выполнения устройством функции групповой АЧР.

3.27.4 АЧР может выполнять функции АЧРI и АЧРII. Возможно выполнение совмещенной АЧР.

3.27.5 Для предотвращения срабатывания АЧРI при потере питания предусмотрены:

- блокировка по скорости снижения частоты. Скорость выбега двигателей обесточенной секции выше скорости снижения частоты при системных авариях;

- блокировка по логическому сигналу «Блок. АЧР от ЗПП» (программный ключ «Блок. АЧРI1 (2, 3) от ЗПП»), который формируется при отсутствии тока по одной из фаз или при направлении мощности одной из фаз к питающему центру;

- блокировка по назначаемому логическому входу «Блок. АЧРI 1». К данному входу допустимо подключить сигнал от пускового органа направления мощности. При потере питания или КЗ на питающей линии мощность направлена в сторону питающей линии или отсутствует. Также возможен контроль снижения частоты на соседней секции. При системных авариях частота падает синхронно на обеих секциях.

3.27.6 ЧАПВ срабатывает при восстановлении частоты после срабатывания АЧР.

3.28 АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства

3.28.1 Функциональные схемы алгоритмов АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства представлены на рисунке 3.36. Настраиваемые параметры АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства приведены в таблице 3.55, входные и выходные сигналы – в таблице 3.56.

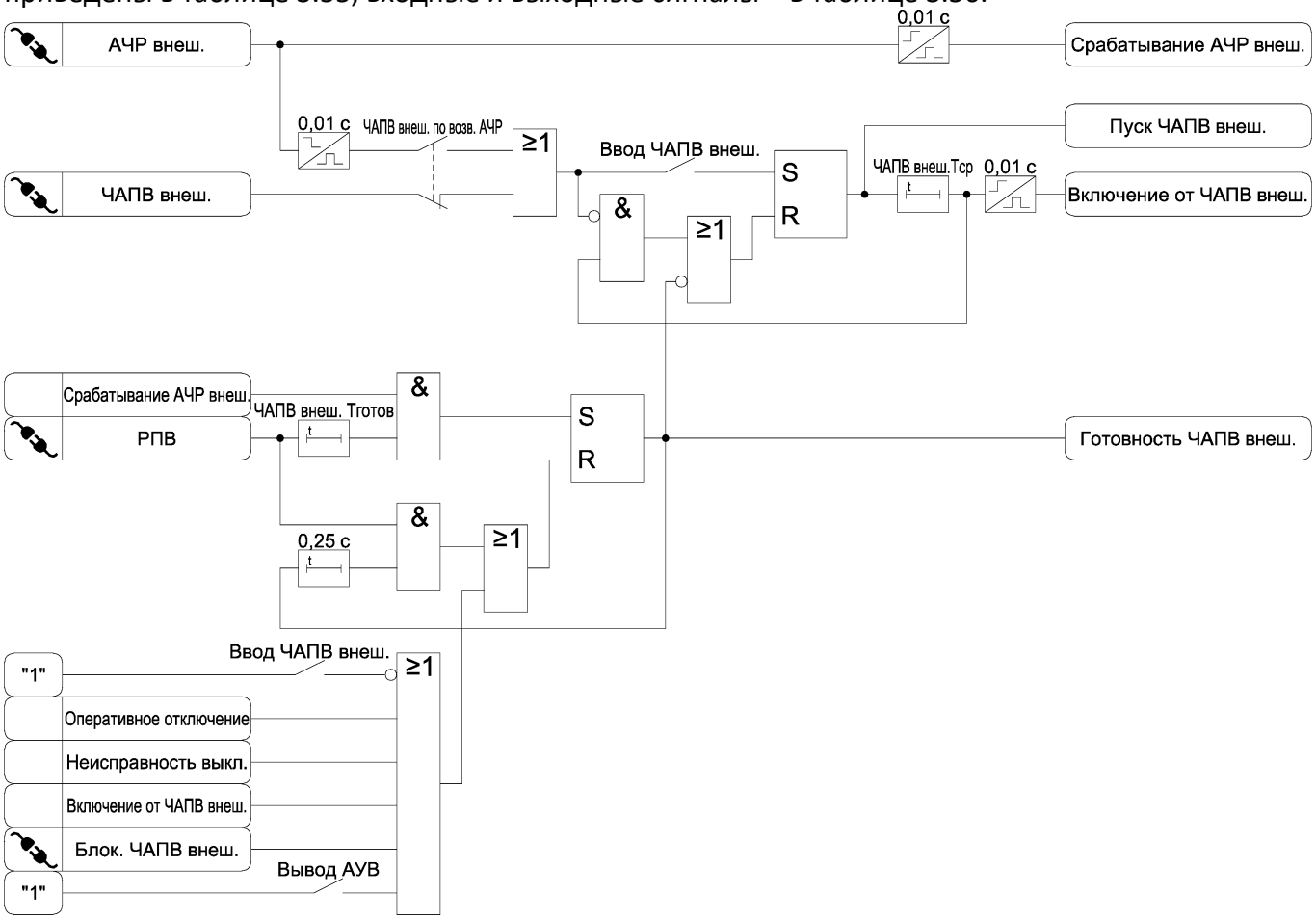


Рисунок 3.36 – Функциональные схемы алгоритмов АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства

Таблица 3.55 – Параметры АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЧАПВ внеш.	☐ – ☑	☐	-	Ввод ЧАПВ от внешнего устройства
ЧАПВ внеш. по возв. АЧР	☐ – ☑	☐	-	Срабатывание ЧАПВ по исчезновению сигнала на входе «АЧР внеш.»
ЧАПВ внеш.Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ЧАПВ от внешнего устройства, с
ЧАПВ внеш. Тготов	0,10 – 60,00	5,00	0,01	Задержка готовности алгоритма ЧАПВ после включения выключателя, с

Таблица 3.56 – Логические сигналы АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	АЧР внеш.	Отключение выключателя от внешнего устройства АЧР
	ЧАПВ внеш.	Включение выключателя от внешнего устройства АЧР
	Блок. ЧАПВ внеш.	Блокирование ЧАПВ
Вход	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
Выход	Срабатывание АЧР внеш.	Срабатывание внешнего АЧР
	Пуск ЧАПВ внеш.	Пуск внешнего ЧАПВ
	Включение от ЧАПВ внеш.	Включение выключателя от внешнего ЧАПВ
	Готовность ЧАПВ внеш.	Готовность к ЧАПВ после внешнего АЧР

3.28.2 В устройстве реализован алгоритм отключения выключателя от внешнего устройства групповой АЧР «АЧР внеш.». АЧР действует на отключение без дополнительной выдержки времени.

3.28.3 Для организации ЧАПВ от внешнего устройства отдельной шинкой ЧАПВ в устройстве реализован алгоритм включения выключателя по сигналу «ЧАПВ внеш.». Для организации ЧАПВ по одной шинке с АЧР предусмотрена возможность работы ЧАПВ по исчезновению сигнала на входе «АЧР внеш.» (программный ключ «ЧАПВ по возв. АЧР»).

3.28.4 ЧАПВ действует на отключение с дополнительной выдержкой времени «ЧАПВ внеш. Тср». Дополнительная выдержка времени предназначена для разнесения по времени момента включения присоединений. Тем самым снижается перегрузка системы оперативного тока при срабатывании электромагнитов включения.

3.28.5 Устройство обеспечивает прием импульсных сигналов «ЧАПВ внеш.» (менее выдержки «ЧАПВ внеш. Тср»). При этом сигнал на включение выключателя будет подан через выдержку времени «ЧАПВ внеш. Тср» при условии готовности ЧАПВ.

3.28.6 Сигнал готовности ЧАПВ формируется при условии, что на момент срабатывания АЧР выключатель находился во включенном состоянии более выдержки времени, задаваемой уставкой «ЧАПВ внеш. Тготов».

3.29 Защита от повышения и снижения частоты

3.29.1 Функциональные схемы алгоритмов защиты от повышения и снижения частоты представлены на рисунке 3.37. Настраиваемые параметры защиты от повышения и снижения частоты приведены в таблице 3.57, входные и выходные сигналы – в таблице 3.58.

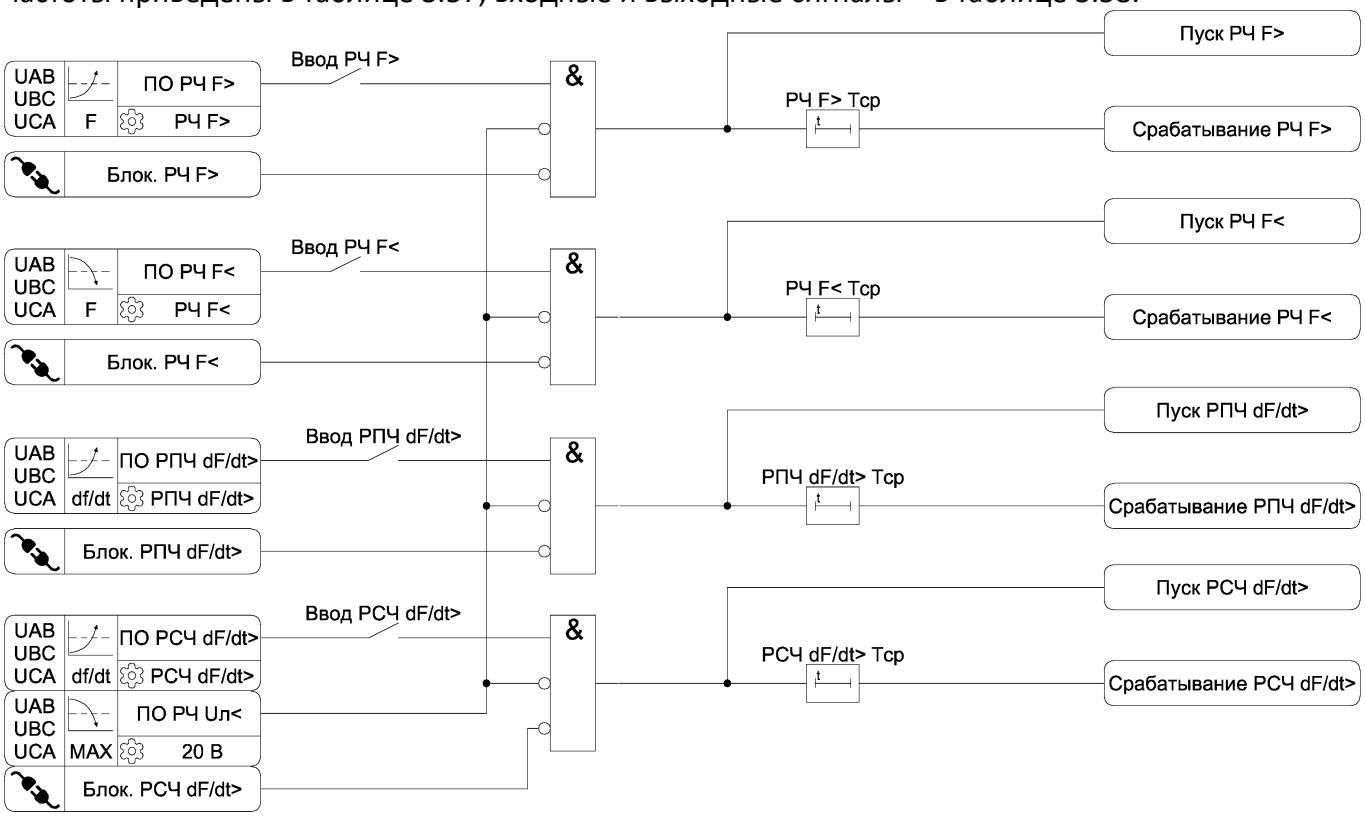


Рисунок 3.37 – Функциональные схемы алгоритмов защиты повышения и снижения частоты

Таблица 3.57 – Параметры защиты повышения и снижения частоты

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Защита от повышения частоты				
Ввод РЧ F>	☐ – ☑	☐	-	Ввод защиты от повышения частоты
РЧ F>	49,0 – 55,0	51,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания защиты от повышения частоты, Гц
РЧ F> Тср	0,00 – 100,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания защиты от повышения частоты, с
Защита от снижения частоты				
Ввод РЧ F<	☐ – ☑	☐	-	Ввод защиты от снижения частоты
РЧ F<	45,0 – 51,0	49,0	0,1	Уставка по частоте срабатывания защиты от снижения частоты, Гц
РЧ F< Тср	0,00 – 100,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания защиты от снижения частоты, с
Защита по скорости повышения частоты				
Ввод РПЧ dF/dt>	☐ – ☑	☐	-	Ввод защиты по скорости повышения частоты
РПЧ dF/dt>	0,1 – 20,0	10,0	0,1	Уставка по скорости повышения частоты, Гц/с

Продолжение таблицы 3.57

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
РПЧ dF/dt> Tср	0,00 – 100,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания защиты по скорости повышения частоты, с
Защита по скорости снижения частоты				
Ввод РСЧ dF/dt>	☐ – ☑	☐	-	Ввод защиты по скорости снижения частоты
РСЧ dF/dt>	0,1 – 20,0	10,0	0,1	Уставка по скорости снижения частоты, Гц/с
РСЧ dF/dt> Tср	0,00 – 100,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания защиты по скорости снижения частоты, с

Таблица 3.58 – Логические сигналы защиты от повышения и снижения частоты

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО РЧ F>[1)]	Пусковой орган защиты от повышения частоты
	ПО РЧ F<[2)]	Пусковой орган защиты от снижения частоты
	ПО РПЧ dF/dt>[3)]	Пусковой орган скорости повышения частоты
	ПО РСЧ dF/dt>[3)]	Пусковой орган скорости снижения частоты
	ПО РЧ Uл<[4)]	Пусковой орган минимального напряжения, блокирующий пусковые органы частоты
	Блок. РЧ F>	Блокирование защиты от повышения частоты
	Блок. РЧ F<	Блокирование защиты от снижения частоты
	Блок. РПЧ dF/dt>	Блокирование защиты скорости повышения частоты
	Блок. РСЧ dF/dt>	Блокирование защиты скорости снижения частоты
Выход	Пуск РЧ F>	Пуск защиты от повышения частоты
	Срабатывание РЧ F>	Срабатывание защиты от повышения частоты
	Пуск РЧ F<	Пуск защиты от снижения частоты
	Срабатывание РЧ F<	Срабатывание защиты от снижения частоты
	Пуск РПЧ dF/dt>	Пуск защиты по скорости повышения частоты
	Срабатывание РПЧ dF/dt>	Срабатывание защиты по скорости повышения частоты
	Пуск РСЧ dF/dt>	Пуск защиты по скорости снижения частоты
	Срабатывание РСЧ dF/dt>	Срабатывание защиты по скорости снижения частоты

[1)] Возврат ПО происходит при значении частоты, меньшем уставки срабатывания не более, чем на 0,1 Гц

[2)] Возврат ПО происходит при значении частоты, превышающем уставку срабатывания не более, чем на 0,1 Гц

[3)] Коэффициент возврата не менее 0,8

[4)] Коэффициент возврата не более 1,07

3.30 Оперативное управление выключателем

3.30.1 Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем представлена на рисунке 3.38. Настраиваемые параметры функции оперативного управления выключателем приведены в таблице 3.59, входные и выходные сигналы – в таблице 3.60.

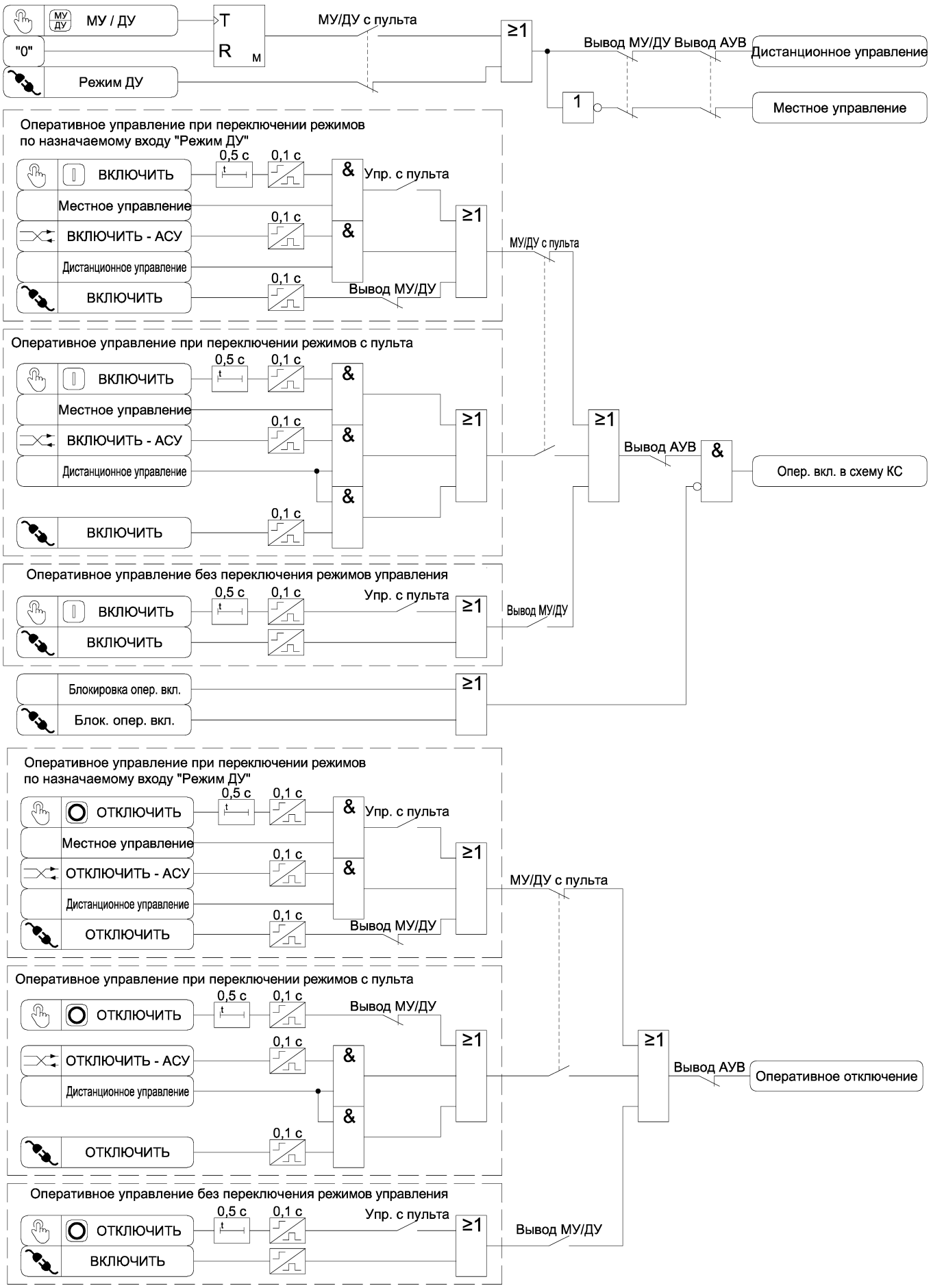


Рисунок 3.38 а) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

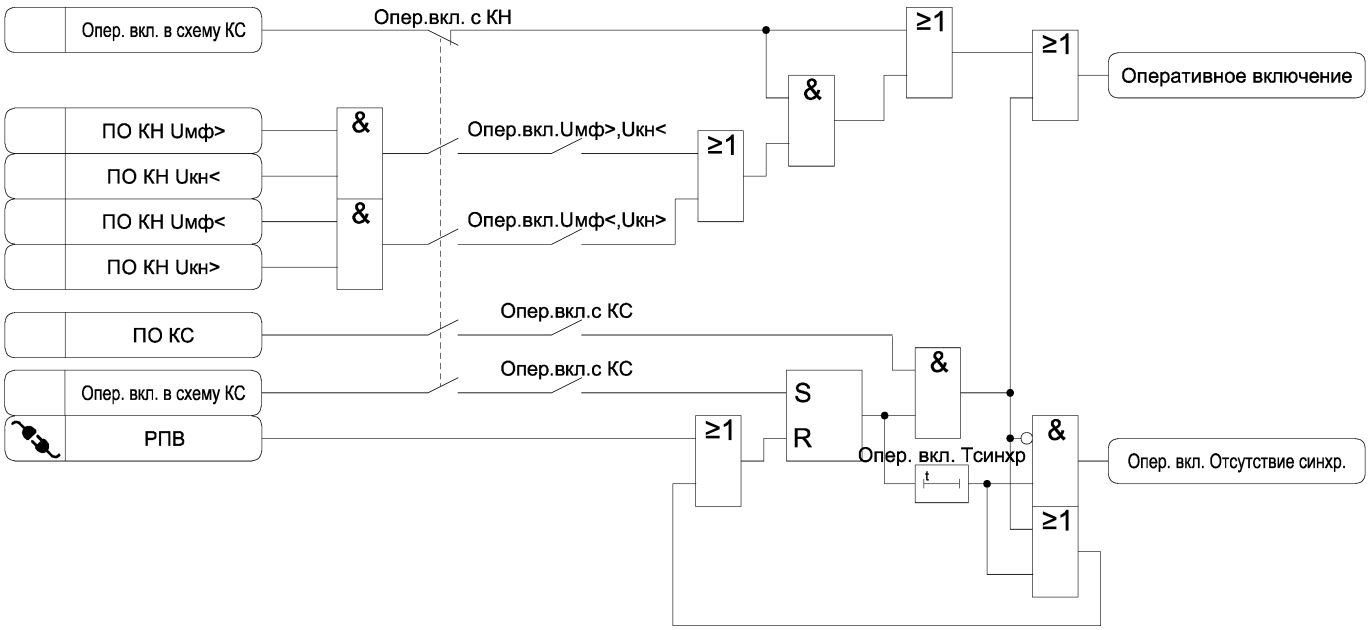


Рисунок 3.38 б) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

Таблица 3.59 – Параметры функции оперативного управления выключателем

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
МУ/ДУ с пульта	☐ – ☑	☐	-	Ввод выбора режимов управления выключателем с лицевой панели пульта устройства
Вывод МУ/ДУ	☐ – ☑	☐	-	Вывод контроля режимов управления выключателем
Упр. с пульта	☐ – ☑	☐	-	Разрешение управления выключателем с лицевой панели пульта
Опер.вкл. с КН	☐ – ☑	☐	-	Ввод оперативного включения с контролем напряжений
Опер.вкл.Uмф>,Uкн<	☐ – ☑	☐	-	Ввод оперативного включения с контролем наличия напряжения Uмф и отсутствия напряжения Uкн
Опер.вкл.Uмф<,Uкн>	☐ – ☑	☐	-	Ввод оперативного включения с контролем отсутствия напряжения Uмф и наличием напряжения Uкн
Опер.вкл.с КС	☐ – ☑	☐	-	Ввод оперативного включения с контролем синхронизма
Опер. вкл. Тсинхр	0,00 – 600,00	1,00	0,01	Уставка по времени ожидания синхронизма при оперативном включении, с

Таблица 3.60 – Логические сигналы функции оперативного управления выключателем

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	ВКЛЮЧИТЬ	Команда включения выключателя от кнопки на лицевой панели пульта
	ОТКЛЮЧИТЬ	Команда отключения выключателя от кнопки на лицевой панели пульта
	ВКЛЮЧИТЬ	Команда включения выключателя по входному подключаемому логическому сигналу
	ОТКЛЮЧИТЬ	Команда отключения выключателя по входному подключаемому логическому сигналу
	Режим ДУ	Сигнал переключения режимов управления выключателем
	Блок. опер. вкл.	Блокирование оперативного включения
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	ВКЛЮЧИТЬ – АСУ	Команда включения выключателя из АСУ
	ОТКЛЮЧИТЬ – АСУ	Команда отключения выключателя из АСУ
Вход	ПО КН Uмф>	Пусковой орган наличия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн>	Пусковой орган наличия напряжения Uкн
	ПО КН Uмф<	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC
	ПО КН Uкн<	Пусковой орган отсутствия напряжения Uкн
	ПО КС	Пусковой орган наличия синхронизма напряжений
	Блокировка опер. вкл.	Блокировка оперативного включения выключателя
Выход	Местное управление	Включен местный режим управления выключателем
	Дистанционное управление	Включен дистанционный режим управления выключателем
	Оперативное включение	Сигнал оперативного включения выключателя
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Опер. вкл. в схему КС	Сигнал оперативного включения в схему контроля синхронизма
	Опер. вкл. Отсутствие синхр.	Отсутствие синхронизма при оперативном включении

3.30.2 В устройстве предусмотрено три варианта выбора режимов управления выключателем («Местное управление» / «Дистанционное управление»):

- по входному подключаемому сигналу «Режим ДУ» (схема по умолчанию);
- по кнопке «МУ/ДУ» на лицевой панели пульта;
- без контроля режимов управления.

3.30.3 При переключении режимов управления по входному подключаемому сигналу «Режим ДУ» управление выключателем осуществляется:

- по входным подключаемым сигналам «ВКЛЮЧИТЬ» и «ОТКЛЮЧИТЬ» – без контроля режимов управления;
- по командам АСУ «ВКЛЮЧИТЬ – АСУ» и «ОТКЛЮЧИТЬ – АСУ» – в дистанционном режиме управления;
- кнопками «ВКЛЮЧИТЬ» и «ОТКЛЮЧИТЬ» на лицевой панели пульта при введенном программном ключе «Упр. с пульта» – в местном режиме управления.

3.30.4 При переключении режимов управления с лицевой панели пульта управление выключателем осуществляется:

- кнопкой «ВКЛЮЧИТЬ» на лицевой панели пульта – в местном режиме управления, кнопкой «ОТКЛЮЧИТЬ» - без контроля режимов управления;

- по командам АСУ «ВКЛЮЧИТЬ – АСУ» и «ОТКЛЮЧИТЬ – АСУ» – в дистанционном режиме управления;

- по входным подключаемым сигналам «ВКЛЮЧИТЬ» и «ОТКЛЮЧИТЬ» – в дистанционном режиме управления.

Выбор данного варианта осуществляется программным ключом «МУ/ДУ с пульта».

3.30.5 При отключенном контроле режимов управления выключателем управление осуществляется независимо от режима управления. Управление кнопками «ВКЛЮЧИТЬ» и «ОТКЛЮЧИТЬ» на лицевой панели пульта осуществляется только при введенном программном ключе «Упр. с пульта»

Выбор данного варианта осуществляется программным ключом «Вывод МУ/ДУ».

3.30.6 На рисунке 3.39 приведена упрощенная схема выбора режимов управления выключателем.

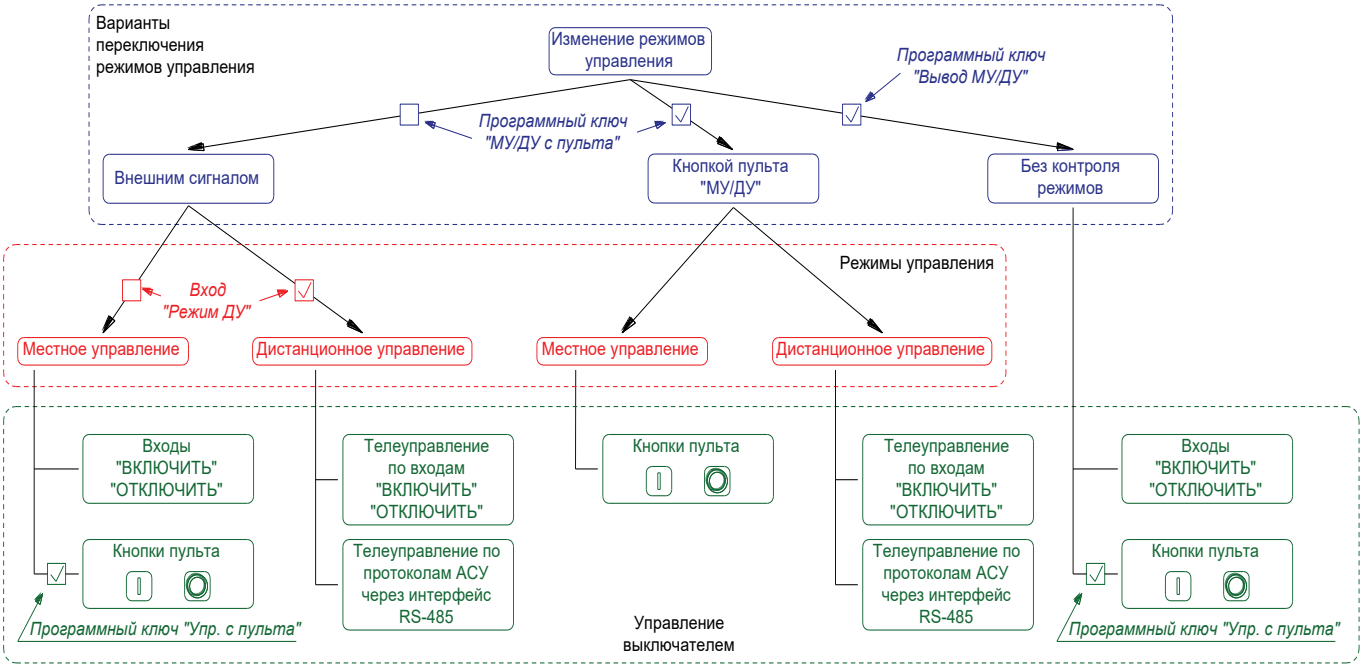


Рисунок 3.39 – Выбор режимов управления

3.30.7 Предусмотрена возможность контроля напряжений и контроля синхронизма при оперативном включении.

3.31 Состояние защит

3.31.1 Функциональная схема формирования сигналов состояния защит представлена на рисунке 3.40. Настраиваемые параметры функции состояния защит приведены в таблице 3.61, входные и выходные сигналы – в таблице 3.62.

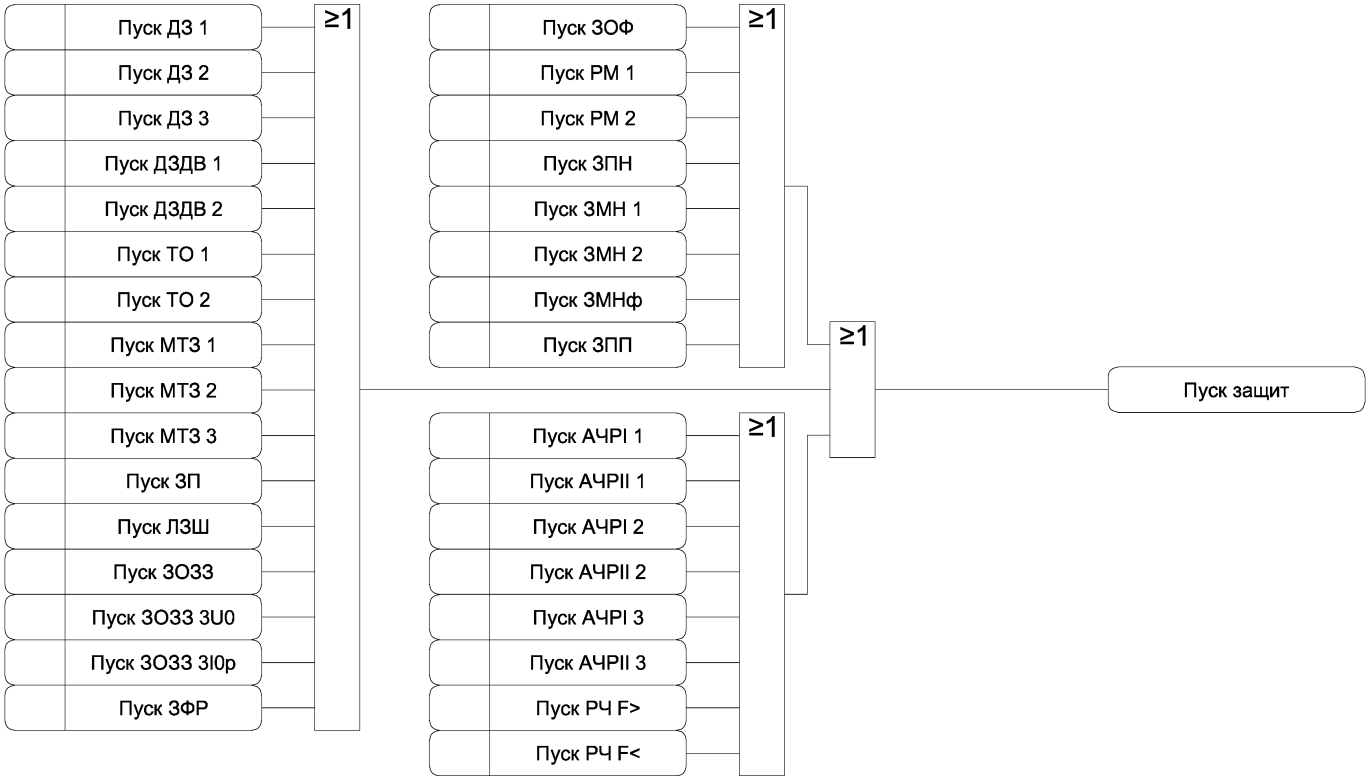


Рисунок 3.40 а) – Функциональная схема алгоритма формирования сигналов состояния защит

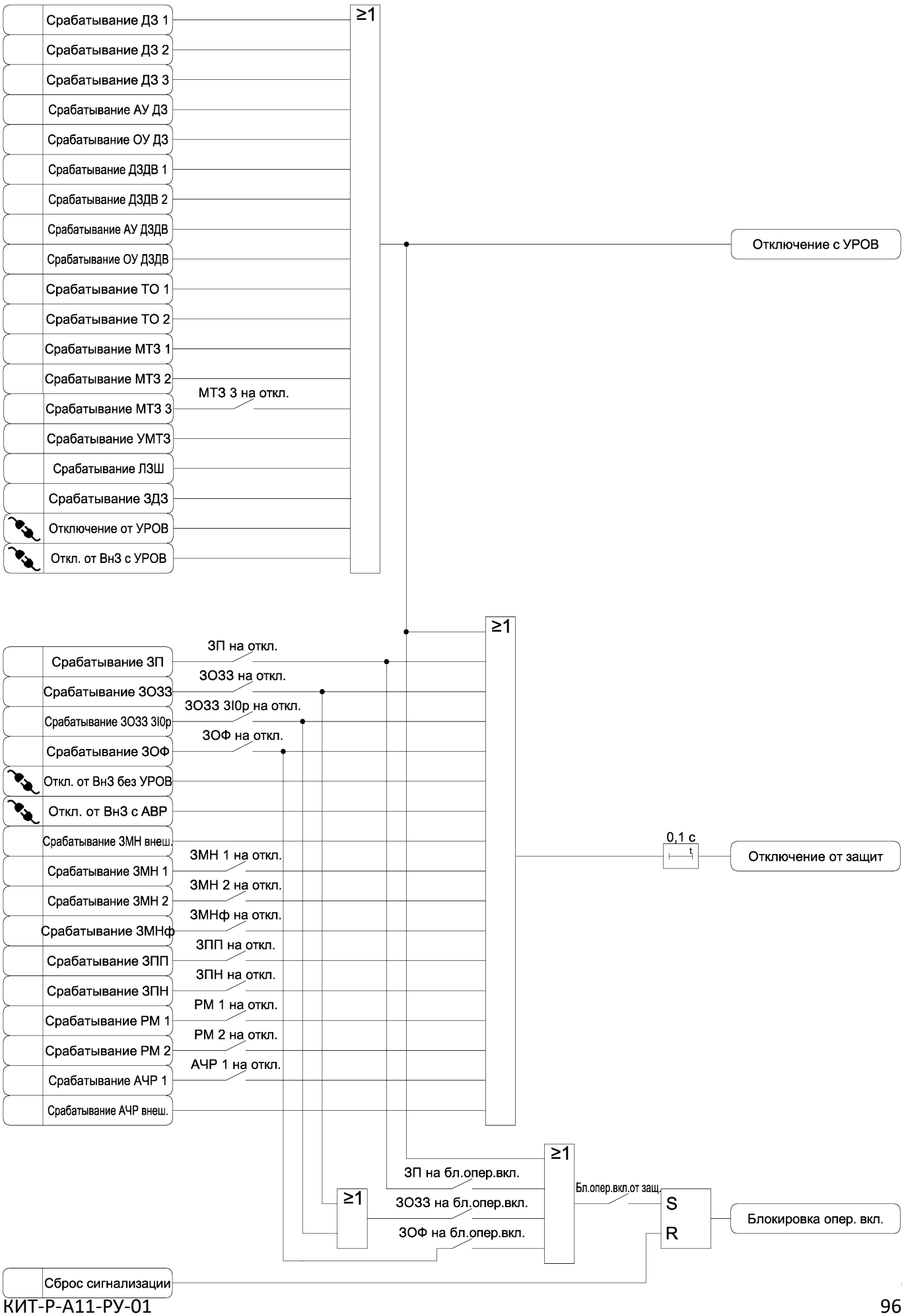

Срабатывание ДЗ 1
Срабатывание ДЗ 2
Срабатывание ДЗ 3
Срабатывание АУ ДЗ
Срабатывание ОУ ДЗ
Срабатывание ДЗДВ 1
Срабатывание ДЗДВ 2
Срабатывание АУ ДЗДВ
Срабатывание ОУ ДЗДВ
Срабатывание ТО 1
Срабатывание ТО 2
Срабатывание МТЗ 1
Срабатывание МТЗ 2
Срабатывание МТЗ 3
МТЗ 3 на откл.
Срабатывание УМТЗ
Срабатывание ЛЗШ
Срабатывание ЗДЗ
Отключение от УРОВ
Откл. от ВнЗ с УРОВ
≥1
Отключение с УРОВ
Срабатывание ЗП
ЗП на откл.
Срабатывание ЗОЗЗ
ЗОЗЗ на откл.
Срабатывание ЗОЗЗ 3I0р
ЗОЗЗ 3I0р на откл.
Срабатывание ЗОФ
ЗОФ на откл.
Откл. от ВнЗ без УРОВ
Откл. от ВнЗ с АВР
Срабатывание ЗМН внеш.
Срабатывание ЗМН 1
ЗМН 1 на откл.
Срабатывание ЗМН 2
ЗМН 2 на откл.
Срабатывание ЗМНф
ЗМНф на откл.
Срабатывание ЗПП
ЗПП на откл.
Срабатывание ЗПН
ЗПН на откл.
Срабатывание РМ 1
РМ 1 на откл.
Срабатывание РМ 2
РМ 2 на откл.
Срабатывание АЧР 1
АЧР 1 на откл.
Срабатывание АЧР внеш.
≥1
0,1 с
Отключение от защит
≥1
ЗП на бл.опер.вкл.
ЗОЗЗ на бл.опер.вкл.
ЗОФ на бл.опер.вкл.
≥1
Бл.опер.вкл.от защ.
S
R
Блокировка опер. вкл.
Сброс сигнализации

Рисунок 3.40 б) – Функциональная схема алгоритма формирования сигналов состояния защит

Таблица 3.61 – Параметры функции состояния защит

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
МТЗ 3 на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания МТЗ 3 на отключение выключателя
ЗП на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗП на отключение выключателя
ЗОЗЗ на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗОЗЗ на отключение выключателя
ЗОЗЗ 3I0р на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности на отключение выключателя
ЗОФ на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗОФ на отключение выключателя
ЗМН 1 на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗМН 1 на отключение выключателя
ЗМН 2 на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗМН 2 на отключение выключателя
ЗМНф на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗМНф на отключение выключателя
ЗПП на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗПП на отключение выключателя
ЗПН на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗПН на отключение выключателя
РМ 1 на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания первой ступени защиты по направлению мощности на отключение выключателя
РМ 2 на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания второй ступени защиты по направлению мощности на отключение выключателя
АЧР 1 на откл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания АЧР 1 на отключение выключателя
Бл.опер.вкл.от защ.	☐ – ☑	☐	-	Ввод блокировки оперативного включения выключателя при срабатывании защит
ЗП на бл.опер.вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗП на блокировку оперативного включения выключателя
ЗОЗЗ на бл.опер.вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗОЗЗ на блокировку оперативного включения выключателя
ЗОФ на бл.опер.вкл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод срабатывания ЗОФ на блокировку оперативного включения выключателя

Таблица 3.62 – Логические сигналы функции состояния защит

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	Откл. от Вн3 с АВР	Пуск АВР от внешней защиты
	Отключение от УРОВ	Отключение от УРОВ нижестоящих защит
	Откл. от Вн3 с УРОВ	Отключение выключателя от внешней защиты с действием на УРОВ
	Откл. от Вн3 без УРОВ	Отключение выключателя от внешней защиты без действия на УРОВ
Вход	Пуск ДЗ 1	Пуск ДЗ 1
	Срабатывание ДЗ 1	Срабатывание ДЗ 1
	Пуск ДЗ 2	Пуск ДЗ 2
	Срабатывание ДЗ 2	Срабатывание ДЗ 2
	Пуск ДЗ 3	Пуск ДЗ 3
	Срабатывание ДЗ 3	Срабатывание ДЗ 3
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
	Пуск ДЗДВ 1	Пуск ДЗДВ 1
	Срабатывание ДЗДВ 1	Срабатывание ДЗДВ 1
	Пуск ДЗДВ 2	Пуск ДЗДВ 2
	Срабатывание ДЗДВ 2	Срабатывание ДЗДВ 2
	Срабатывание АУ ДЗДВ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗДВ
	Срабатывание ОУ ДЗДВ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗДВ
	Пуск ТО 1	Пуск ТО 1
	Срабатывание ТО 1	Срабатывание ТО 1
	Пуск ТО 2	Пуск ТО 2
	Срабатывание ТО 2	Срабатывание ТО 2
	Пуск МТЗ 1	Пуск МТЗ 1
	Срабатывание МТЗ 1	Срабатывание МТЗ 1
	Пуск МТЗ 2	Пуск МТЗ 2
	Срабатывание МТЗ 2	Срабатывание МТЗ 2
	Пуск МТЗ 3	Пуск МТЗ 3
	Срабатывание МТЗ 3	Срабатывание МТЗ 3
	Срабатывание УМТЗ	Срабатывание УМТЗ
	Пуск ЗП	Пуск ЗП
	Срабатывание ЗП	Срабатывание ЗП
	Пуск ЛЗШ	Пуск ЛЗШ
	Срабатывание ЛЗШ	Срабатывание ЛЗШ
	Срабатывание ЗДЗ	Срабатывание ЗДЗ
	Пуск ЗОЗЗ	Пуск ЗОЗЗ
	Срабатывание ЗОЗЗ	Срабатывание ЗОЗЗ
	Пуск ЗОЗЗ 3U0	Пуск сигнализации наличия напряжения 3U0
	Пуск ЗОЗЗ 3I0р	Пуск ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности

Продолжение таблицы 3.62

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Срабатывание ЗОЗЗ 3I0р	Срабатывание ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности
	Пуск ЗФР	Пуск ЗФР
	Пуск ЗОФ	Пуск ЗОФ
	Срабатывание ЗОФ	Срабатывание ЗОФ
	Пуск РМ 1	Пуск первой ступени защиты по направлению мощности
	Срабатывание РМ 1	Срабатывание первой ступени защиты по направлению мощности
	Пуск РМ 2	Пуск второй ступени защиты по направлению мощности
	Срабатывание РМ 2	Срабатывание второй ступени защиты по направлению мощности
	Пуск ЗПН	Пуск ЗПН
	Срабатывание ЗПН	Срабатывание ЗПН
	Пуск ЗМН 1	Пуск ЗМН 1
	Срабатывание ЗМН 1	Срабатывание ЗМН 1
	Пуск ЗМН 2	Пуск ЗМН 2
	Срабатывание ЗМН 2	Срабатывание ЗМН 2
	Срабатывание ЗМН внеш.	Срабатывание групповой ЗМН
	Пуск ЗМНф	Пуск ЗМН по фазным напряжениям
	Срабатывание ЗМНф	Срабатывание ЗМН по фазным напряжениям
	Пуск ЗПП	Пуск ЗПП
	Срабатывание ЗПП	Срабатывание ЗПП
	Пуск АЧРI 1	Пуск АЧРI 1
	Пуск АЧРII 1	Пуск АЧРII 1
	Срабатывание АЧР 1	Срабатывание АЧР 1
	Пуск АЧРI 2	Пуск АЧРI 2
	Пуск АЧРII 2	Пуск АЧРII 2
	Пуск АЧРI 3	Пуск АЧРI 3
	Пуск АЧРII 3	Пуск АЧРII 3
	Срабатывание АЧР внеш.	Срабатывание внешнего АЧР
	Пуск РЧ F>	Пуск защиты от повышения частоты
	Пуск РЧ F<	Пуск защиты от снижения частоты
	Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
Выход	Пуск защит	Пуск защит
	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
	Отключение от защит	Срабатывание защит на отключение выключателя
	Блокировка опер. вкл.	Блокировка оперативного включения выключателя

3.32 Управление выключателем

3.32.1 Функциональные схемы алгоритмов включения и отключения выключателя представлены на рисунке 3.41. Настраиваемые параметры функции управления выключателем приведены в таблице 3.63, входные и выходные сигналы – в таблице 3.64.

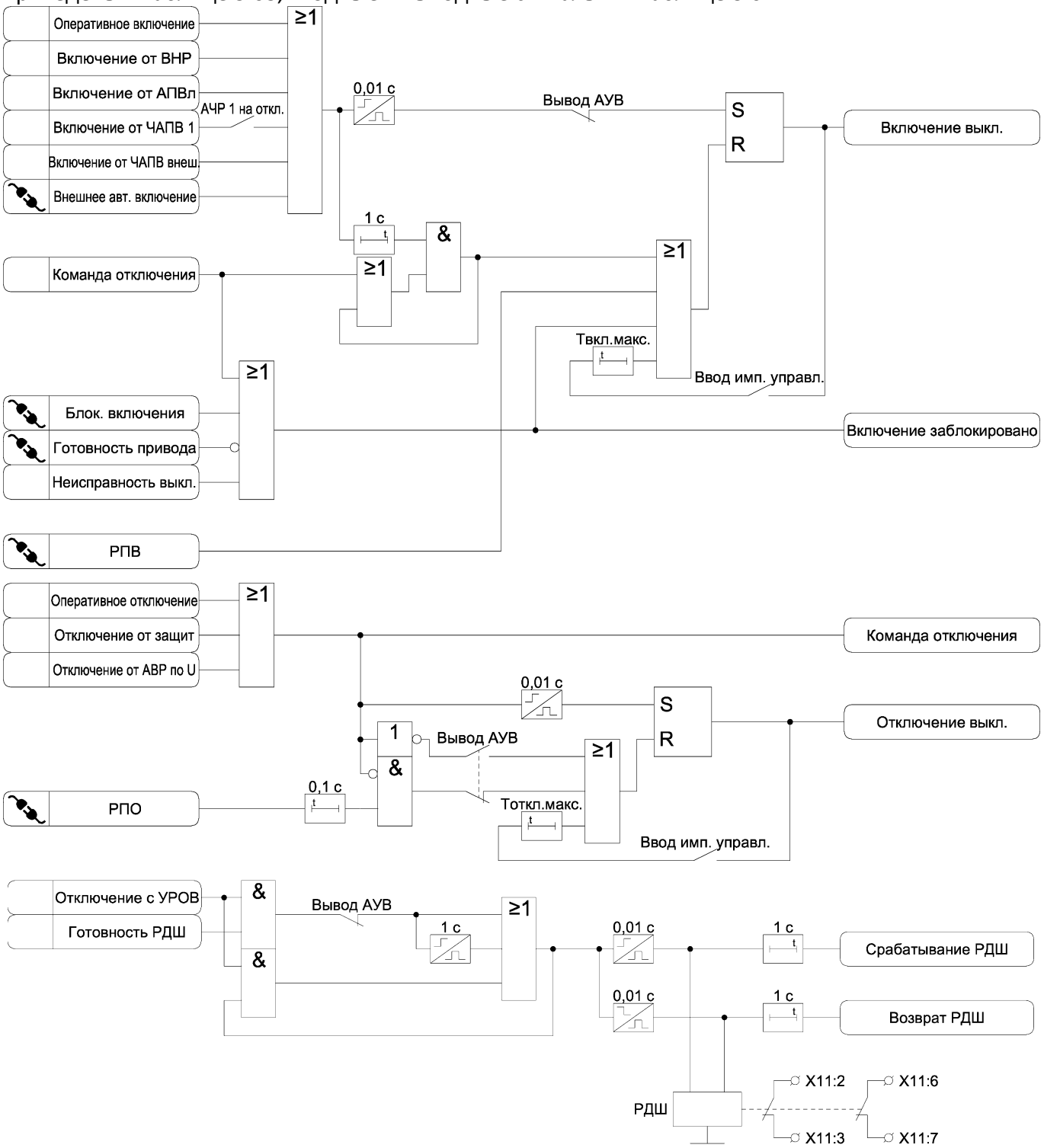


Рисунок 3.41 – Функциональная схема алгоритма управления выключателем

Таблица 3.63 – Параметры функции управления выключателем

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Твкл.макс.	0,10 – 10,00	1,00	0,01	Максимально допустимое время включения выключателя, с
Тоткл.макс.	0,10 – 10,00	0,30	0,01	Максимально допустимое время отключения выключателя, с
Ввод имп. управл.	☐ – ☑	☐	-	Ввод импульсного режима управления выключателем
Вывод АУВ	☐ – ☑	☐	-	Вывод автоматики управления выключателем

Таблица 3.64 – Логические сигналы функции управления выключателем

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	Блок. включения	Блокирование включения выключателя
	Готовность привода	Сигнал готовности привода к включению выключателя
	Внешнее авт. включение	Сигнал включения выключателя от внешних устройств автоматики
Вход	Включение от ВНР	Включение выключателя ввода от ВНР
	Включение от АПВл	Включение выключателя от функции АПВ линии
	Включение от ЧАПВ 1	Включение выключателя от ЧАПВ 1
	Включение от ЧАПВ внеш.	Включение выключателя от внешнего ЧАПВ
	Оперативное включение	Сигнал оперативного включения выключателя
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Отключение от защит	Срабатывание защит на отключение выключателя
	Отключение от АВР по U	Отключение выключателя ввода от АВР по исчезновению напряжения
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
	Готовность РДШ	Сигнал готовности РДШ к срабатыванию
Выход	Включение выкл.	Сигнал включения выключателя
	Включение заблокировано	Включение выключателя заблокировано
	Команда отключения	Команда на отключение выключателя от функций устройства
	Отключение выкл.	Сигнал отключения выключателя
	Срабатывание РДШ	Срабатывание РДШ
	Возврат РДШ	Возврат РДШ

3.32.2 При срабатывании дистанционной защиты и токовых защит с действием на УРОВ формируется сигнал срабатывания реле дешунтирования электромагнитов отключения выключателя. Возврат РДШ осуществляется при возврате защит, но не ранее чем через 1 с.

Отключение от других защит, от функций автоматики или оперативное отключение производится без срабатывания РДШ.

3.32.3 В устройстве реализована функция блокировки многократных включений выключателя.

3.32.4 Уставками «Твкл.макс.» и «Тоткл.макс.» задается максимально допустимое время включения и отключения выключателя соответственно. При импульсном режиме управления данными уставками ограничивается время импульсов включения и отключения выключателя.

При длительном включении или отключении выключателя (дольше заданного времени) формируется сигнал неисправности выключателя (п. 3.33).

3.33 Диагностика выключателя

3.33.1 Функциональная схема диагностики выключателя представлена на рисунке 3.42. Настраиваемые параметры функции диагностики выключателя приведены в таблице 3.65, входные и выходные сигналы – в таблице 3.66.

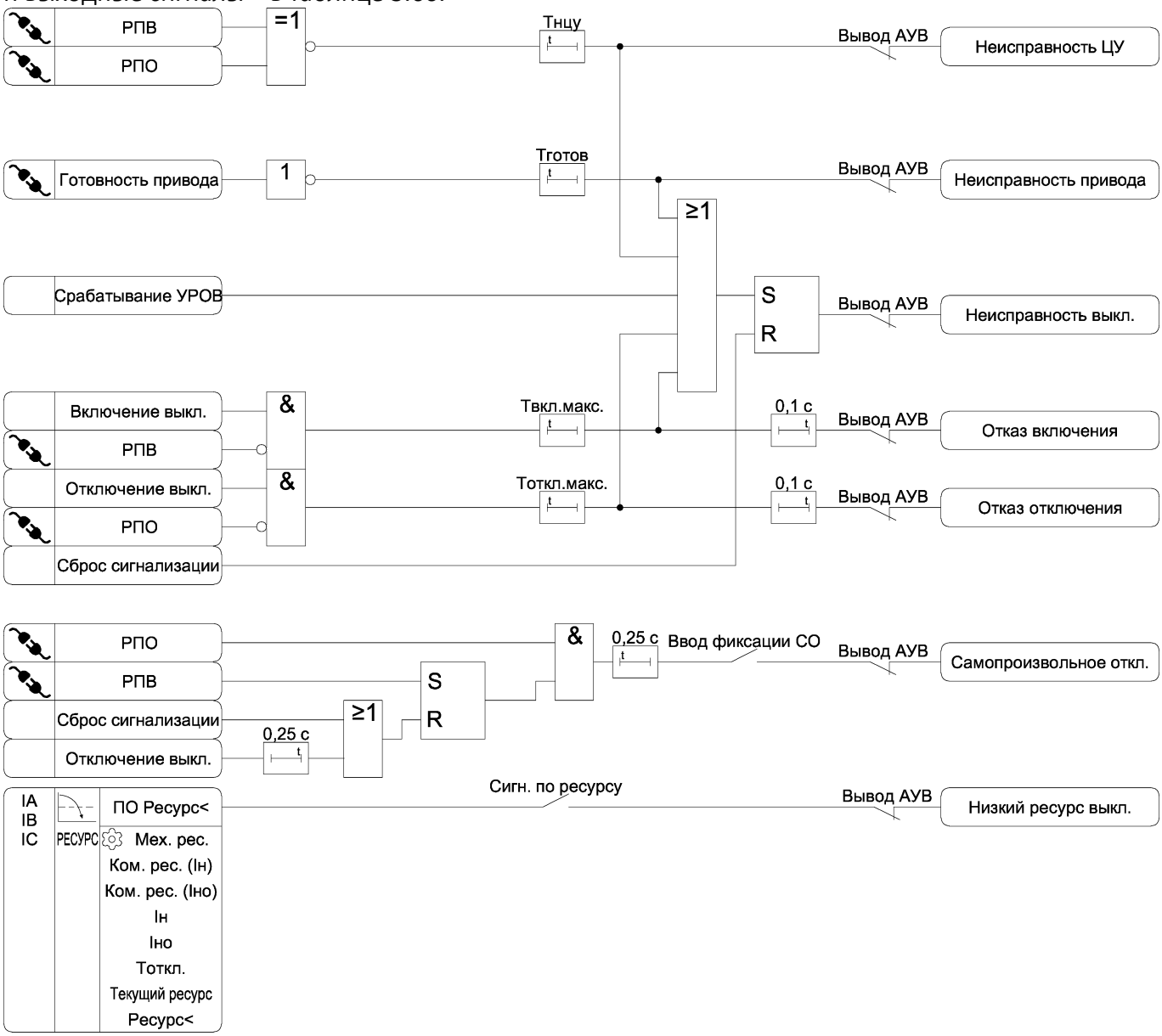


Рисунок 3.42 – Функциональная схема алгоритма диагностики выключателя

Таблица 3.65 – Параметры функции диагностики выключателя

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Тнцу	0,10 – 10,00	5,00	0,01	Уставка по времени диагностики исправности цепей управления выключателем, с
Тготов	0,10 – 30,00	10,00	0,01	Максимально допустимое время формирования сигнала готовности выключателя, с
Ввод фиксации СО	☐ – ☑	☐	-	Ввод фиксации самопроизвольного отключения выключателя
Мех. рес.	0 – 100000	50000	1	Механический ресурс выключателя, цикл ВО
Ком. рес. (Iн)	0 – 100000	50000	1	Коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе, цикл ВО
Ком. рес. (Iно)	0 – 500	100	1	Коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе отключения, цикл ВО
Iн	0,50 – 500,00	5,00	0,01	Номинальный ток выключателя, А
Iно	1,00 – 5000,00	20,00	0,01	Номинальный ток отключения выключателя, А
Тоткл.	0,01 – 0,50	0,05	0,01	Полное время отключения выключателя, с
Текущий ресурс	0 – 100	0	1	Текущий остаточный ресурс выключателя, %
Ресурс<	1 – 99	15	1	Уставка сигнализации снижения остаточного ресурса выключателя, %
Сигн. по ресурсу	☐ – ☑	☐	-	Ввод сигнализации снижения остаточного ресурса выключателя

Таблица 3.66 – Логические сигналы функции диагностики выключателя

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО Ресурс<[1)]	Пусковой орган функции расчета ресурса выключателя
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	Готовность привода	Сигнал готовности привода к включению выключателя
Вход	Срабатывание УРОВ	Срабатывание УРОВ
	Включение выкл.	Сигнал включения выключателя
	Отключение выкл.	Сигнал отключения выключателя
	Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
Выход	Неисправность ЦУ	Неисправность цепей управления выключателем
	Неисправность привода	Неисправность привода выключателя
	Отказ включения	Отказ включения выключателя – команда включения не выполнена
	Отказ отключения	Отказ отключения выключателя – команда отключения не выполнена
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
	Самопроизвольное откл.	Отключение выключателя без команды управления
	Низкий ресурс выкл.	Низкий остаточный ресурс выключателя
[1)] Коэффициент возврата 1		

3.33.2 Расчет «израсходованного» ресурса выключателя осуществляется в соответствии с формулами:

- при максимальном фазном токе не более номинального тока выключателя:

$$КР=МР \cdot \left(\frac{КР(I_н)}{МР}\right)^{\frac{I_{макс}}{I_н}}, \quad (3.17)$$

- при максимальном фазном токе в диапазоне от номинального тока выключателя до номинального тока отключения выключателя:

$$КР = КР(I_{но}) \cdot \left(\frac{КР(I_н)}{КР(I_{но})}\right)^{\frac{ln\left(\frac{I_{но}}{I_{макс}}\right)}{ln\left(\frac{I_{но}}{I_н}\right)}}, \quad (3.18)$$

где КР – израсходованный ресурс выключателя, %;

МР – механический ресурс выключателя (задается уставкой);

КР(Iн) – коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе (задается уставкой);

КР(Iно) – коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе отключения (задается уставкой);

Iмакс – максимальный из трех фазных токов, А;

Iн – номинальный ток выключателя (задается уставкой), А;

Iно – номинальный ток отключения выключателя (задается уставкой), А.

3.33.3 Расчет остаточного ресурса выключателя осуществляется при каждом отключении выключателя путем вычитания из текущего ресурса выключателя рассчитанного «израсходованного» ресурса.

3.33.4 При отключении выключателя с током *Iмакс > Iно* остаточный ресурс выключателя снижается до нуля.

3.34 Контроль измерительных цепей напряжения (КЦН)

3.34.1 Функциональная схема КЦН представлена на рисунке 3.43. Настраиваемые параметры КЦН приведены в таблице 3.67, входные и выходные сигналы – в таблице 3.68.

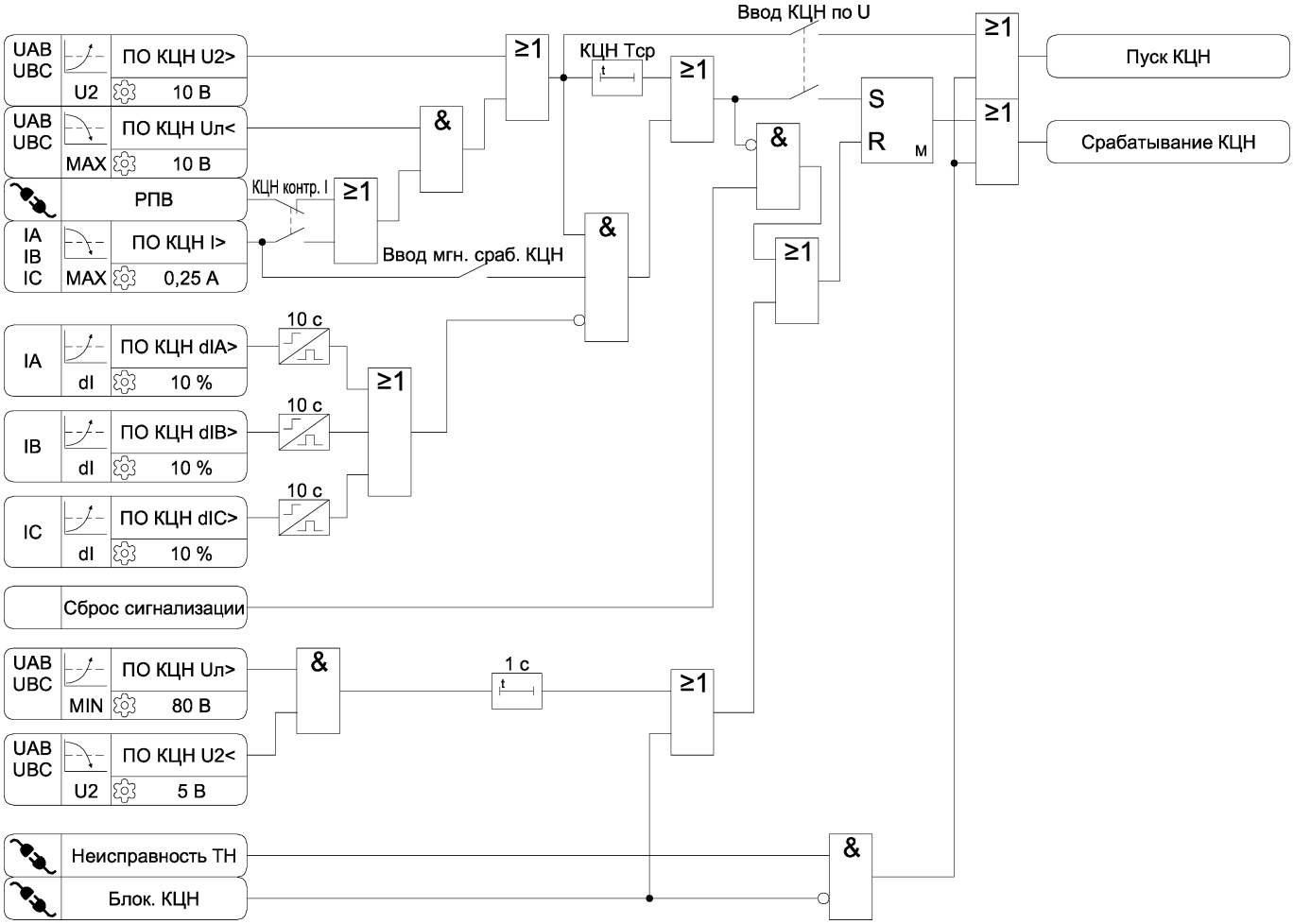


Рисунок 3.43 – Функциональная схема алгоритма КЦН

Таблица 3.67 – Параметры КЦН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод КЦН по U	☐ – ☑	☐	-	Ввод КЦН по измеряемым напряжениям
КЦН Тср	0,1 – 20,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания КЦН, с
КЦН контр. I	☐ – ☑	☐	-	Контроль токов вместо РПВ для КЦН при исчезновении всех напряжений
Ввод мгн. сраб. КЦН	☐ – ☑	☐	-	Ввод КЦН без выдержки времени

Таблица 3.68 – Логические сигналы КЦН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КЦН Uл<[1]	Пусковой орган снижения линейных напряжений функции КЦН
	ПО КЦН U2>[2]	Пусковой орган повышения напряжения обратной последовательности функции КЦН
	ПО КЦН I>[2]	Пусковой орган повышения фазных токов функции КЦН
	ПО КЦН dIA>[3]	Пусковой орган приращения тока фазы А функции КЦН
	ПО КЦН dIB>[3]	Пусковой орган приращения тока фазы В функции КЦН
	ПО КЦН dIC>[3]	Пусковой орган приращения тока фазы С функции КЦН
	ПО КЦН Uл>[2]	Пусковой орган повышения линейных напряжений функции КЦН
	ПО КЦН U2<[1]	Пусковой орган снижения напряжения обратной последовательности функции КЦН
	Неисправность ТН	Сигнал неисправности ЦН
	Блок. КЦН	Блокирование КЦН
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
Вход	Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
Выход	Пуск КЦН	Пуск КЦН
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
[1] Коэффициент возврата не более 1,07 [2] Коэффициент возврата не менее 0,93 [3] Коэффициент возврата 1		

3.34.2 Функция КЦН срабатывает с выдержкой времени:

- при снижении всех линейных напряжений ниже 10 В при подключенном источнике питания к шинам. Наличие подключенного источника питания контролируется по сигналу РПВ или по наличию тока через присоединение (программный ключ «КЦН контр. I»);

- при повышении напряжения обратной последовательности выше 10 В.

3.34.3 Программным ключом «Ввод мгн. сраб. КЦН» вводится контроль токов для срабатывания КЦН без выдержки времени.

3.34.4 Для срабатывания функции КЦН без выдержки времени предусмотрен входной подключаемый логический сигнал «Неисправность ТН» (например, для подключения контактов положения автоматического выключателя ЦН).

3.35 Функции сигнализации

3.35.1 Функциональная схема алгоритма сигнализации представлена на рисунке 3.44. Настраиваемые параметры функции сигнализации приведены в таблице 3.69. Входные и выходные сигналы алгоритма сигнализации приведены в таблице 3.70.

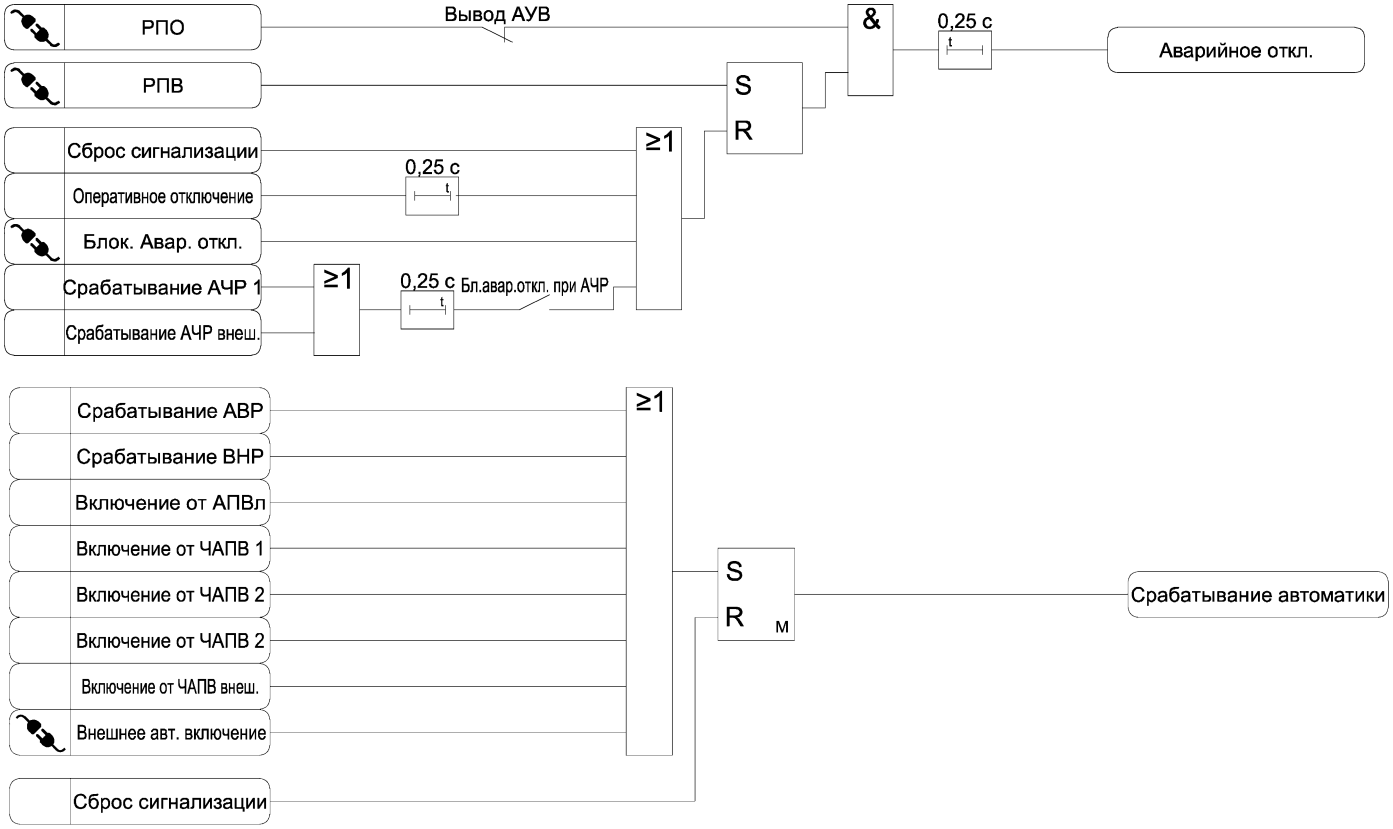


Рисунок 3.44 а) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

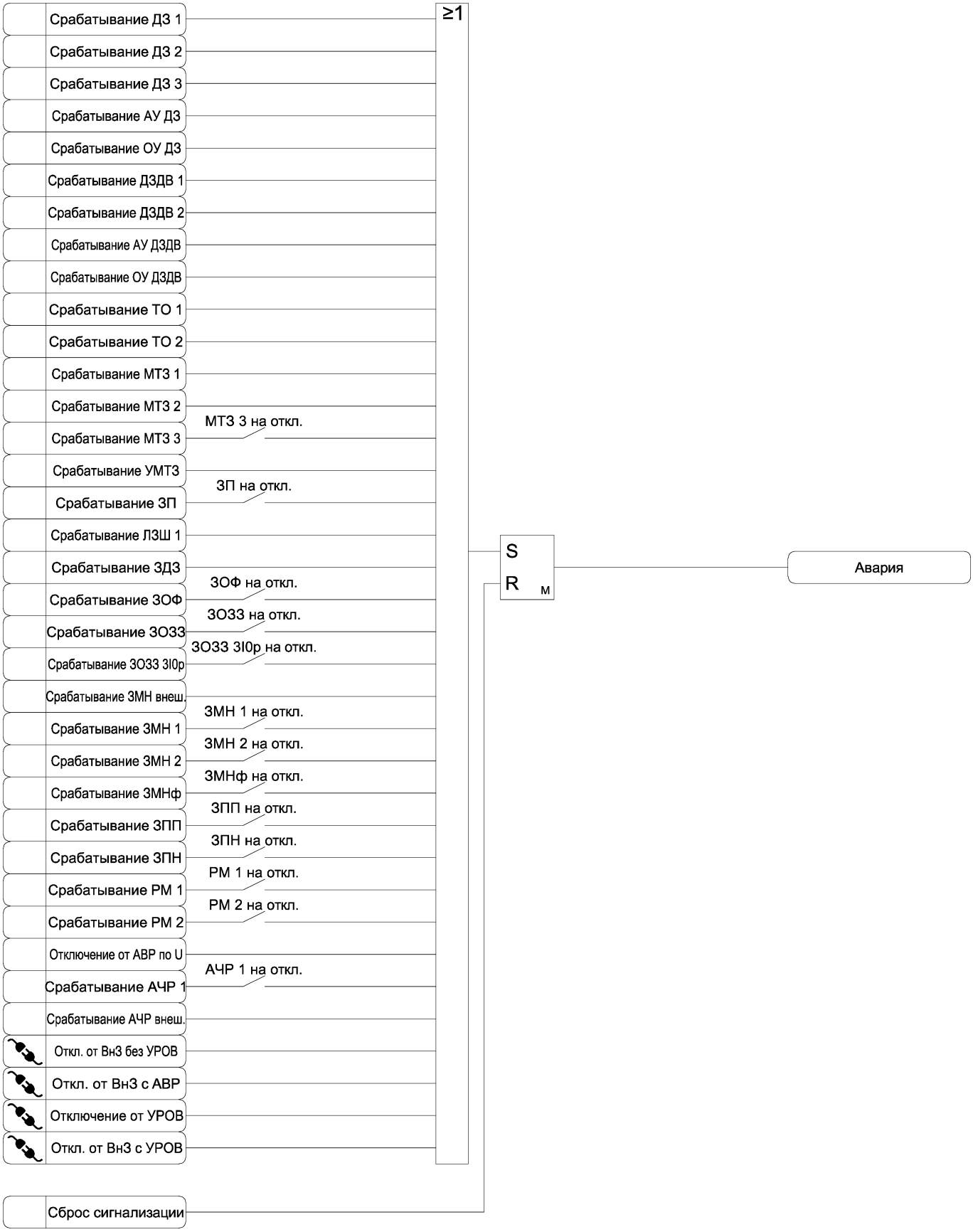


Рисунок 3.44 б) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

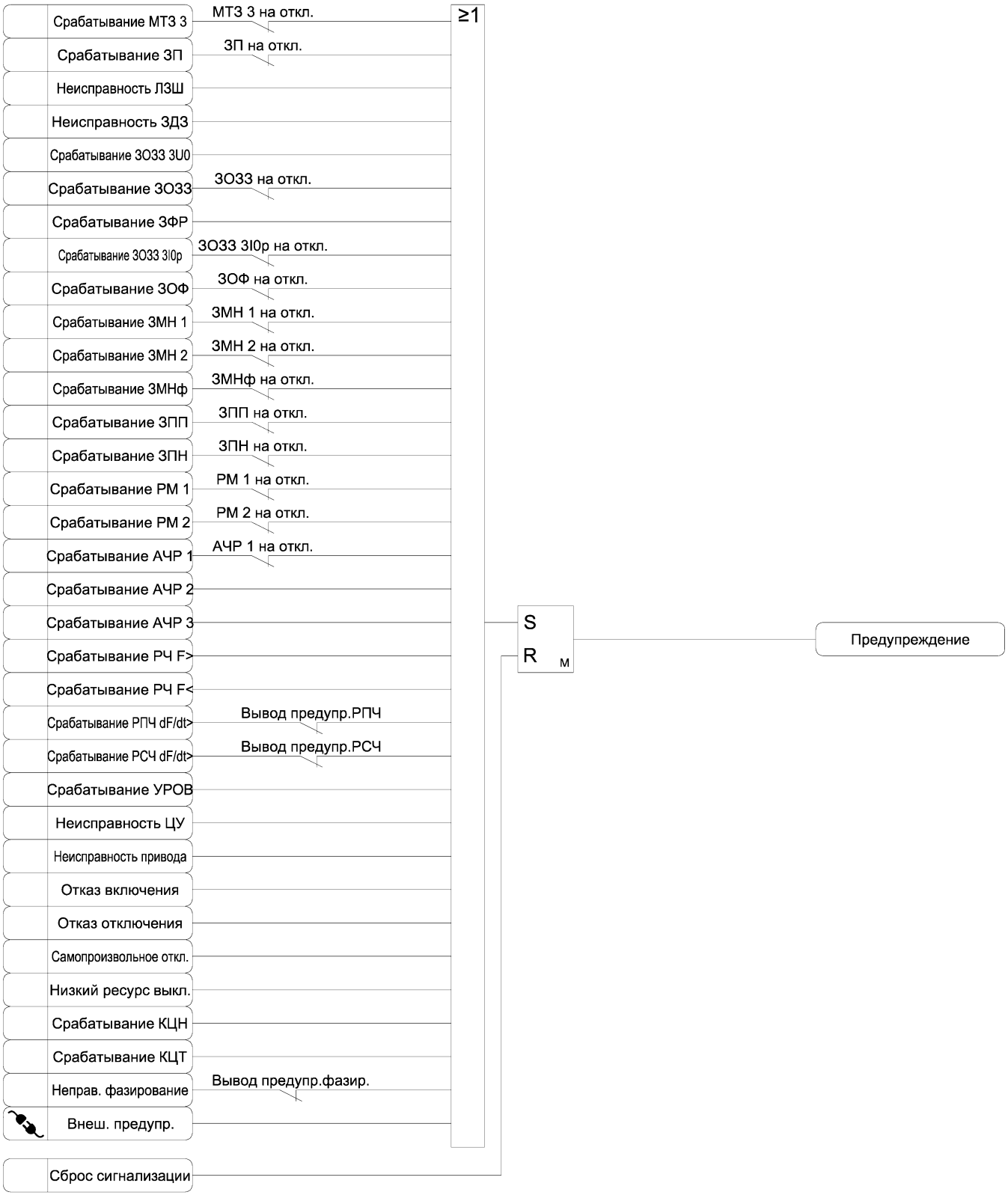


Рисунок 3.44 в) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

Таблица 3.69 – Параметры функции сигнализации

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Бл.авар.откл. при АЧР	☐ – ☑	☐	-	Блокирование сигнализации аварийного отключения при АЧР
Вывод предупр.фазир.	☐ – ☑	☐	-	Вывод сигнализации неправильного фазирования
Вывод предупр.РПЧ	☐ – ☑	☐	-	Вывод действия РПЧ на предупредительную сигнализацию
Вывод предупр.РСЧ	☐ – ☑	☐	-	Вывод действия РСЧ на предупредительную сигнализацию

Таблица 3.70 – Логические сигналы алгоритма сигнализации

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	Откл. от ВнЗ с АВР	Пуск АВР от внешней защиты
	Отключение от УРОВ	Отключение от УРОВ нижестоящих защит
	Откл. от ВнЗ с УРОВ	Отключение выключателя от внешней защиты с действием на УРОВ
	Откл. от ВнЗ без УРОВ	Отключение выключателя от внешней защиты без действия на УРОВ
	Внешнее авт. включение	Сигнал включения выключателя от внешних устройств автоматики
	Блок. Авар. откл.	Сигнал блокирования сигнализации аварийного отключения
	Внеш. предупр.	Внешний сигнал срабатывания предупредительной сигнализации
Вход	Срабатывание ДЗ 1	Срабатывание ДЗ 1
	Срабатывание ДЗ 2	Срабатывание ДЗ 2
	Срабатывание ДЗ 3	Срабатывание ДЗ 3
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ДЗДВ 1	Срабатывание ДЗДВ 1
	Срабатывание ДЗДВ 2	Срабатывание ДЗДВ 2
	Срабатывание АУ ДЗДВ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗДВ
	Срабатывание ОУ ДЗДВ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗДВ
	Срабатывание ТО 1	Срабатывание ТО 1
	Срабатывание ТО 2	Срабатывание ТО 2
	Срабатывание МТЗ 1	Срабатывание МТЗ 1
	Срабатывание МТЗ 2	Срабатывание МТЗ 2
	Срабатывание МТЗ 3	Срабатывание МТЗ 3
	Срабатывание УМТЗ	Срабатывание УМТЗ
	Срабатывание ЗП	Срабатывание ЗП
	Срабатывание ЛЗШ	Срабатывание ЛЗШ
	Неисправность ЛЗШ	Неисправность ЛЗШ

Продолжение таблицы 3.70

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Срабатывание ЗДЗ	Срабатывание ЗДЗ
	Неисправность ЗДЗ	Неисправность ЗДЗ
	Срабатывание ЗОЗЗ	Срабатывание ЗОЗЗ
	Срабатывание ЗОЗЗ 3U0	Срабатывание сигнализации наличия напряжения 3U0
	Срабатывание ЗОЗЗ 3I0р	Срабатывание ЗОЗЗ по расчетному току нулевой последовательности
	Срабатывание ЗФР	Срабатывание ЗФР
	Срабатывание ЗОФ	Срабатывание ЗОФ
	Срабатывание КЦТ	Неисправность измерительных цепей тока
	Срабатывание РМ 1	Срабатывание первой ступени защиты по направлению мощности
	Срабатывание РМ 2	Срабатывание второй ступени защиты по направлению мощности
	Срабатывание ЗПН	Срабатывание ЗПН
	Срабатывание ЗМН 1	Срабатывание ЗМН 1
	Срабатывание ЗМН 2	Срабатывание ЗМН 2
	Срабатывание ЗМНф	Срабатывание ЗМН по фазным напряжениям
	Срабатывание ЗМН внеш.	Срабатывание групповой ЗМН
	Срабатывание ЗПП	Срабатывание ЗПП
	Срабатывание УРОВ	Срабатывание УРОВ
	Отключение от АВР по U	Отключение выключателя ввода от АВР по исчезновению напряжения
	Срабатывание АВР	Срабатывание АВР
	Срабатывание ВНР	Срабатывание ВНР
	Включение от АПВл	Включение выключателя от функции АПВ линии
	Срабатывание АЧР 1	Срабатывание АЧР 1
	Включение от ЧАПВ 1	Включение выключателя от ЧАПВ 1
	Срабатывание АЧР 2	Срабатывание АЧР 2
	Включение от ЧАПВ 2	Включение выключателя от ЧАПВ 2
	Срабатывание АЧР 3	Срабатывание АЧР 3
	Включение от ЧАПВ 3	Включение выключателя от ЧАПВ 3
	Срабатывание АЧР внеш.	Срабатывание внешнего АЧР
	Включение от ЧАПВ внеш.	Включение выключателя от внешнего ЧАПВ
	Срабатывание РЧ F>	Срабатывание защиты от повышения частоты
	Срабатывание РЧ F<	Срабатывание защиты от снижения частоты
	Срабатывание РПЧ dF/dt>	Срабатывание защиты по скорости повышения частоты
	Срабатывание РСЧ dF/dt>	Срабатывание защиты по скорости снижения частоты
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Неисправность ЦУ	Неисправность цепей управления выключателем
	Неисправность привода	Неисправность привода выключателя
	Отказ включения	Отказ включения выключателя – команда включения не выполнена
Вход	Отказ отключения	Отказ отключения выключателя – команда отключения не выполнена

Продолжение таблицы 3.70

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	Самопроизвольное откл.	Отключение выключателя без команды управления
	Низкий ресурс выкл.	Низкий остаточный ресурс выключателя
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
	Неправ. фазирование	Сигнал неправильного фазирования цепей тока или напряжения
	Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
Выход	Аварийное откл.	Аварийное отключение выключателя
	Предупреждение	Срабатывание предупредительной сигнализации
	Авария	Срабатывание аварийной сигнализации
	Срабатывание автоматики	Срабатывание автоматики

3.35.2 Сигнализация положения выключателя осуществляется с помощью двух сигнальных ламп, включенных через контакты РПВ и РПО. В ряде случаев предусматривают сигнализацию автоматических переключений выключателя. Сигнальная лампа горит ровным светом в случае оперативного включения/отключения и мигает, в случае автоматического включения/отключения.

3.35.3 Сигнализация отключения от защит достигается за счет подключения лампы отключенного положения выключателя к шинке мигающего света выходным реле устройства «Аварийное откл.».

3.35.4 В устройстве предусмотрено формирование сигналов аварийного отключения выключателя («Аварийное откл.»), срабатывания защит («Авария»), срабатывания автоматики («Срабатывание автоматики») и срабатывания предупредительной сигнализации («Предупреждение»). При формировании сигналов «Авария» и «Предупреждение» на лицевой панели пульта загораются соответствующие светодиоды.

3.35.5 Сброс сигнализации осуществляется кнопкой «СБРОС» на лицевой панели пульта, командой АСУ или по входному подключаемому логическому сигналу «Сброс сигнализации» (см. рисунок 3.45).

Рисунок 3.45 – Функциональная схема алгоритма сброса сигнализации

3.36 Определение места повреждения (ОМП)

3.36.1 Настраиваемые параметры функции ОМП приведены в таблице 3.71. Входные и выходные сигналы алгоритма ОМП приведены в таблице 3.72.

Таблица 3.71 – Параметры ОМП

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Защита от повышения частоты				
Ввод ОМП	☐ – ☑	☐	-	Ввод ОМП
ОМП кол-во участков	1 – 8	1	1	Количество однородных участков линии
ОМП L уч.1	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина первого участка линии, км
ОМП Худ. уч.1	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление первого участка линии, Ом/км
ОМП L уч.2	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина второго участка линии, км
ОМП Худ. уч.2	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление второго участка линии, Ом/км
ОМП L уч.3	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина третьего участка линии, км
ОМП Худ. уч.3	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление третьего участка линии, Ом/км
ОМП L уч.4	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина четвертого участка линии, км
ОМП Худ. уч.4	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление четвертого участка линии, Ом/км
ОМП L уч.5	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина пятого участка линии, км
ОМП Худ. уч.5	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление пятого участка линии, Ом/км
ОМП L уч.6	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина шестого участка линии, км
ОМП Худ. уч.6	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление шестого участка линии, Ом/км
ОМП L уч.7	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина седьмого участка линии, км
ОМП Худ. уч.7	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление седьмого участка линии, Ом/км
ОМП L уч.8	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина восьмого участка линии, км
ОМП Худ. уч.8	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление восьмого участка линии, Ом/км
ОМП по ДЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗ 2
ОМП по ДЗ 3	☐ – ☑	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗ 3
ОМП по ТО 2	☐ – ☑	☐	-	Работа ОМП при пуске ТО 2
ОМП по МТЗ 2	☐ – ☑	☐	-	Работа ОМП при пуске МТЗ 2
ОМП по МТЗ 3	☐ – ☑	☐	-	Работа ОМП при пуске МТЗ 3

Таблица 3.72 – Логические сигналы ОМП

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	Пуск ОМП	Пуск ОМП от внешних защит
	ОМП на дисплей	Вывод результата ОМП на дисплей устройства
	Сброс результата ОМП	Сброс результата ОМП
Вход	Пуск ДЗ 1	Пуск ДЗ 1
	Пуск ДЗ 2	Пуск ДЗ 2
	Пуск ДЗ 3	Пуск ДЗ 3
	Пуск ТО 1	Пуск ТО 1
	Пуск ТО 2	Пуск ТО 2
	Пуск МТЗ 1	Пуск МТЗ 1
	Пуск МТЗ 2	Пуск МТЗ 2
	Пуск МТЗ 3	Пуск МТЗ 3
Выход	ОМП L, км	Расстояние до места повреждения, км
	ОМП Z, Ом	Сопротивление до места повреждения, Ом
	ОМП Контур АВС	КЗ в контурах АВС
	ОМП Контур АВ	КЗ в контуре АВ
	ОМП Контур ВС	КЗ в контуре ВС
	ОМП Контур СА	КЗ в контуре СА
	ОМП Результат готов	Сигнал готовности результата ОМП. Сбрасывается при сбросе сигнализации.
	ОМП Недостоверность	Недостоверность результата ОМП

3.36.2 Функция ОМП предназначена для определения расстояния до места двухфазных и трехфазных КЗ на линиях односторонним и двусторонним питанием. Функция ОМП вводится программным ключом «Ввод ОМП».

Расчет выполняется при пуске ДЗ 1, ДЗ 2 (программный ключ «ОМП по ДЗ 2»), ДЗ 3 (программный ключ «ОМП по ДЗ 3»), ТО 1, ТО 2(программный ключ «ОМП по ТО 2»), МТЗ 1, МТЗ 2 (программный ключ «ОМП по МТЗ 2») или МТЗ 3 (программный ключ «ОМП по МТЗ 3»). Предусмотрен пуск ОМП от внешних защит по сигналу "Пуск ОМП". Время фиксации параметров КЗ выбирается автоматически, когда результат наиболее достоверен.

3.36.3 Расстояние до места КЗ, поврежденные фазы и признак достоверности отображается во вкладке "Результат ОМП" дисплея устройства и в программе «KIT.Connect». Результат ОМП сбрасывается при повторном пуске защит или по сигналу «Сброс результата ОМП».

3.36.4 Результат ОМП записывается в архив событий устройства.

3.36.5 Определение вида короткого замыкания происходит согласно блок-схеме на рисунке 3.46.

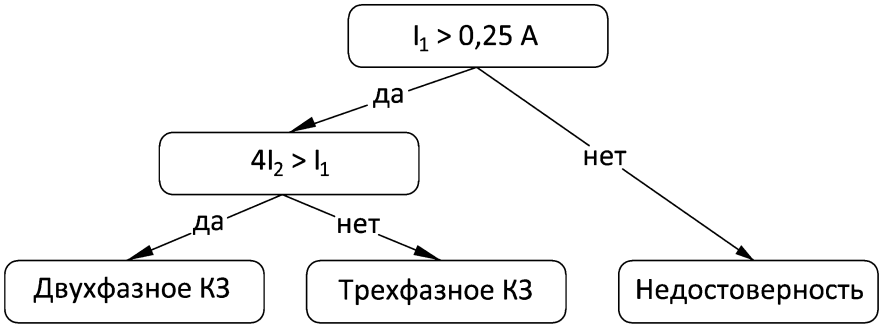


Рисунок 3.46 – Блок-схема определения вида короткого замыкания

3.36.6 Для двухфазного КЗ поврежденные фазы выбираются по максимальному действующему значению фазного тока, для трехфазного КЗ поврежденными считаются все три фазы, расчет выполняется для контура АВ.

3.36.7 В устройстве предусмотрена работа на неоднородных линиях на которых удельное реактивное сопротивление может сильно различаться (например, на кабельно-воздушных линиях).

3.36.8 На однородных линиях («ОМП кол-во участков» = 1) расчет расстояния производится по формуле:

$$L_{ОМП} = \mathrm{Im}\left(\frac{\overline{U}_{Ф12} \cdot K_{тн}}{(\overline{I}_{Ф1} - \overline{I}_{Ф2}) \cdot K_{тт}}\right) \Big/ X_{уд} \qquad (3.19)$$

где $\overline{U}_{Ф12}$ – вторичное значение линейного напряжения поврежденного контура;

$\overline{I}_{Ф1}$, $\overline{I}_{Ф2}$ – вторичные значения фазных токов поврежденного контура.

$K_{тн}$ – коэффициент трансформации трансформатора напряжения;

$K_{тт}$ – коэффициент трансформации трансформаторов тока;

$X_{уд}$ - удельное реактивное сопротивление участка линии, Ом/км.

3.36.9 На неоднородных линиях («ОМП кол-во участков» > 1) расчет выполняется по методу «мысленного переноса прибора».

3.37 Переключение групп уставок

3.37.1 В устройстве реализовано две группы уставок.

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

3.37.3 Переключение группы уставок блокируется при пуске функций защит и автоматики, имеющих две группы уставок

3.38 Регистрация событий и аварий

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

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

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

3.39 Осциллографирование аварийных событий

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

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

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

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

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

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

3.40 Функция измерения

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

3.40.2 Перечень измеряемых параметров приведен в таблице 3.73. Отображение и передача в АСУ измеряемых и вычисленных параметров сети осуществляется для первой гармонической составляющей токов и напряжений.

Таблица 3.73 – Параметры сети

Наименование параметра	Комментарий	Передача в АСУ
IA	Ток фазы А, А	Да
IB	Ток фазы В, А	Да
IC	Ток фазы С, А	Да
UA	Напряжение фазы А, В	Да
UB	Напряжение фазы В, В	Да
UC	Напряжение фазы С, В	Да
UAB	Линейное напряжение фаз АВ, В	Да
UBC	Линейное напряжение фаз ВС, В	Да
UCA	Линейное напряжение фаз СА, В	Да
Uкн	Напряжение Uкн, В	Да
I1	Ток прямой последовательности, А	Да
I2	Ток обратной последовательности, А	Да
I2/I1	Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности	Нет
3I0	Ток нулевой последовательности, А	Да
ВГ 3I0	Высшие гармоники тока нулевой последовательности, А	Да
U1	Напряжение прямой последовательности, В	Да
U2	Напряжение обратной последовательности, В	Да
3U0	Напряжение нулевой последовательности, В	Да
F	Частота сети, Гц	Да
dF/dt	Скорость изменения частоты сети, Гц	Нет
P	Активная мощность, кВт	Да
Q	Реактивная мощность, квар	Да
S	Полная мощность, кВА	Да
cos(ф)	Коэффициент мощности	Да
ZAB	Сопротивление контура АВ	Нет
ZBC	Сопротивление контура ВС	Нет
ZCA	Сопротивление контура СА	Нет
ZA	Сопротивление контура А	Нет
ZB	Сопротивление контура В	Нет
ZC	Сопротивление контура С	Нет

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

3.41 Самодиагностика

3.41.1 В процессе эксплуатации устройства осуществляется непрерывный контроль его работоспособности.

3.41.2 Контроль работоспособности устройства осуществляется по светодиоду «РАБОТА» на лицевой панели пульта, а также по контактам выходного реле «К5 Отказ».

При выявлении функцией самодиагностики неисправности, препятствующей работе устройства светодиод «РАБОТА» на лицевой панели пульта гаснет, контакты выходного реле «К5 Отказ» замыкаются, срабатывание остальных выходных реле блокируется.

3.41.3 В устройстве предусмотрена индикация наличия оперативного питания по светодиоду «ПИТАНИЕ» на лицевой панели пульта. При снижении напряжения оперативного питания ниже 0,75 $U_{ном}$ светодиод «ПИТАНИЕ» гаснет.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Функциональные схемы алгоритмов устройства

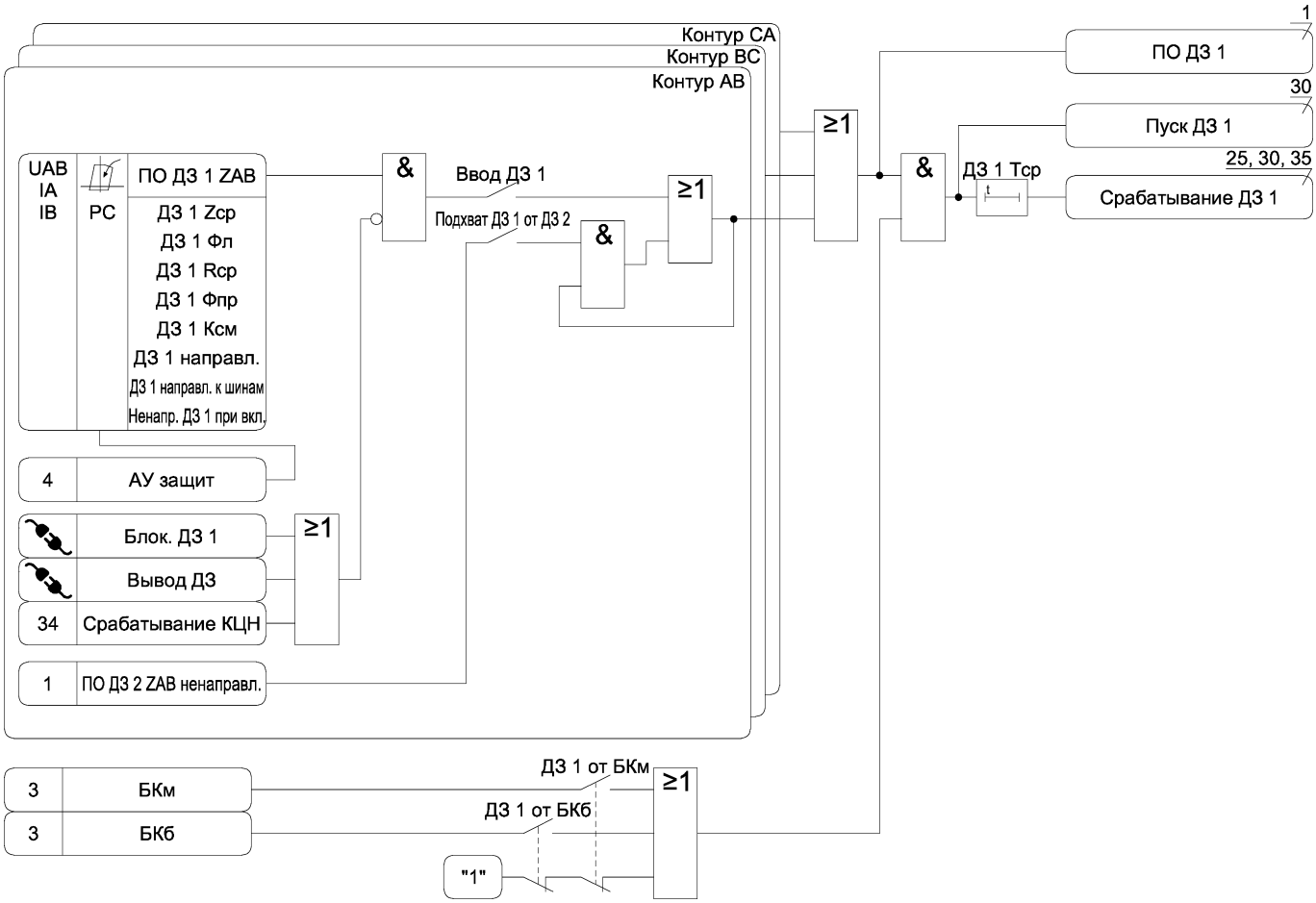


Рисунок А.1 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

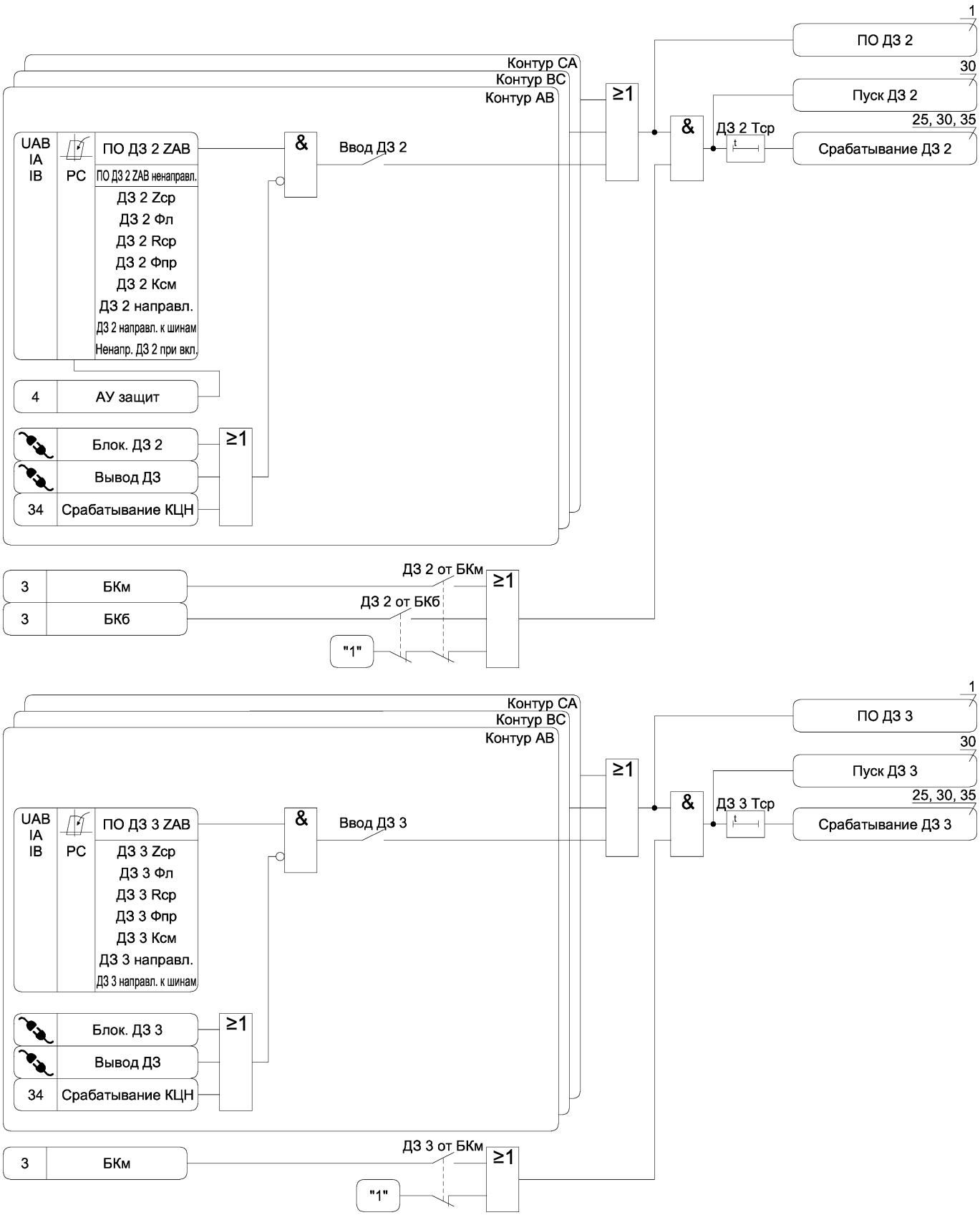


Рисунок А.1 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

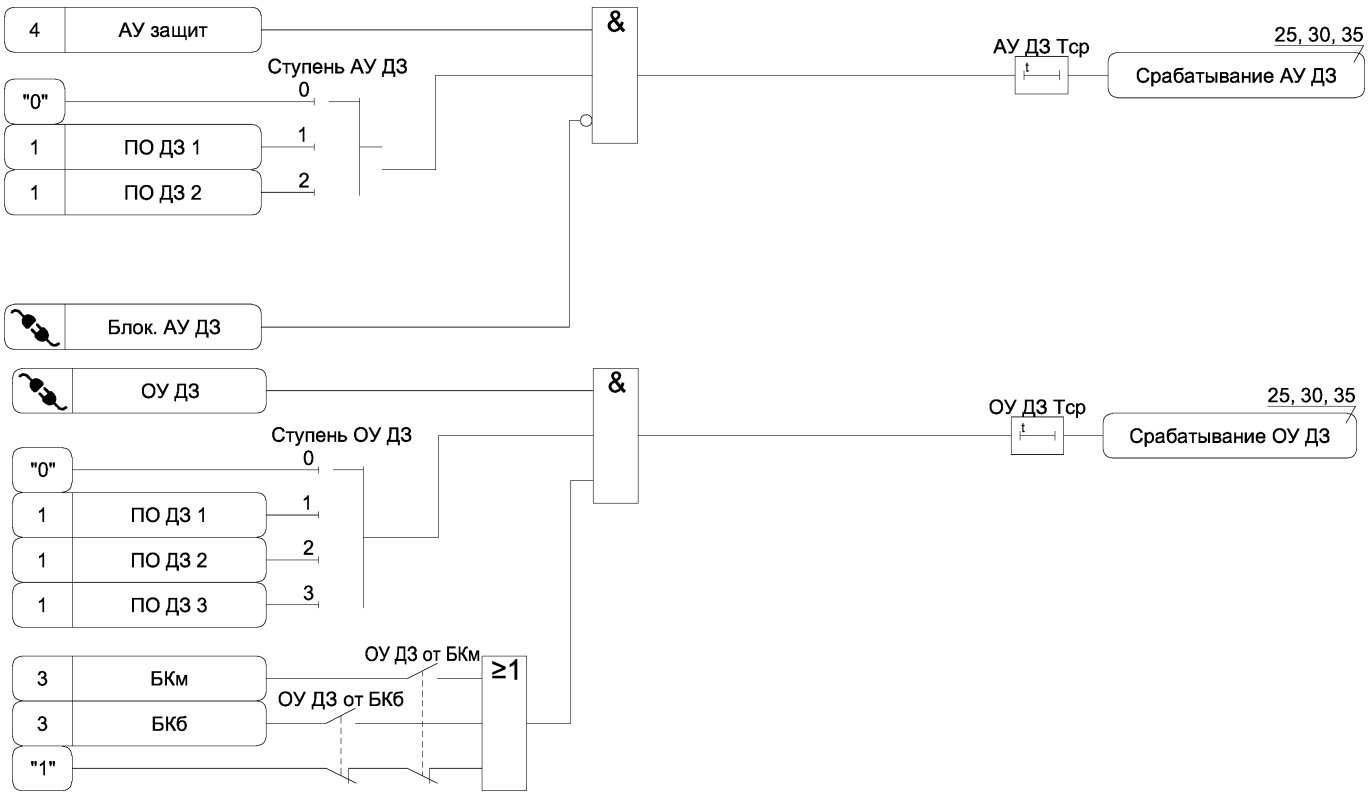


Рисунок А.1 в) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

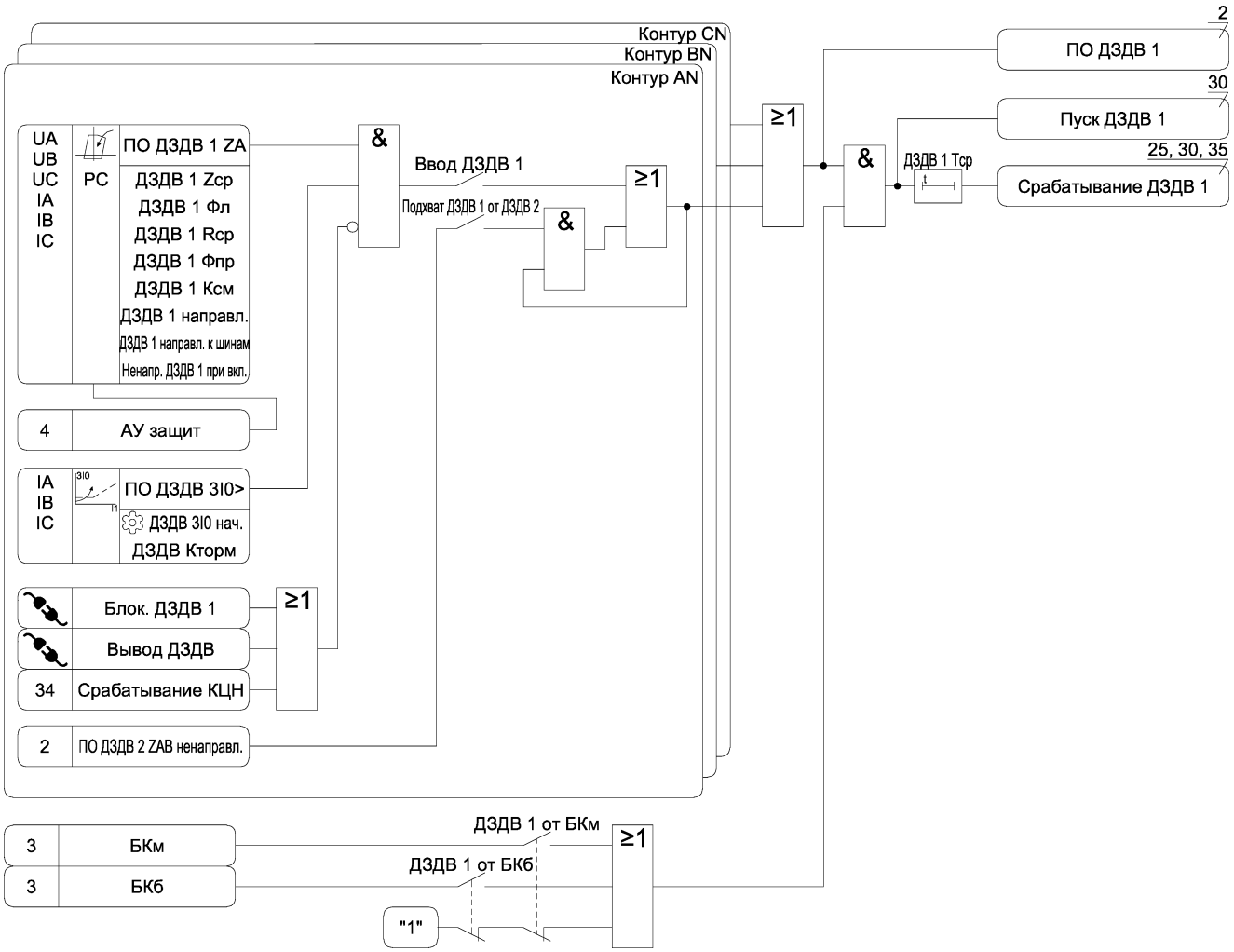


Рисунок А.2 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗДВ

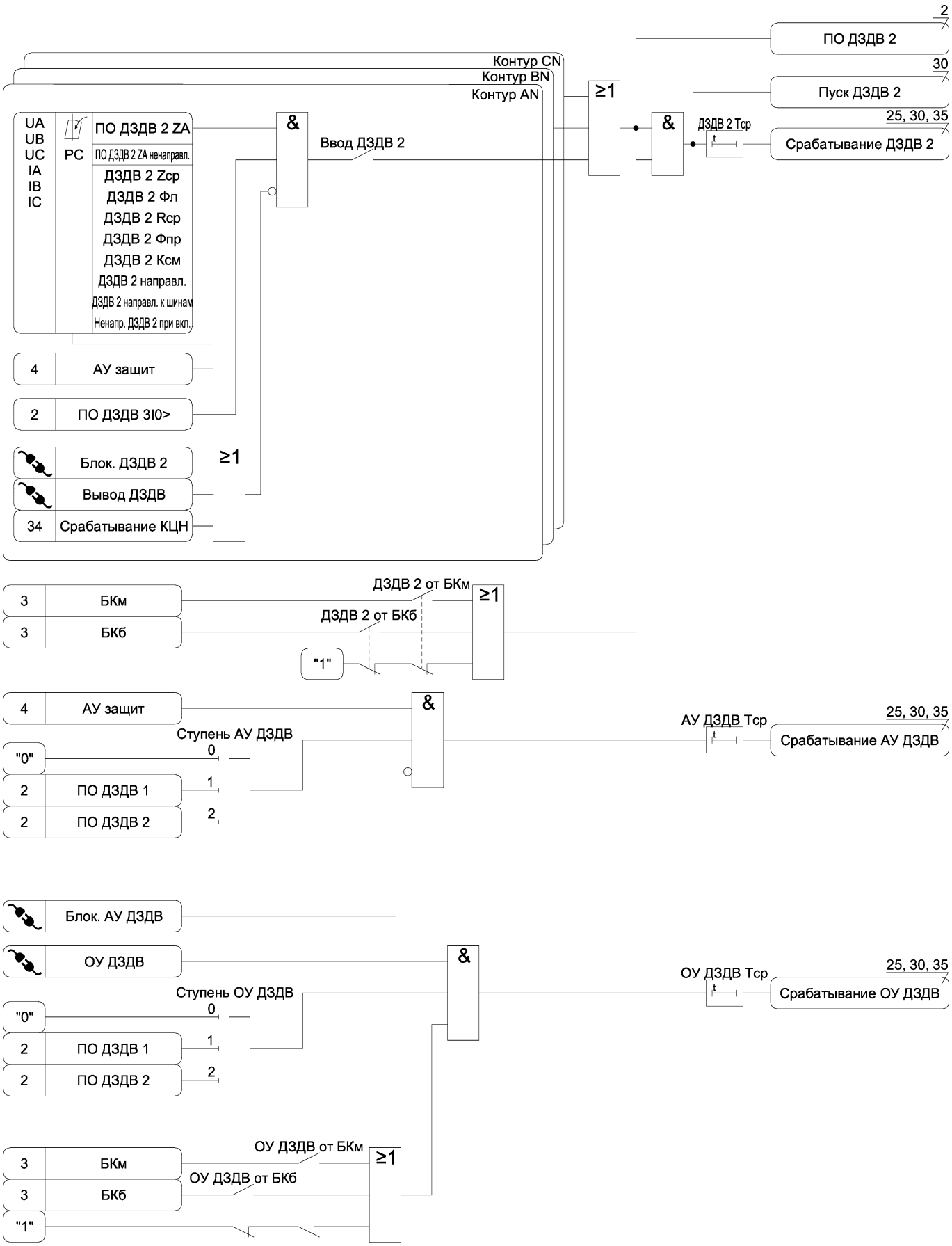


Рисунок А.2 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗДВ

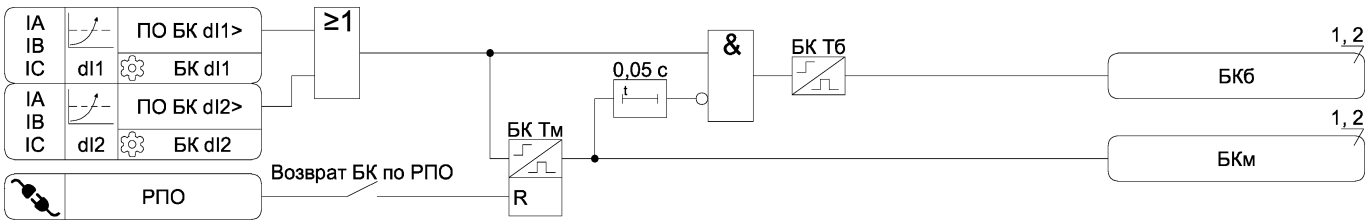


Рисунок А.3 – Функциональная схема алгоритма БК

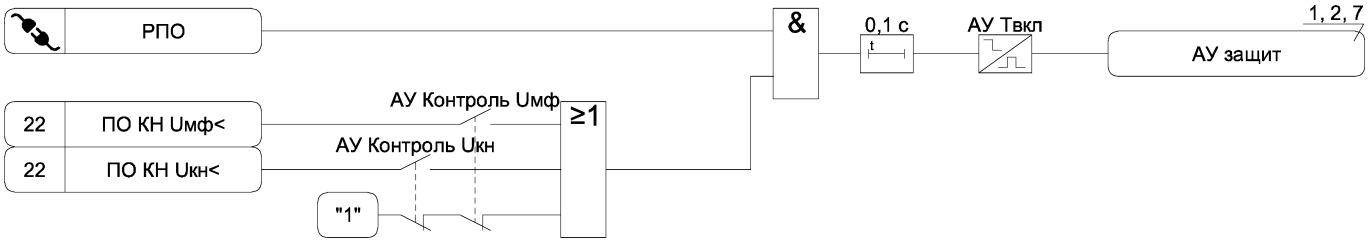


Рисунок А.4 – Функциональная схема алгоритма распознавания включения линии

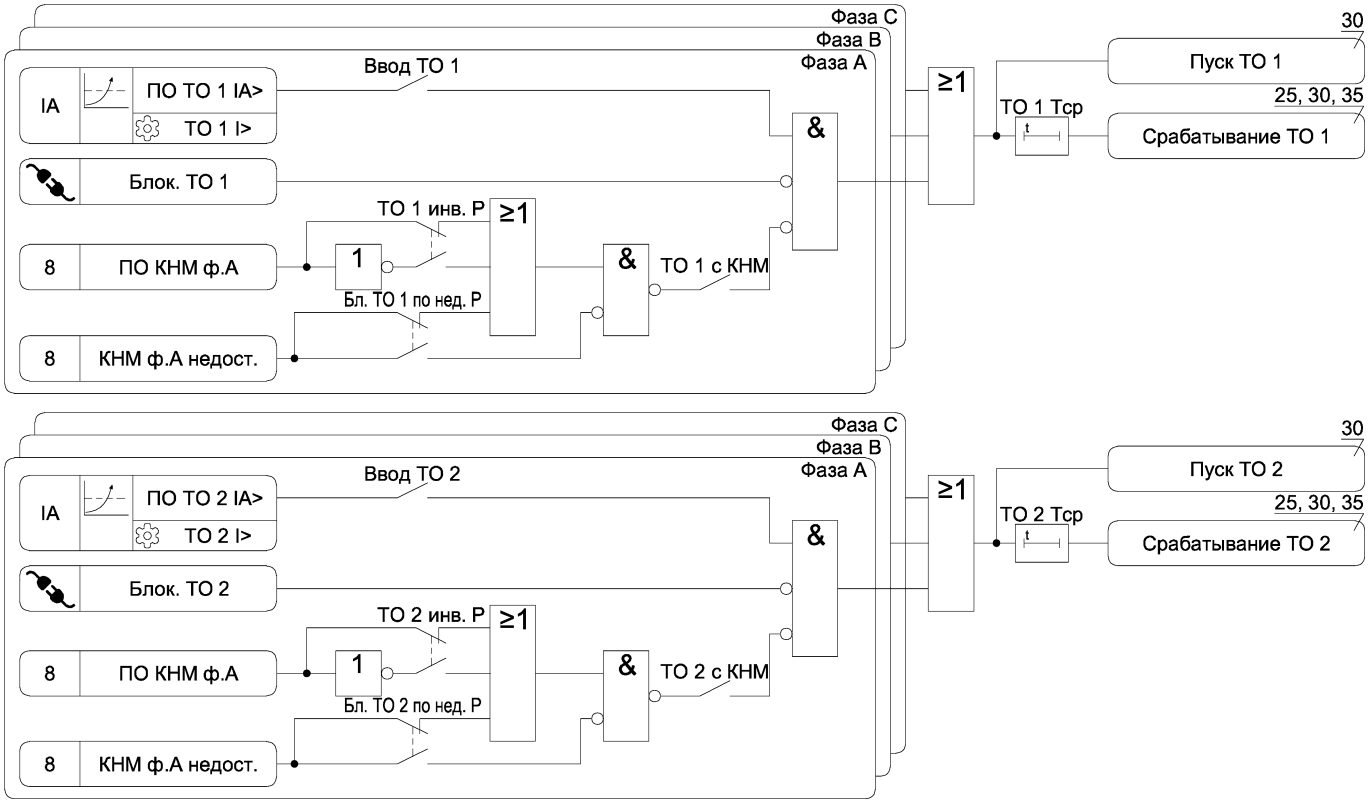


Рисунок А.5 – Функциональная схема алгоритма ТО

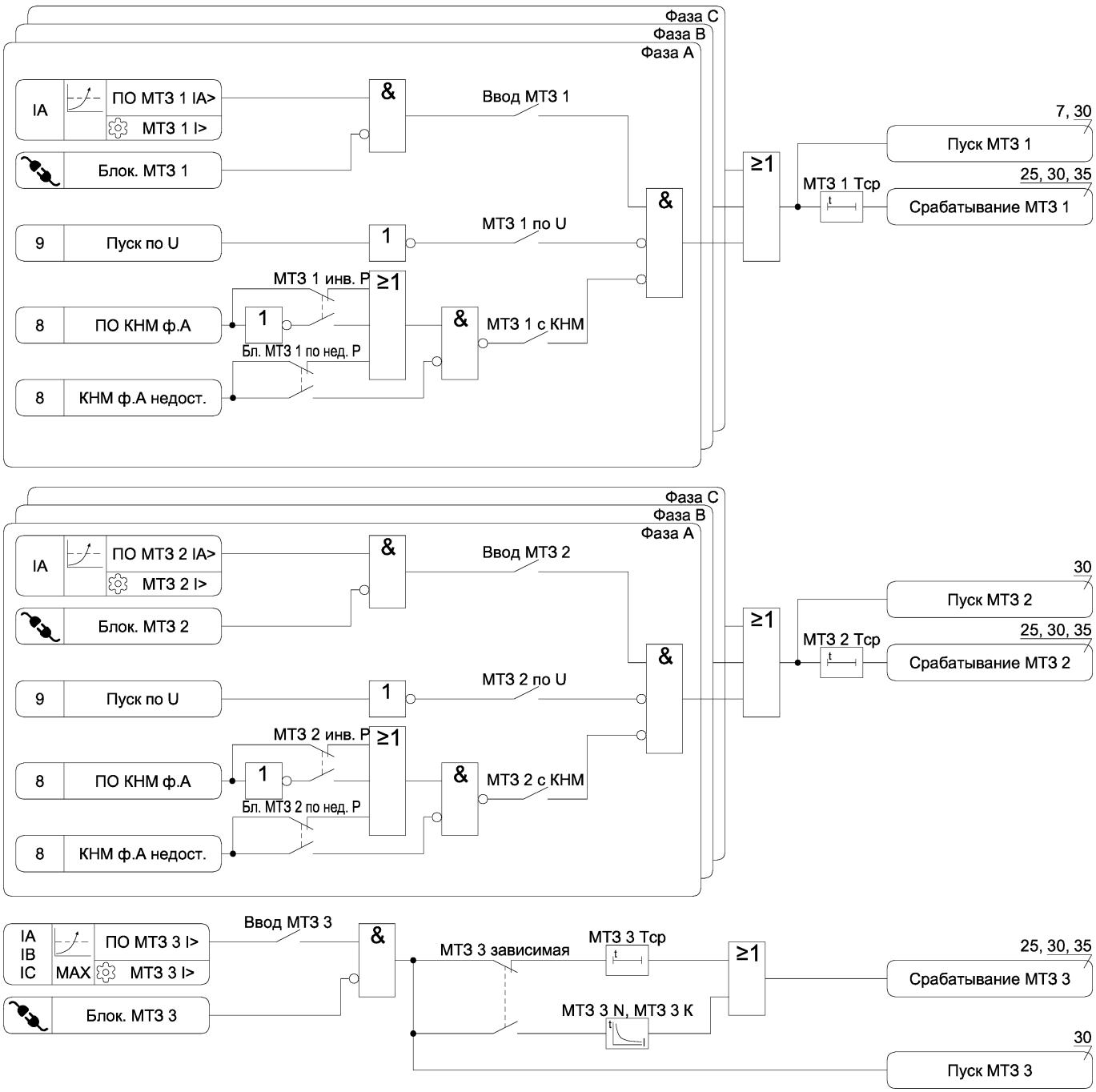


Рисунок А.6 – Функциональная схема алгоритма МТЗ

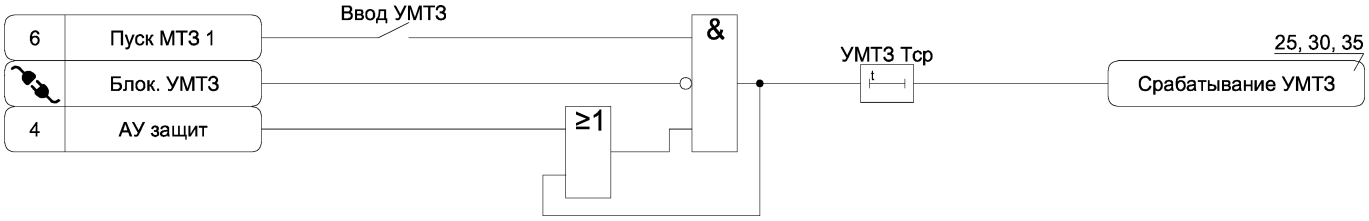


Рисунок А.7 – Функциональная схема алгоритма УМТЗ

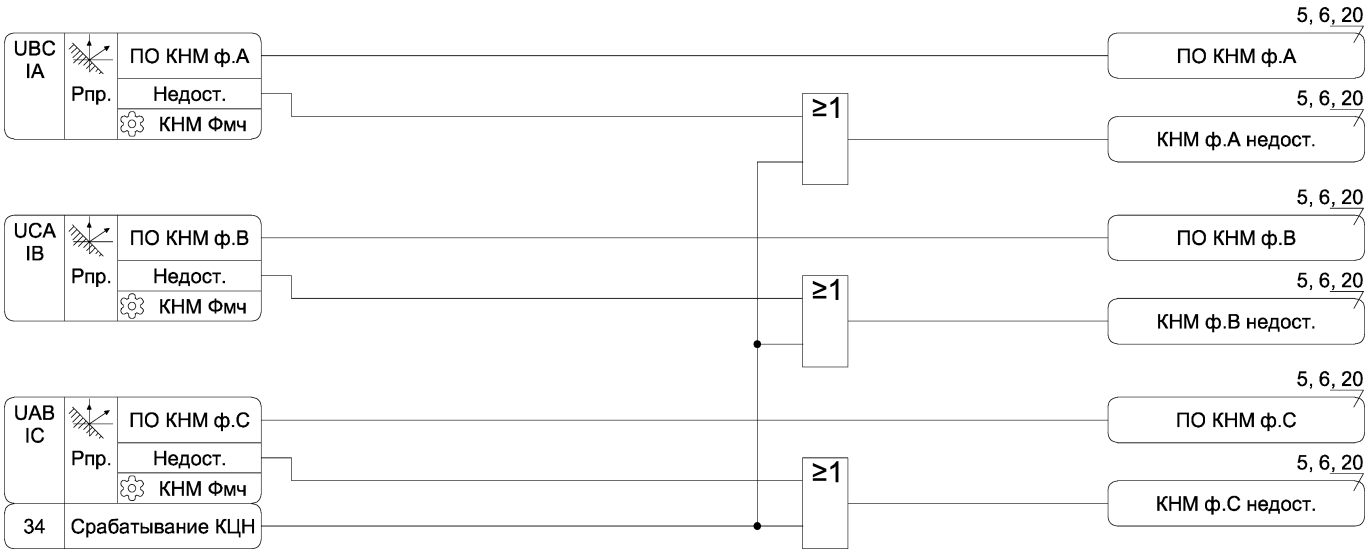


Рисунок А.8 – Функциональная схема алгоритма КНМ

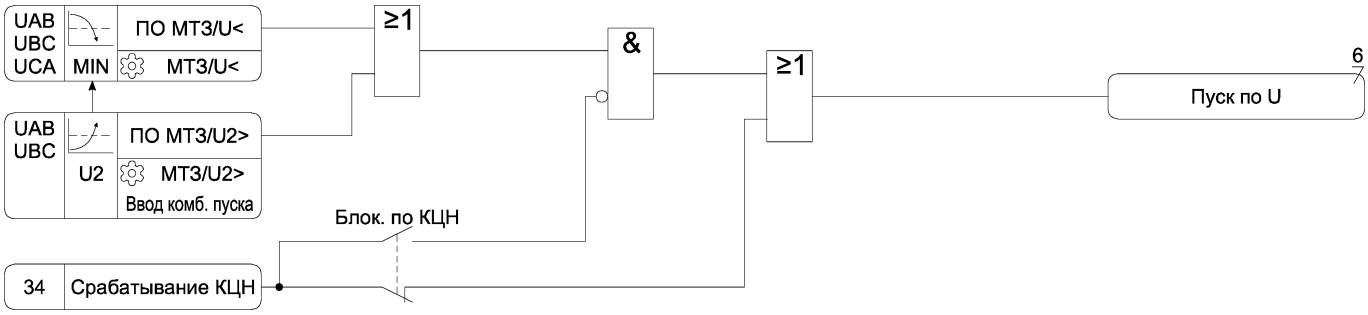


Рисунок А.9 – Функциональная схема алгоритма пуска по напряжению МТЗ

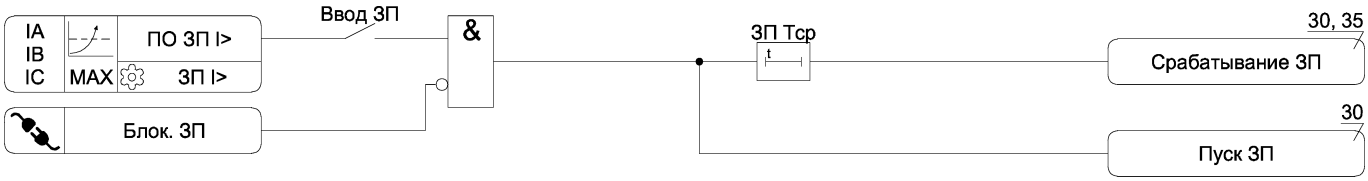


Рисунок А.10 – Функциональная схема алгоритма ЗП

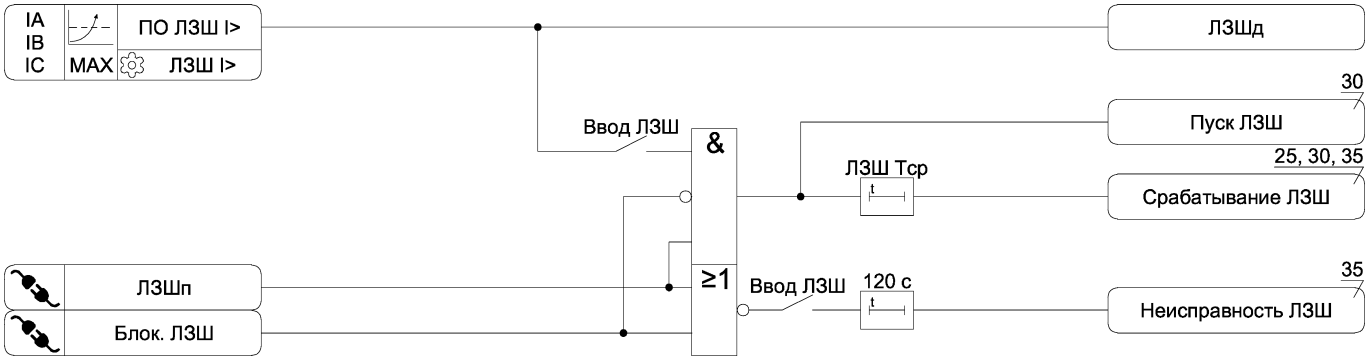


Рисунок А.11 – Функциональная схема алгоритма ЛЗШ

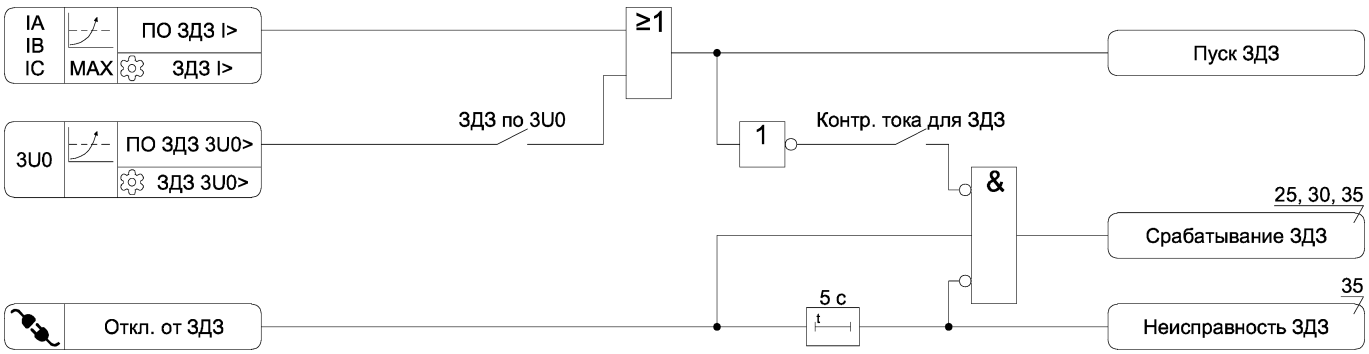


Рисунок А.12 – Функциональная схема алгоритма ЗДЗ

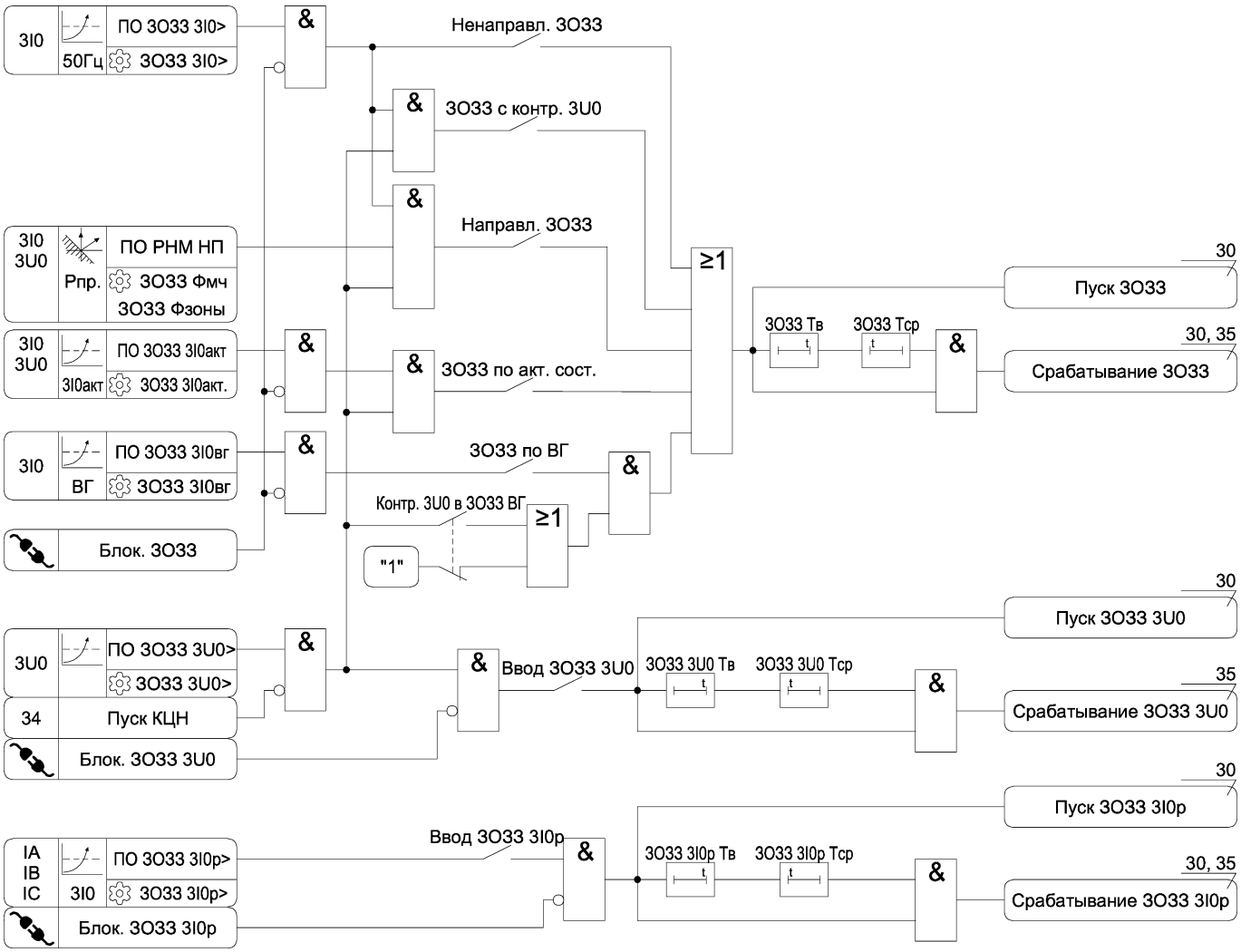


Рисунок А.13 – Функциональная схема алгоритма 3О33

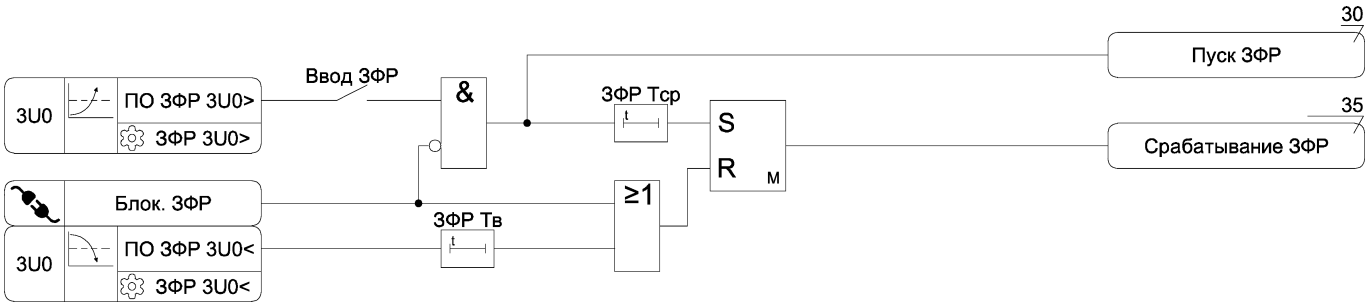


Рисунок А.14 – Функциональная схема алгоритма ЗФР

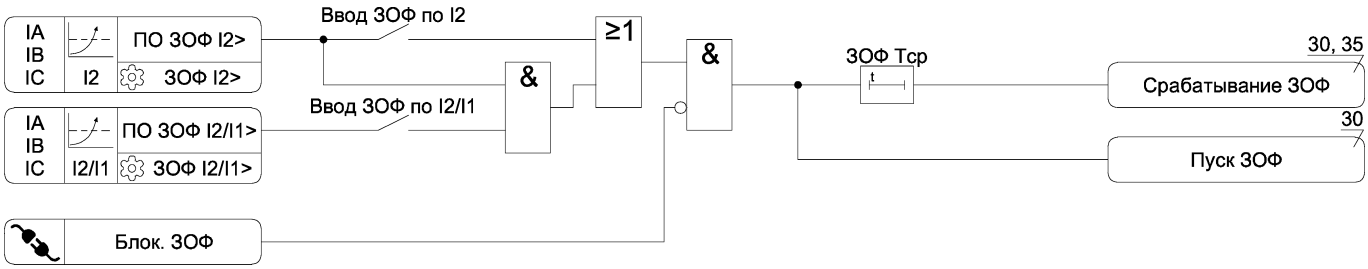


Рисунок А.15 – Функциональная схема алгоритма ЗОФ

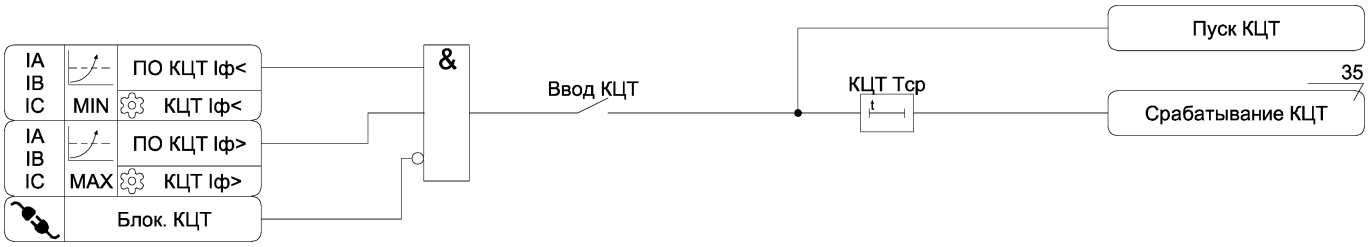


Рисунок А.16 – Функциональная схема алгоритма КЦТ

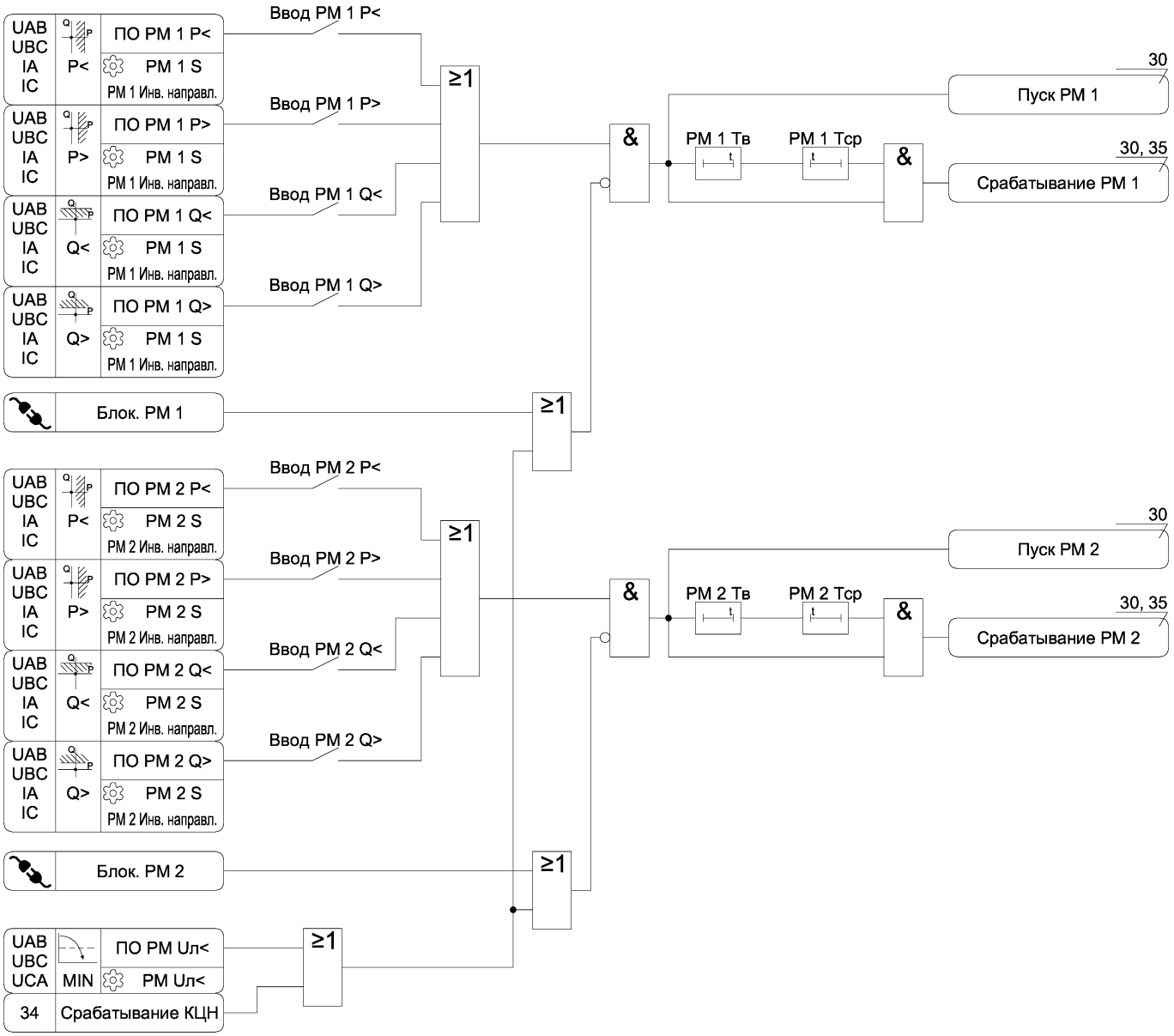


Рисунок А.17 – Функциональная схема алгоритма защиты по направлению мощности

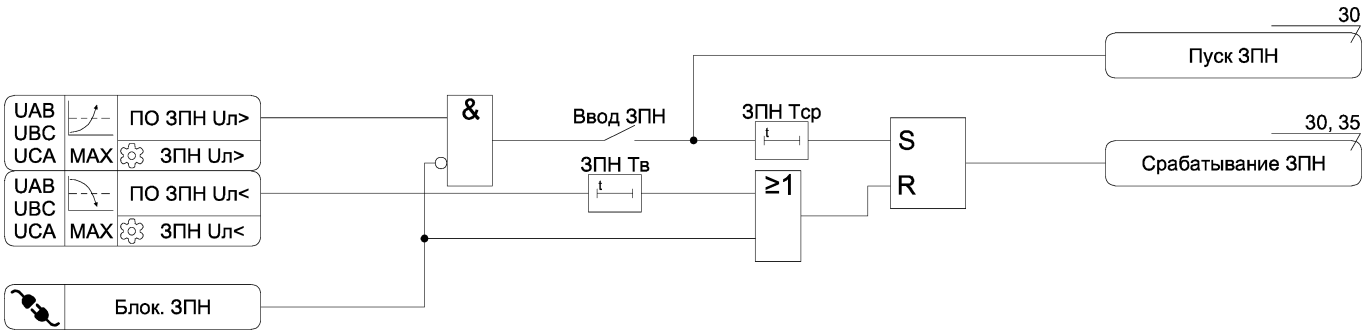


Рисунок А.18 – Функциональная схема алгоритма ЗПН

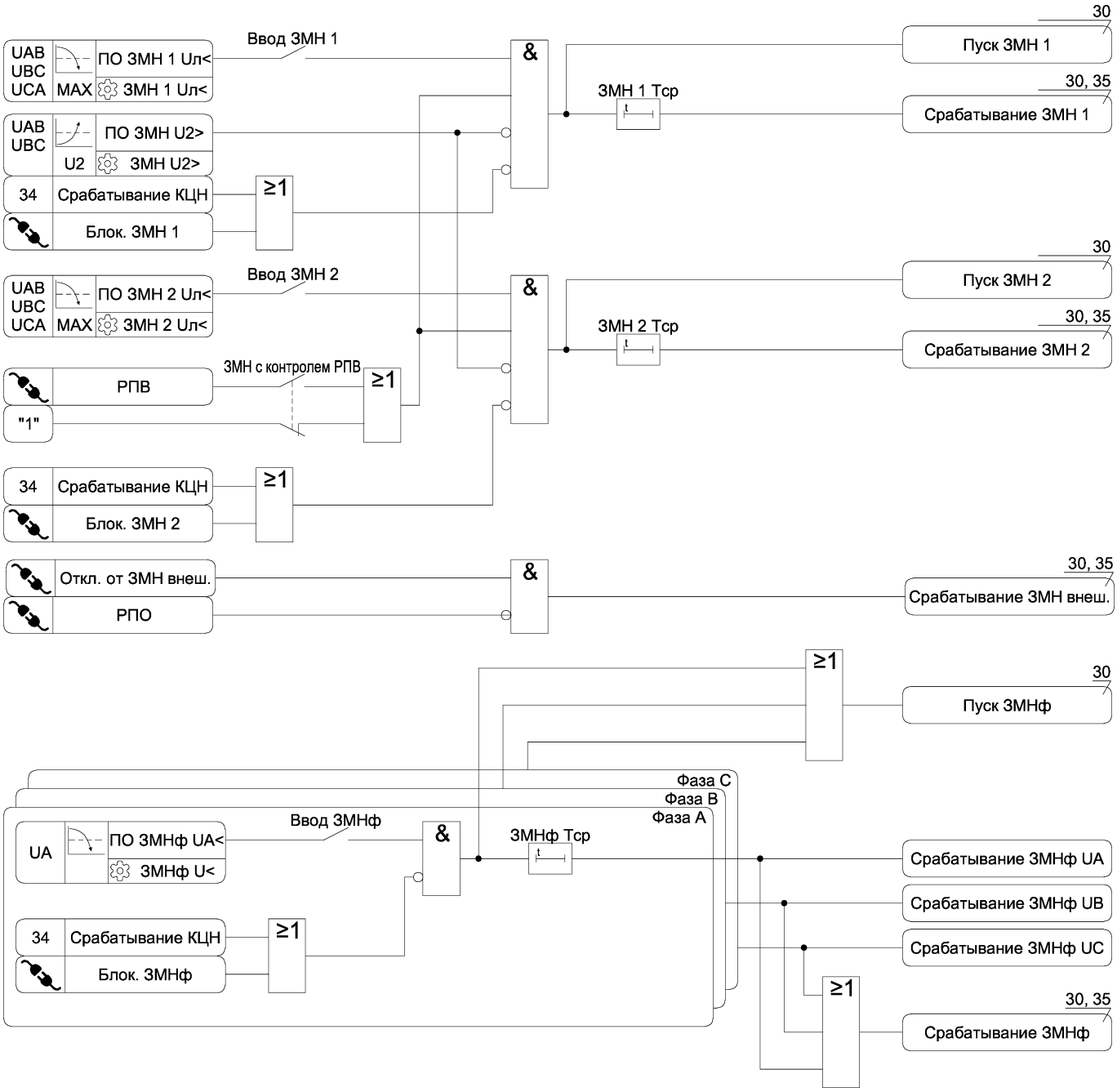


Рисунок А.19 – Функциональная схема алгоритма ЗМН

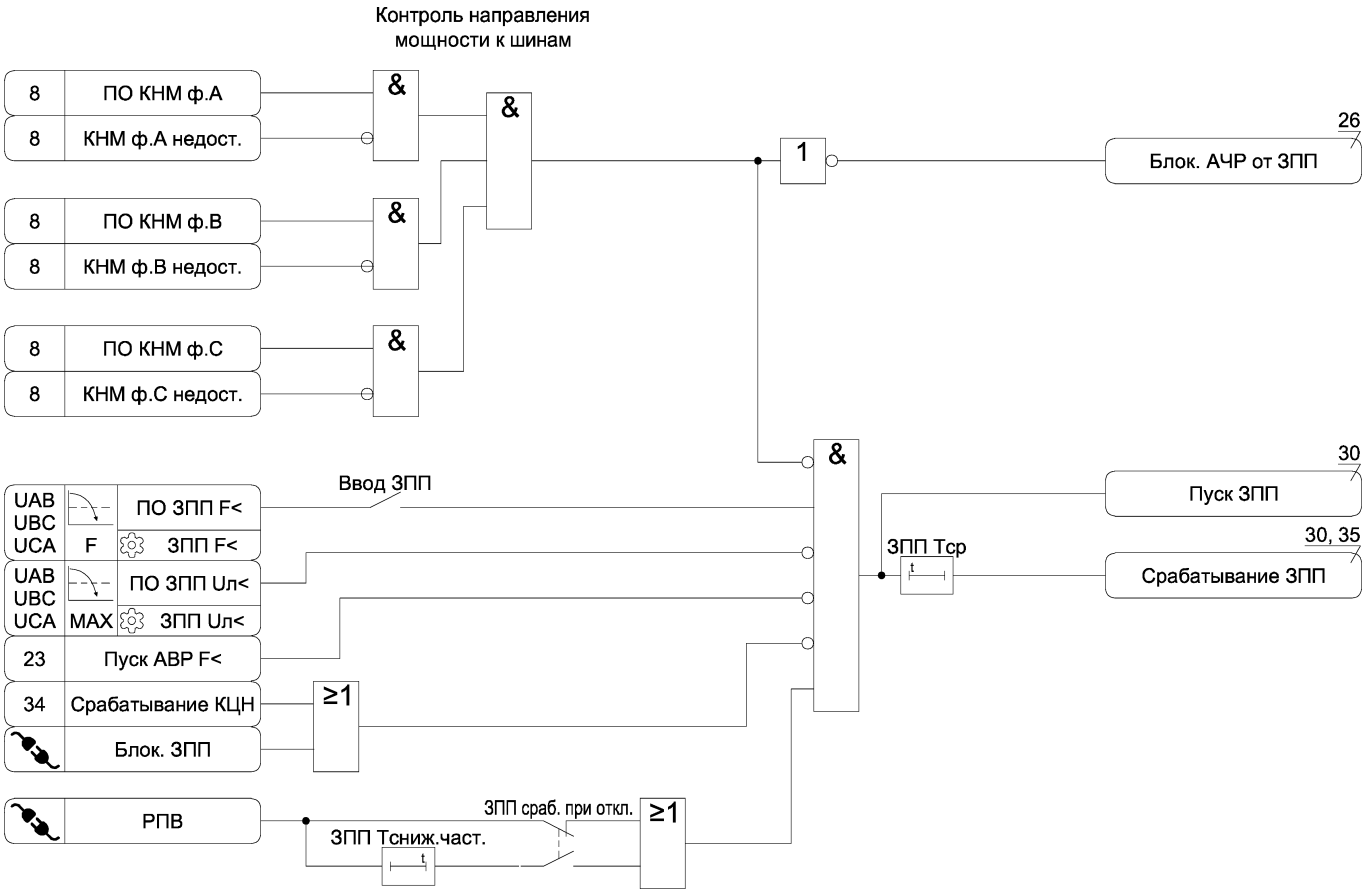


Рисунок А.20 – Функциональная схема алгоритма ЗПП

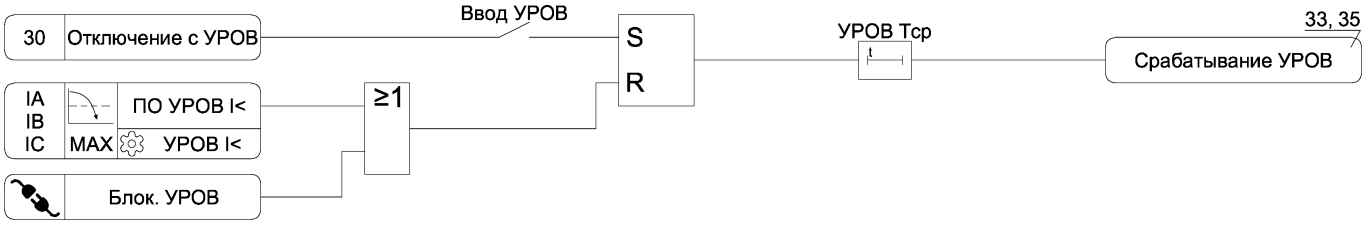


Рисунок А.21 – Функциональная схема алгоритма УРОВ

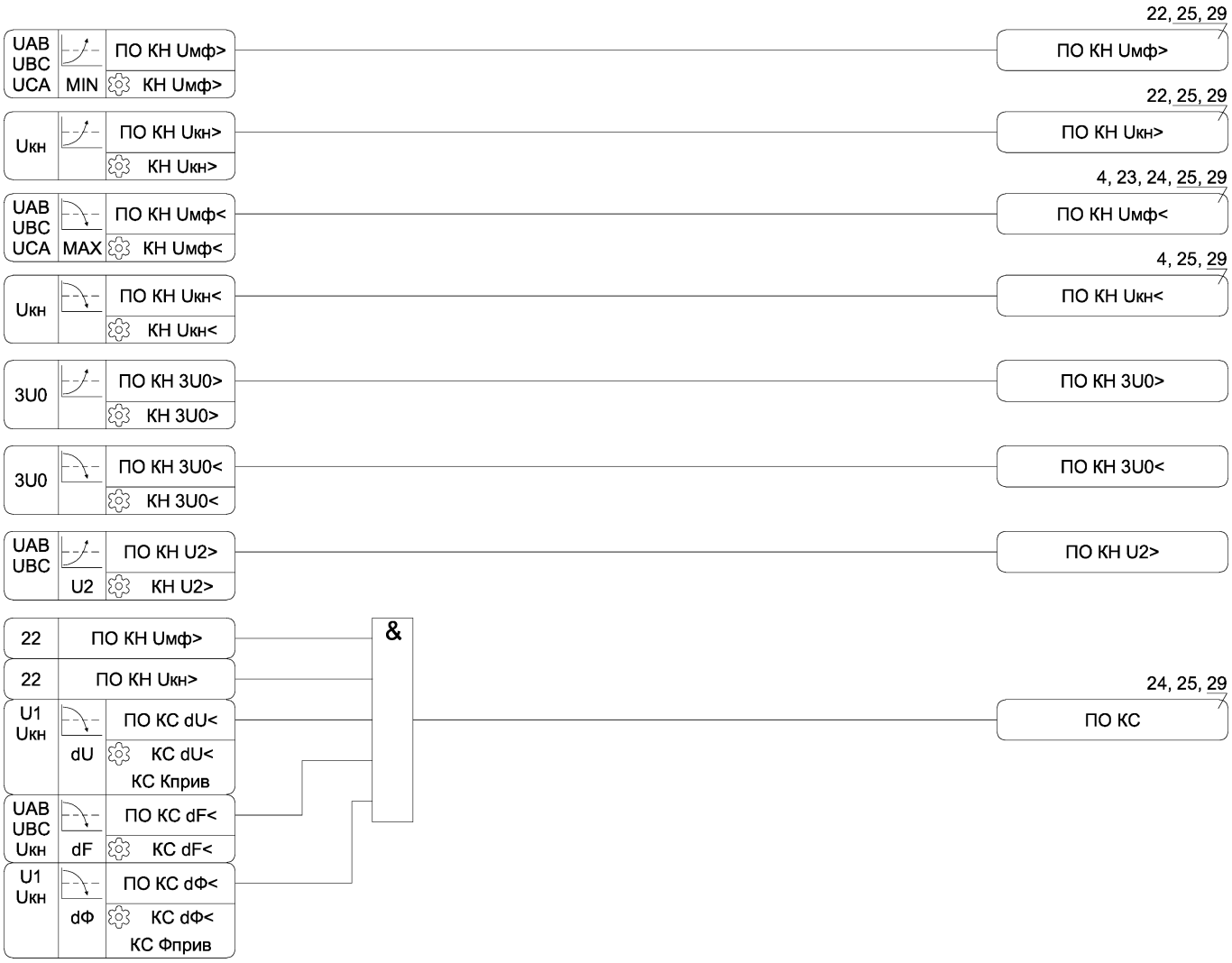


Рисунок А.22 – Функциональная схема алгоритма КН и КС

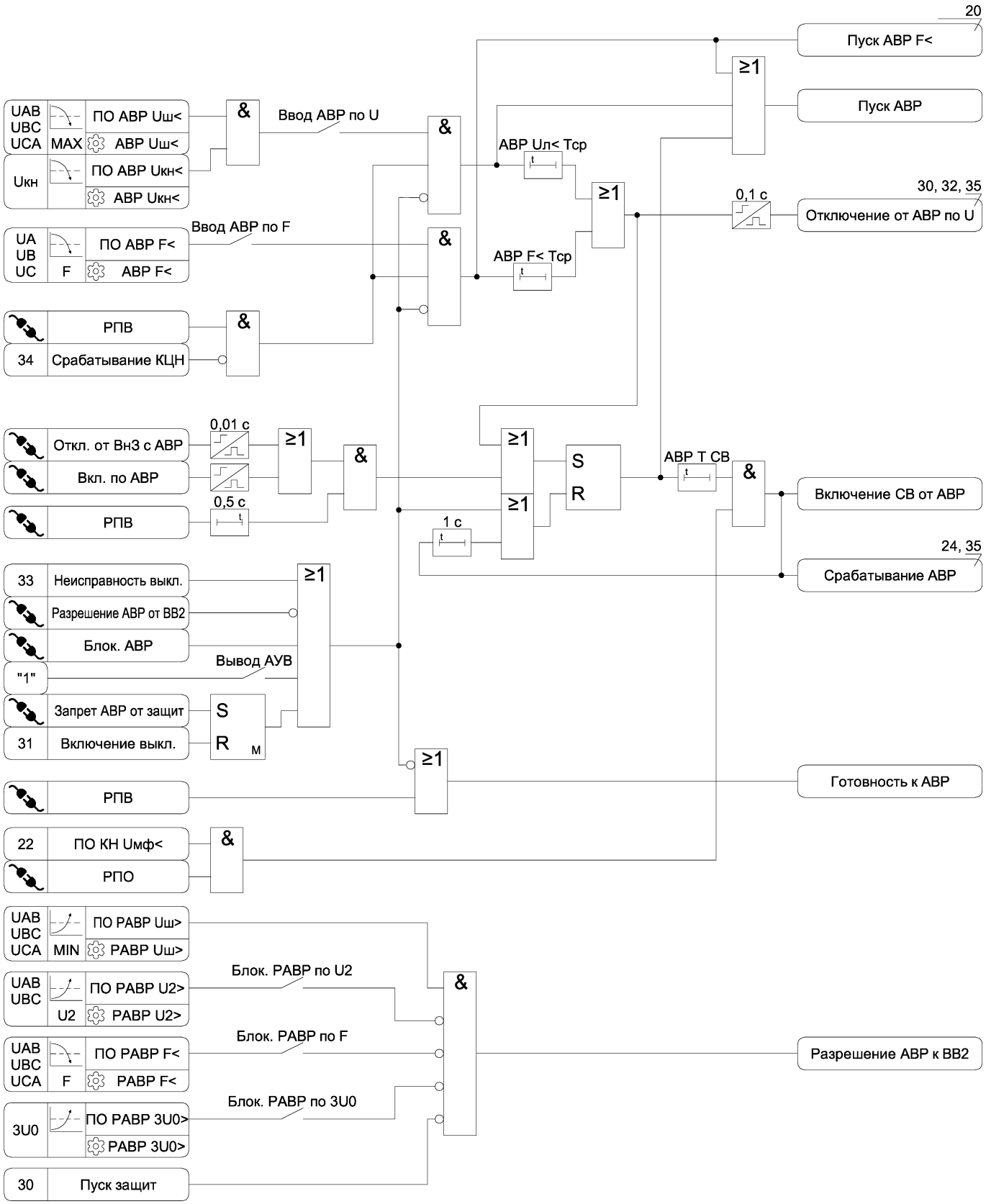


Рисунок А.23 – Функциональная схема алгоритма АВР

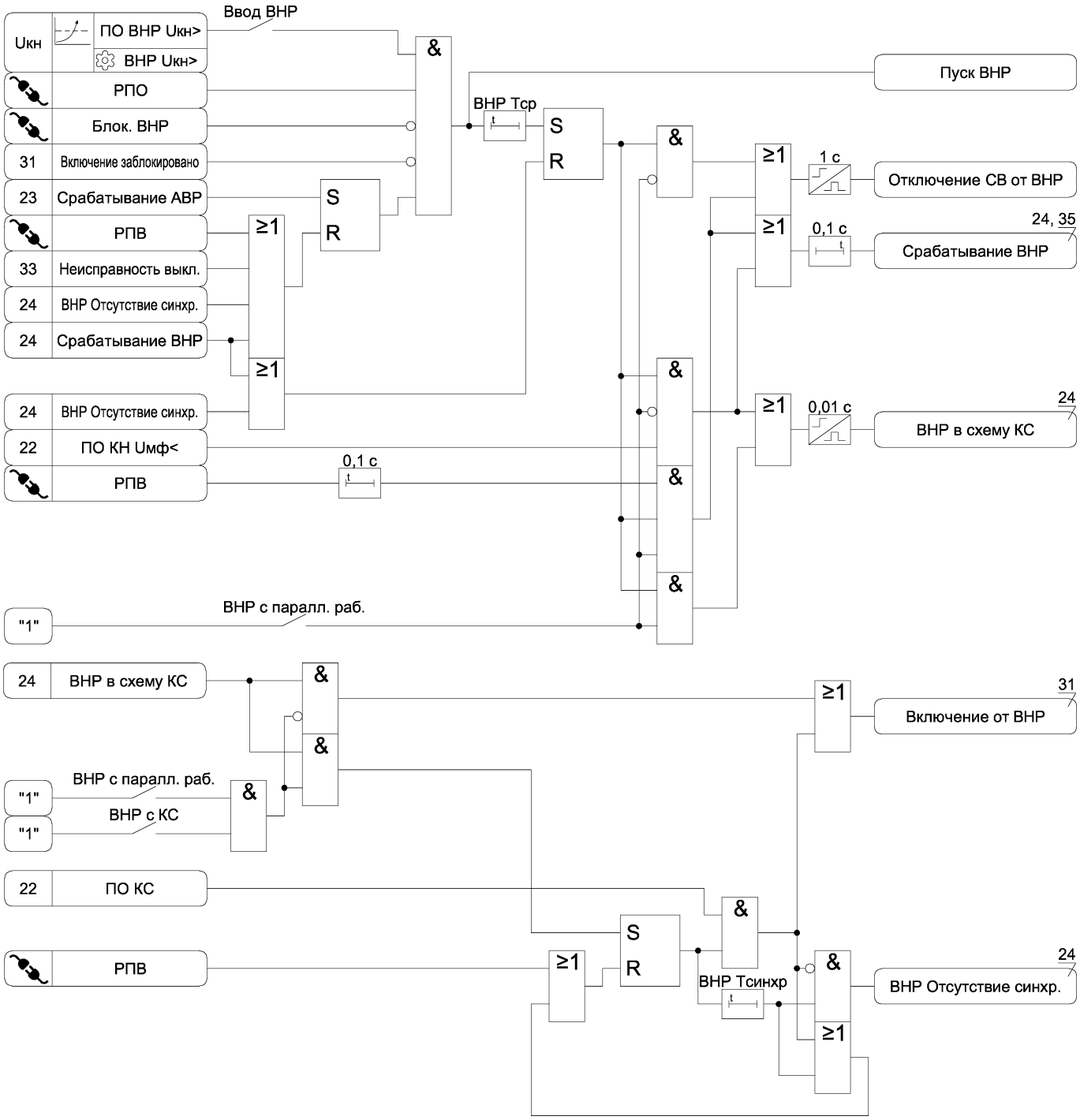


Рисунок А.24 – Функциональная схема алгоритма ВНР

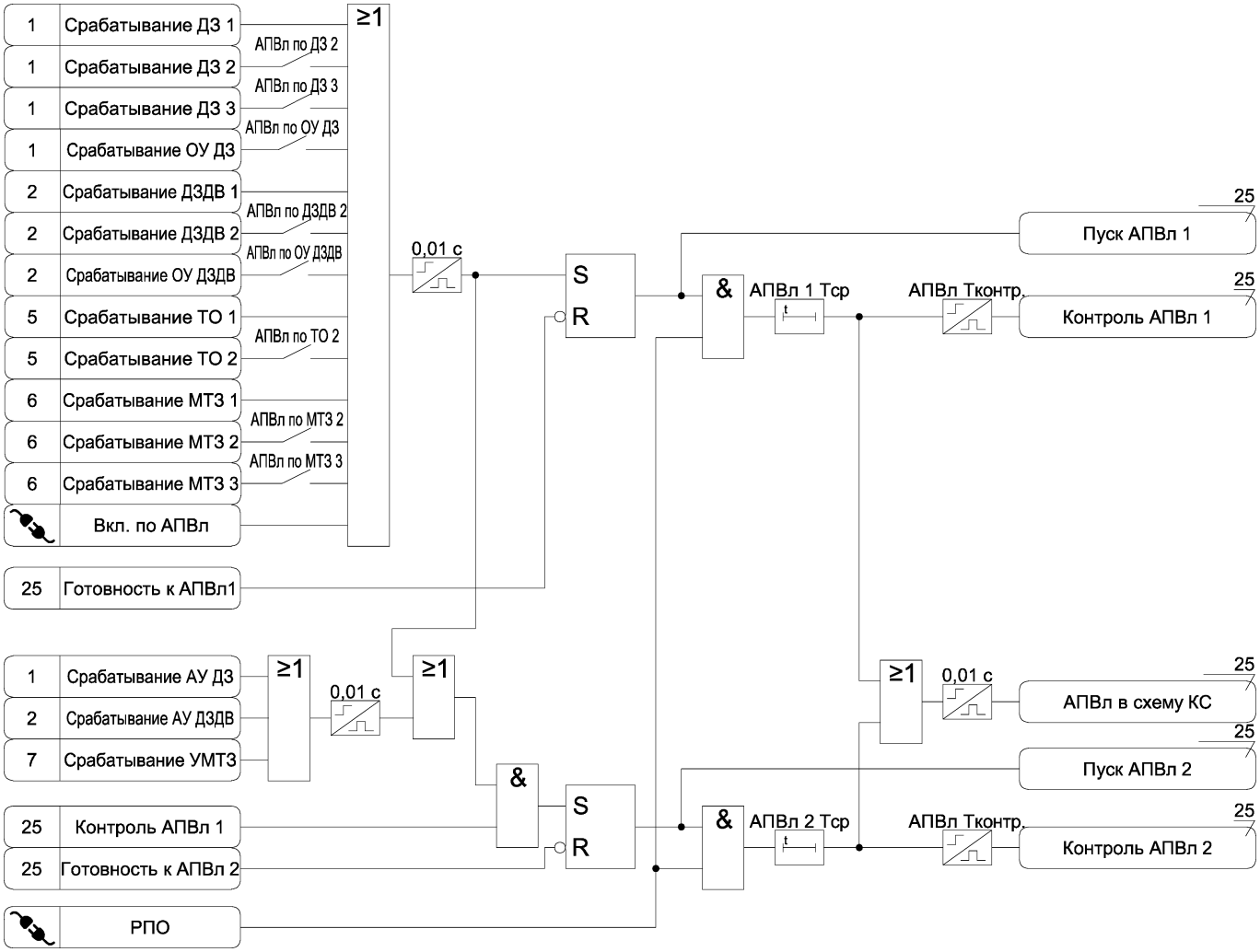


Рисунок А.25 а) – Функциональная схема алгоритма АПВ

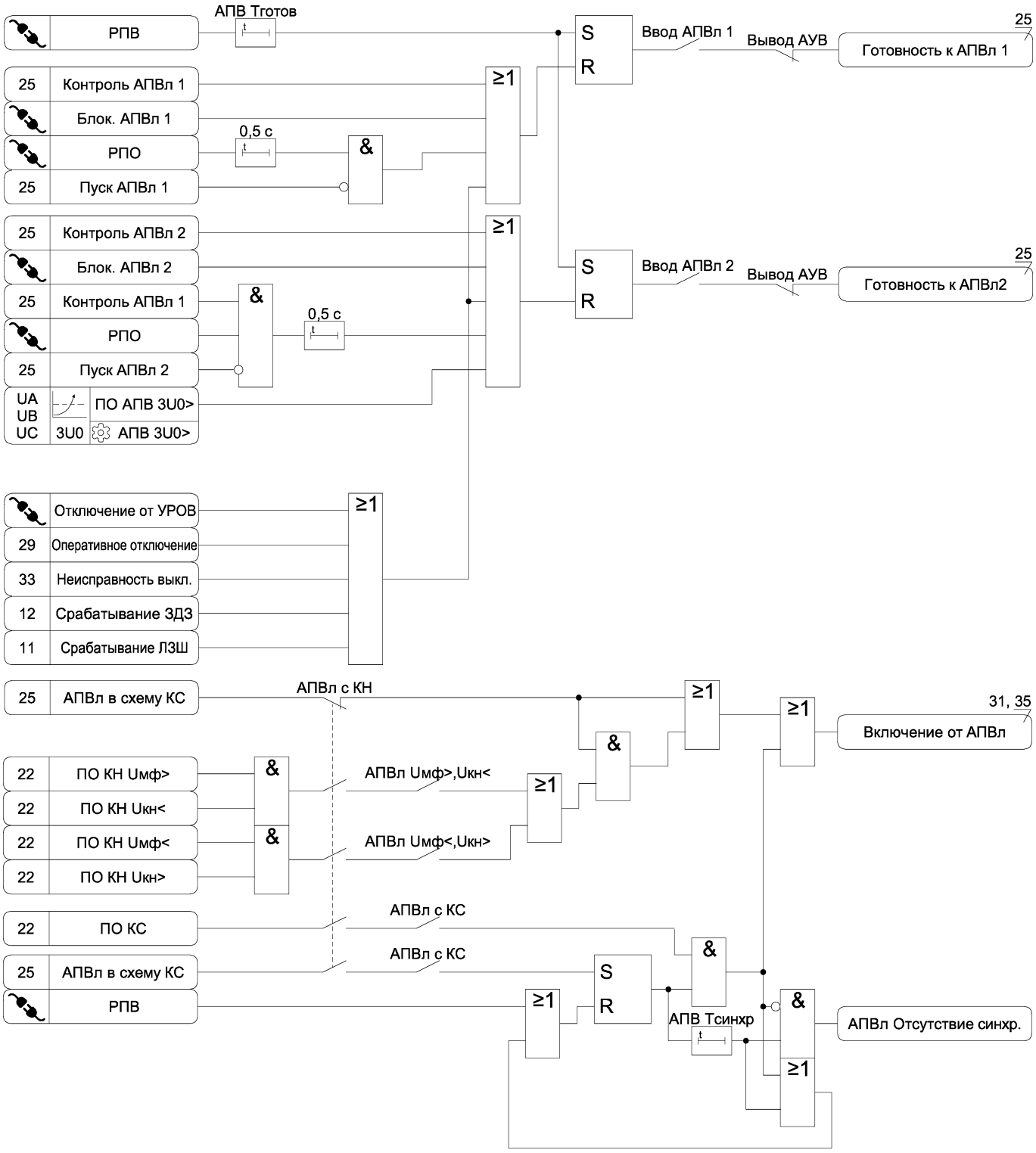


Рисунок А.25 б) – Функциональная схема алгоритма АПВ

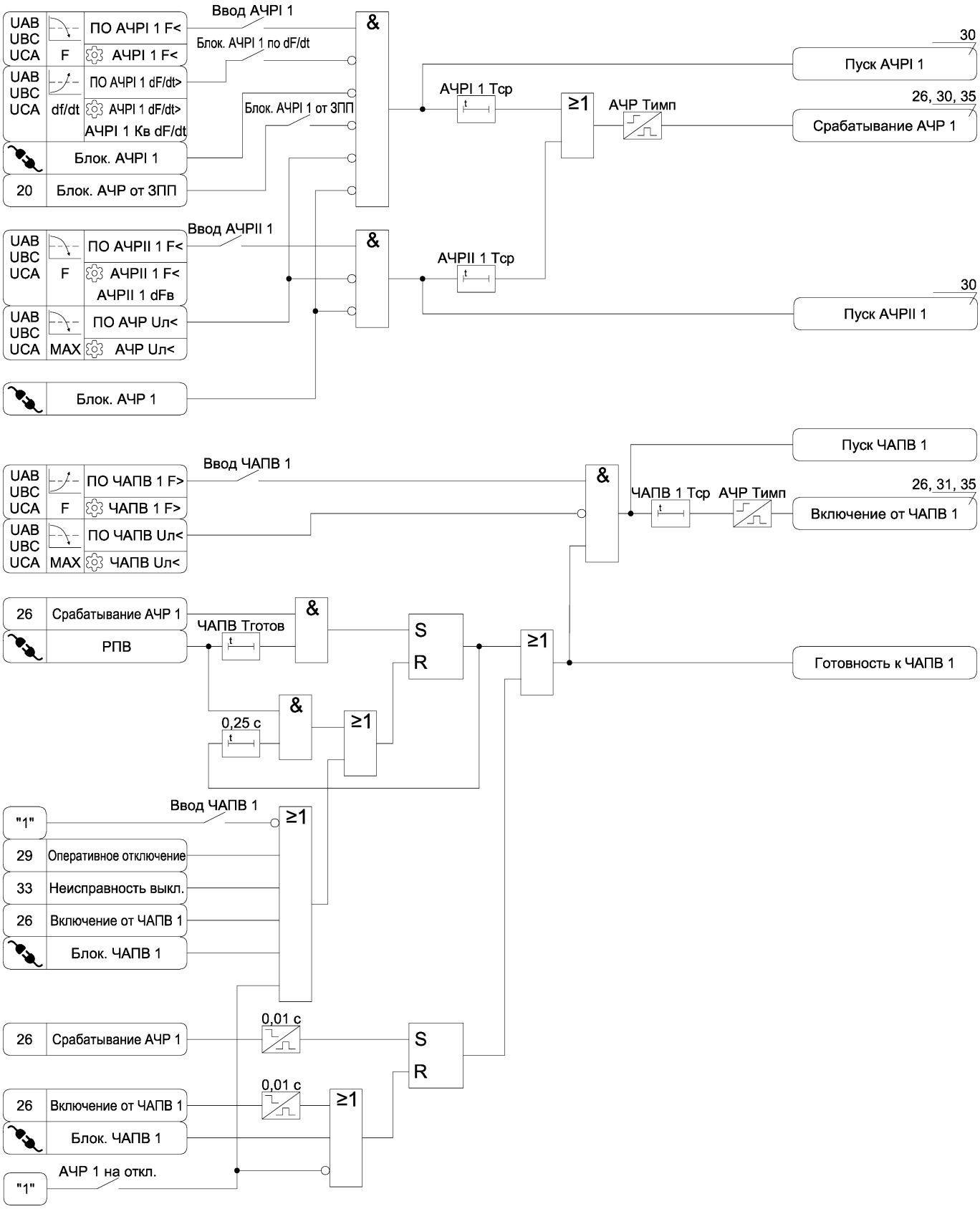


Рисунок А.26 а) – Функциональная схема алгоритма АЧР и ЧАПВ

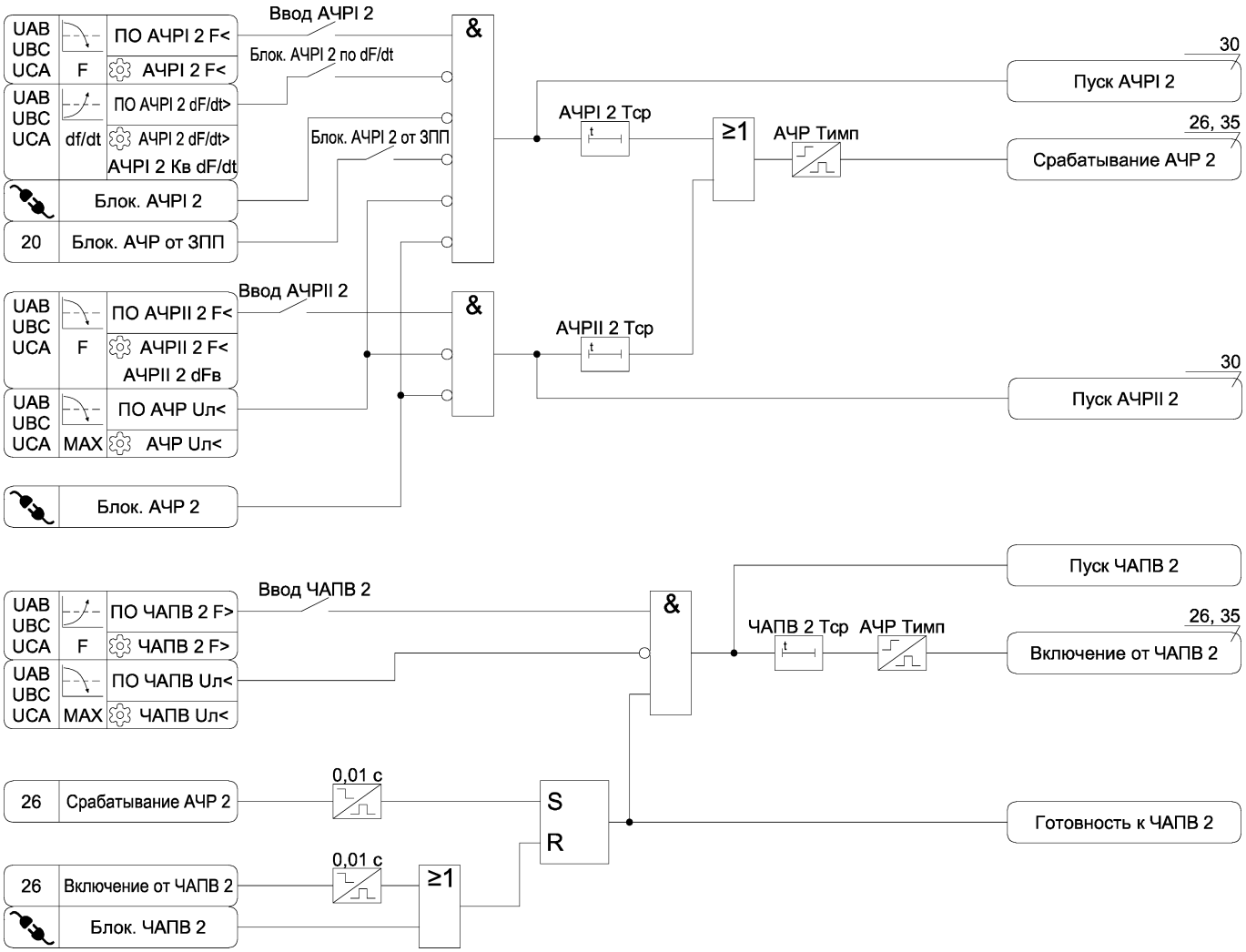


Рисунок А.26 б) – Функциональная схема алгоритма АЧР и ЧАПВ

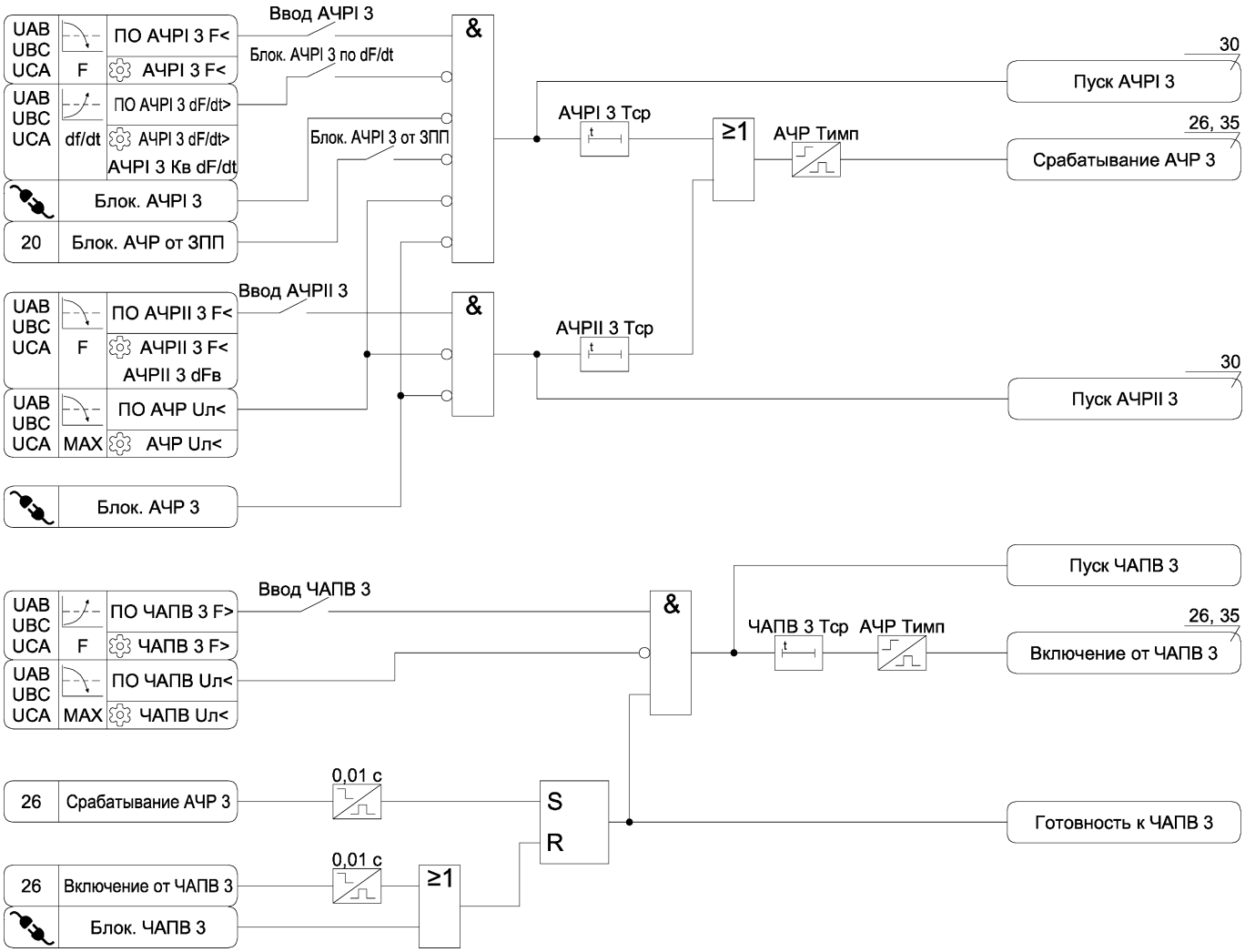


Рисунок А.26 в) – Функциональная схема алгоритма АЧР и ЧАПВ

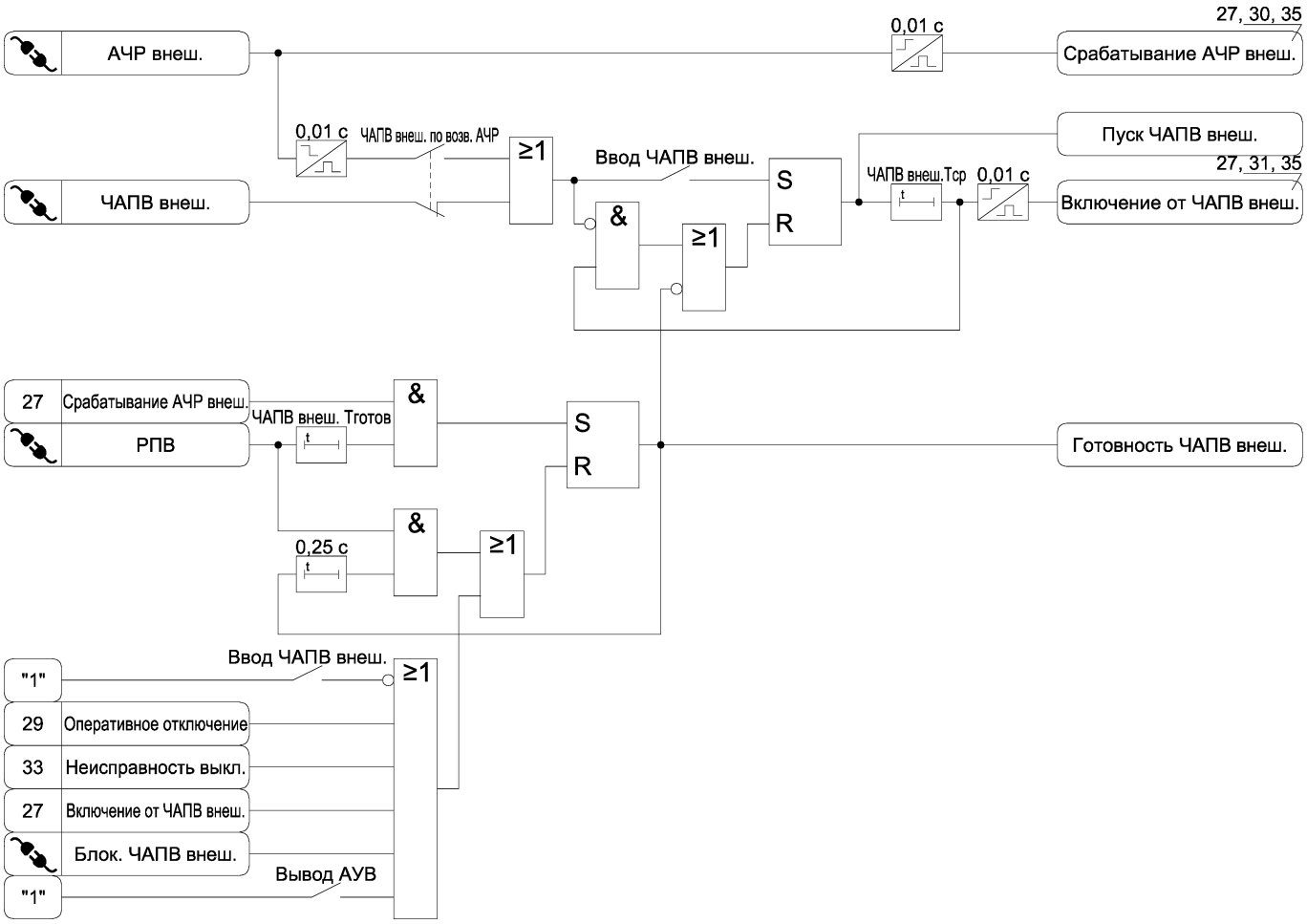


Рисунок А.27 – Функциональная схема алгоритма АЧР и ЧАПВ от внешнего устройства

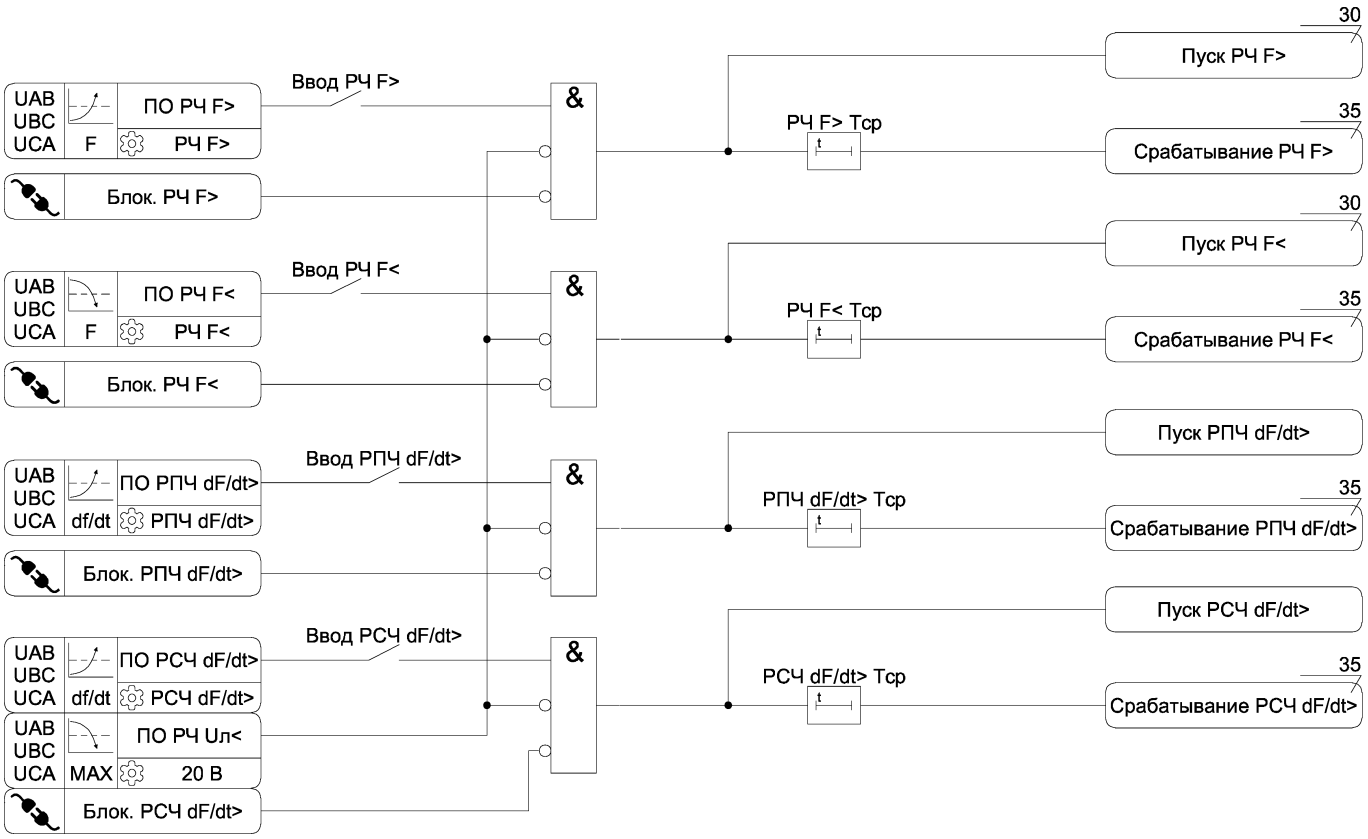


Рисунок А.28 – Функциональная схема алгоритма защиты от повышения и снижения частоты

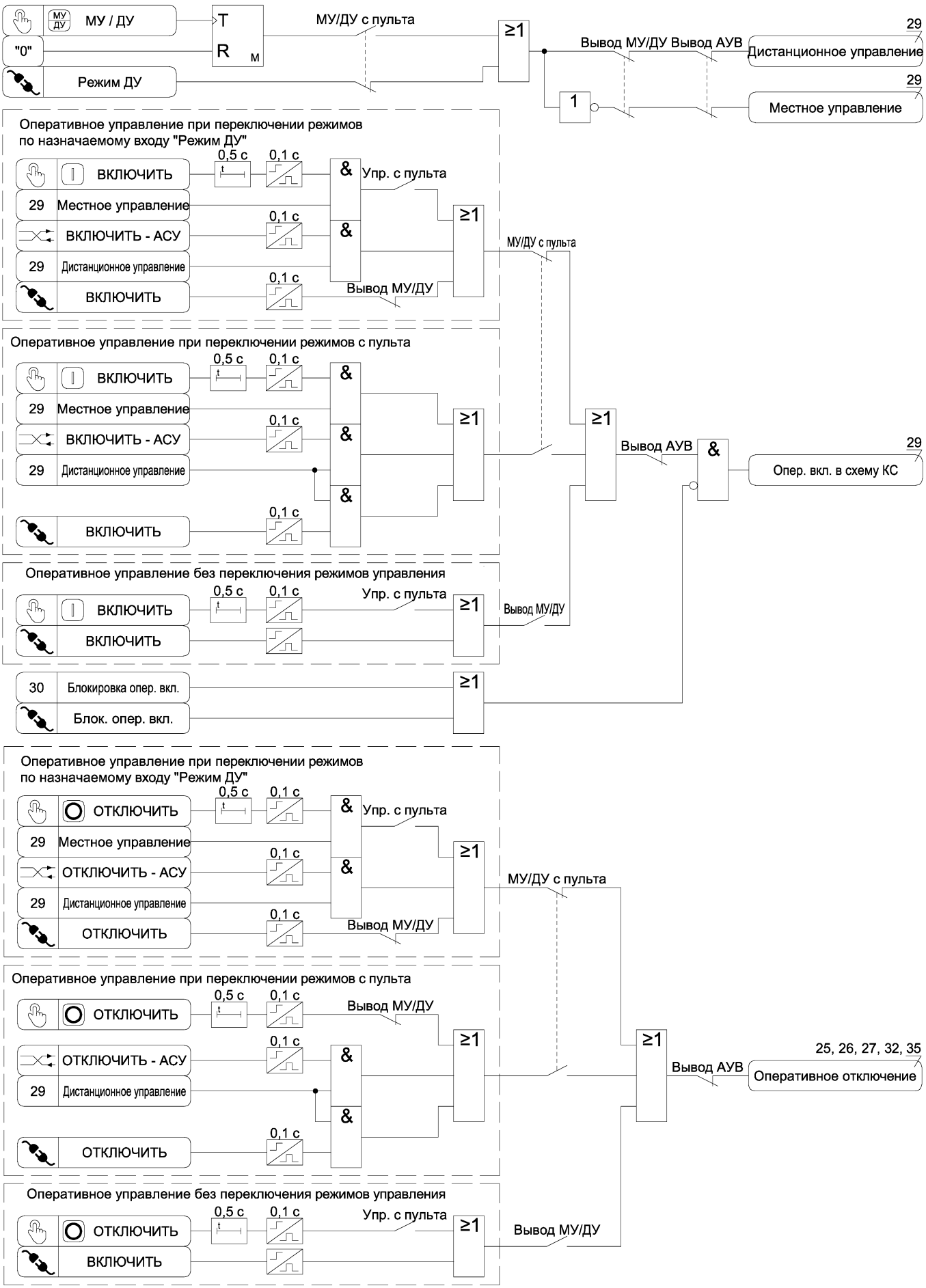


Рисунок А.29 а) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

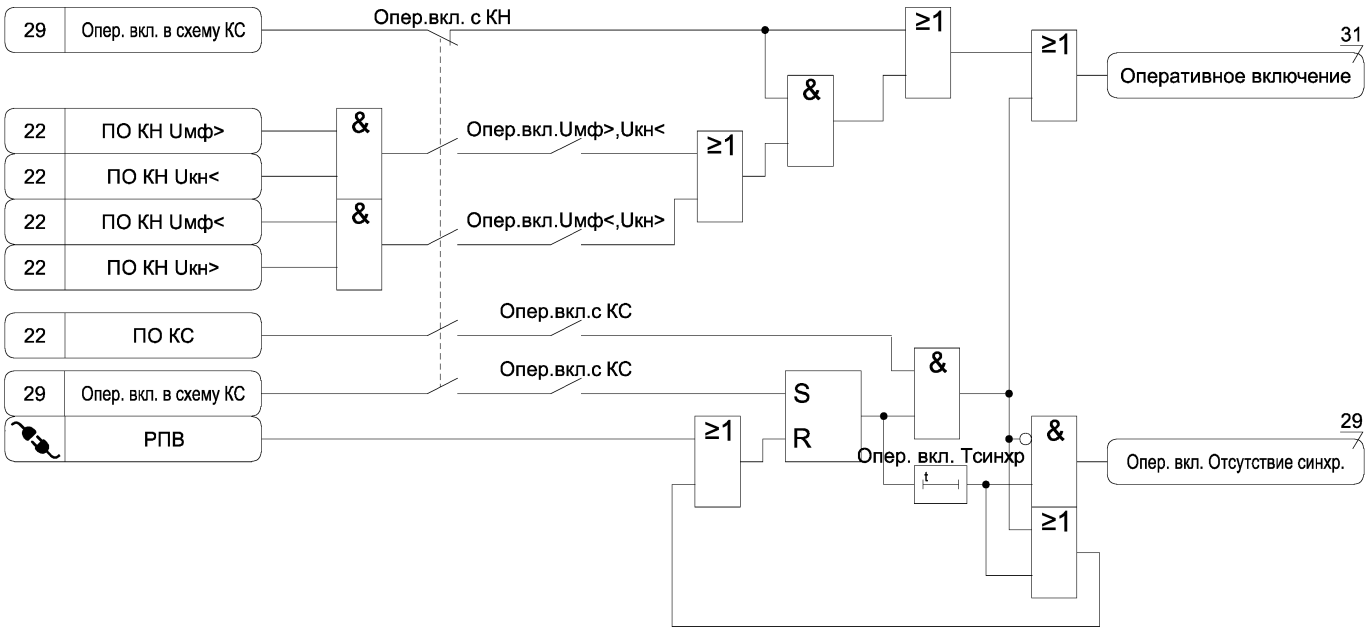


Рисунок А.29 б) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

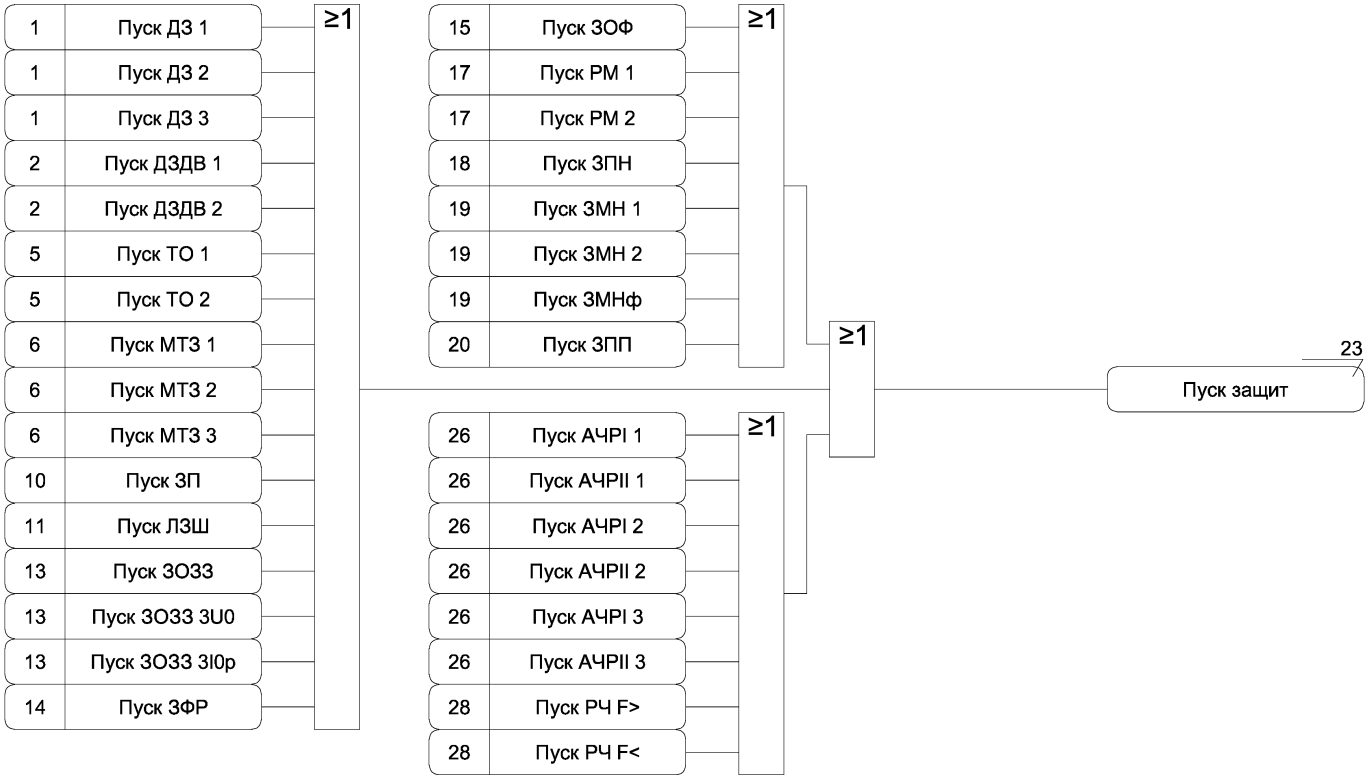


Рисунок А.30 а) – Функциональная схема алгоритма состояния защит

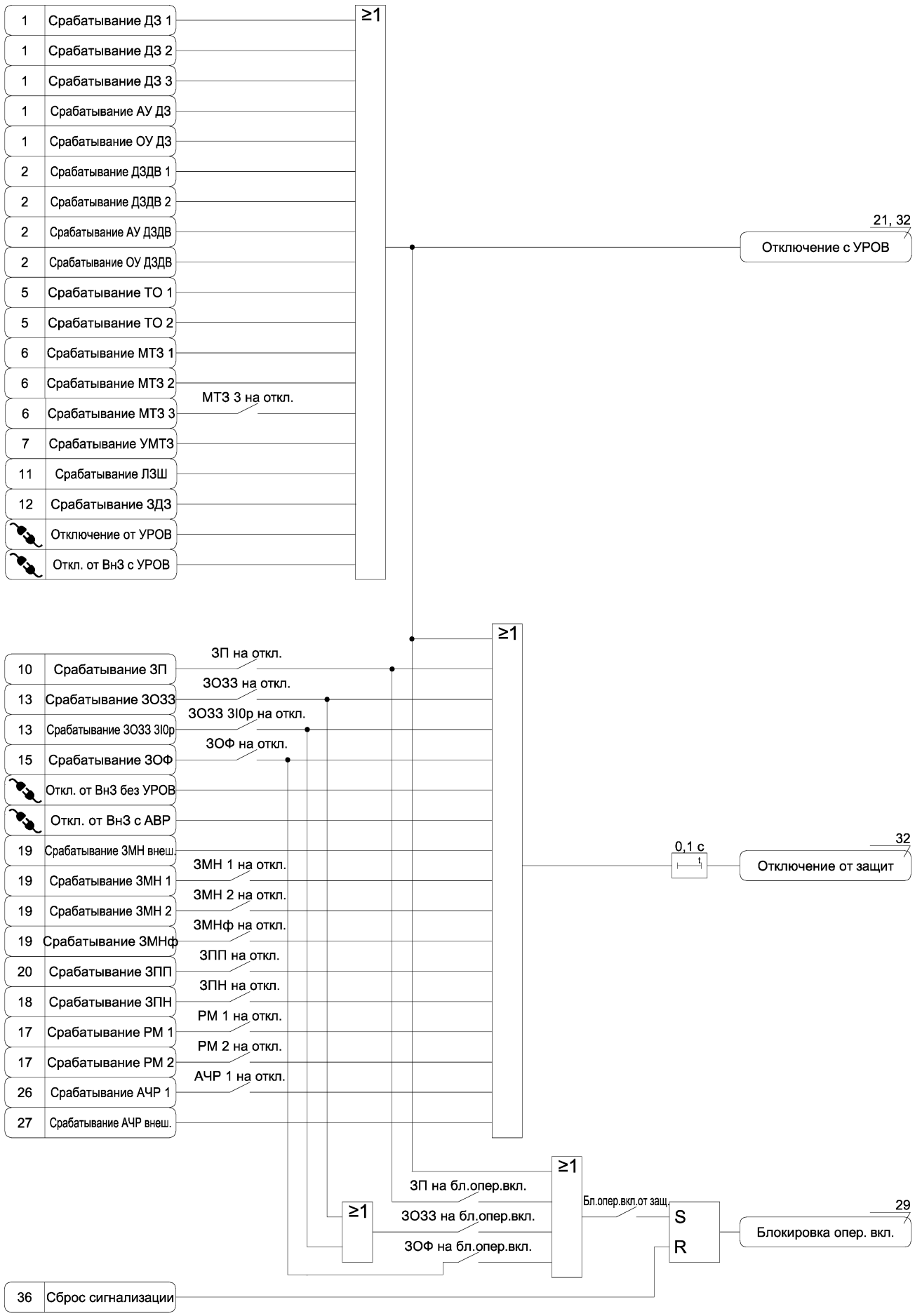


Рисунок А.30 б) – Функциональная схема алгоритма состояния защит

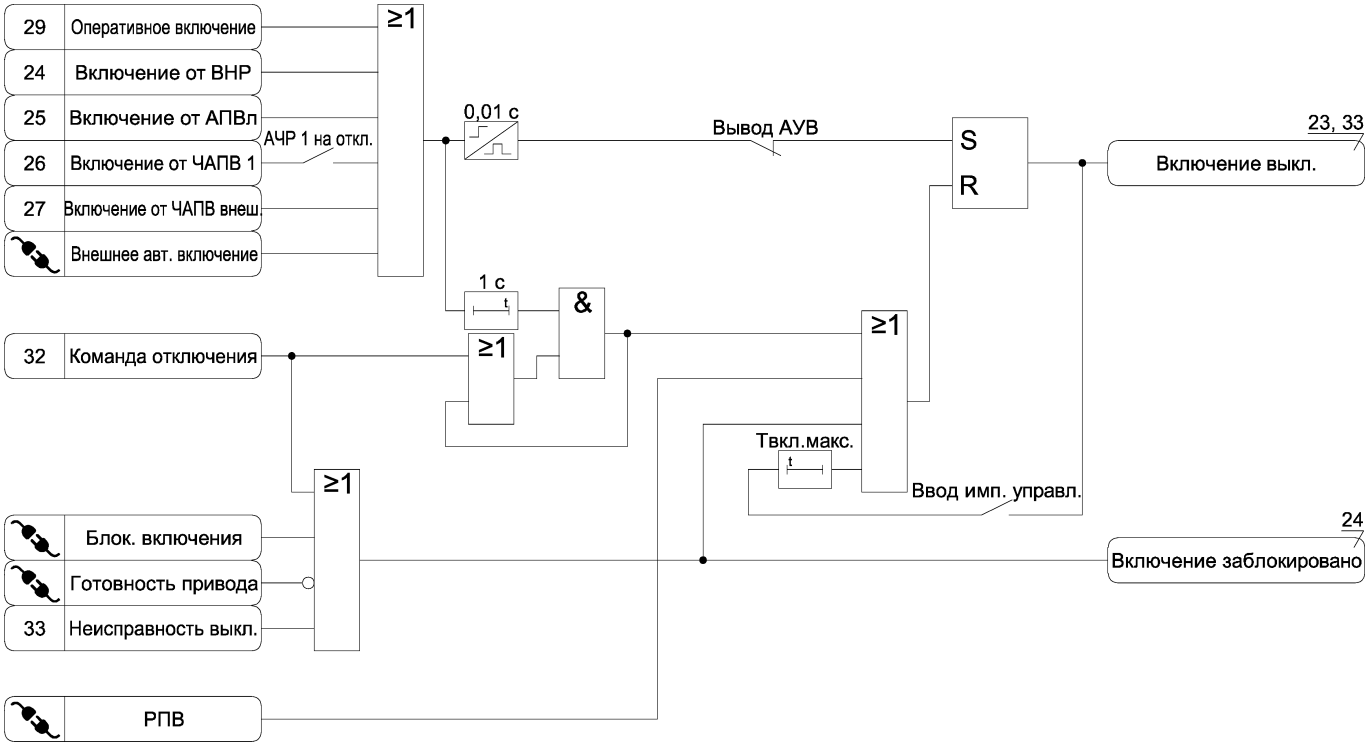


Рисунок А.31 – Функциональная схема алгоритма включения выключателя

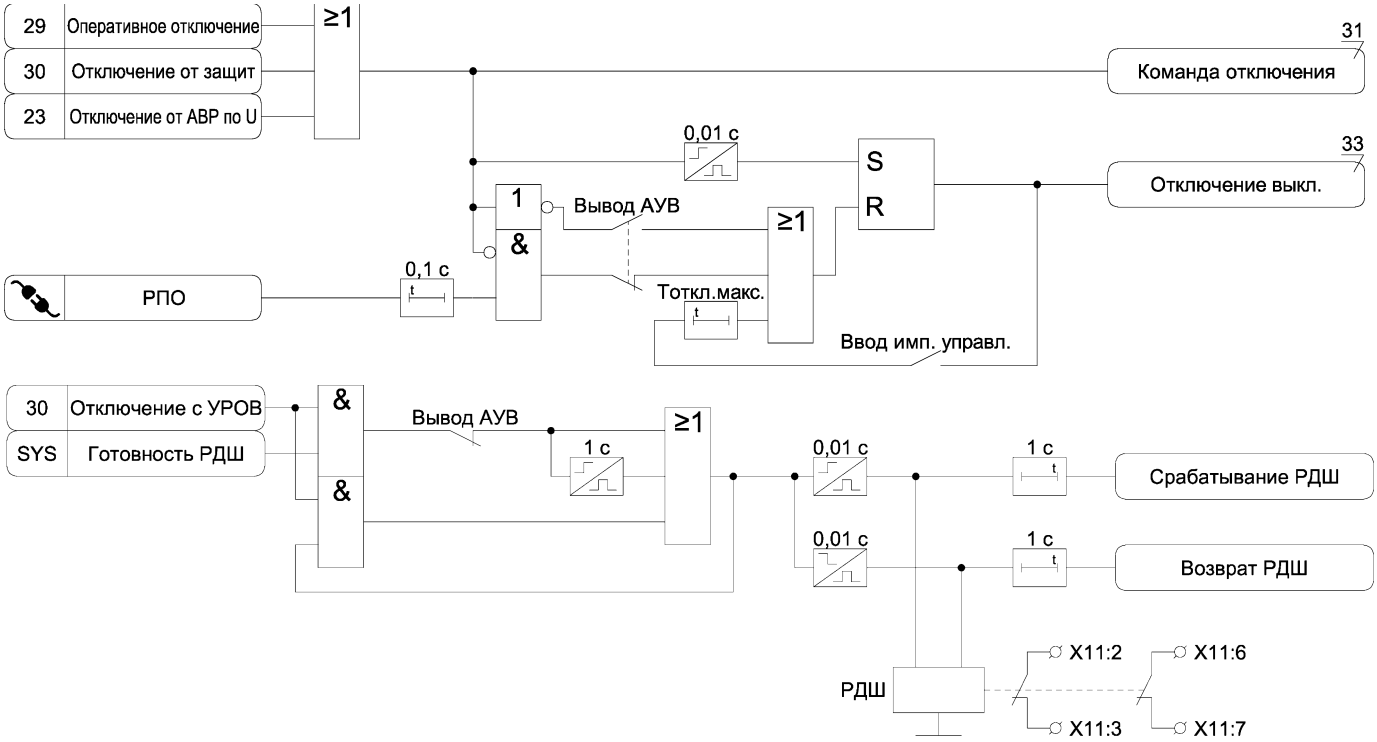


Рисунок А.32 – Функциональная схема алгоритма отключения выключателя

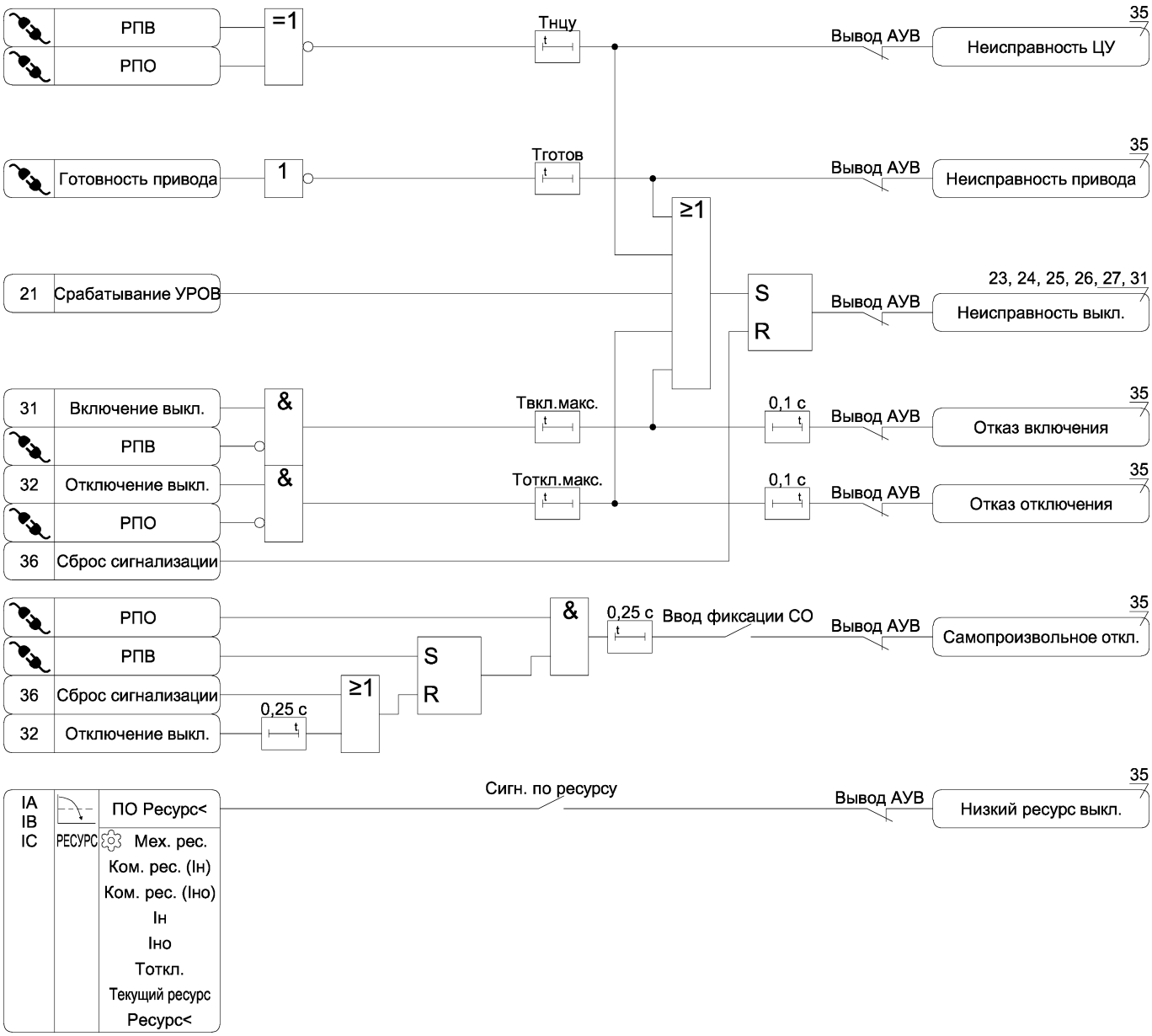


Рисунок А.33 – Функциональная схема алгоритма диагностики выключателя

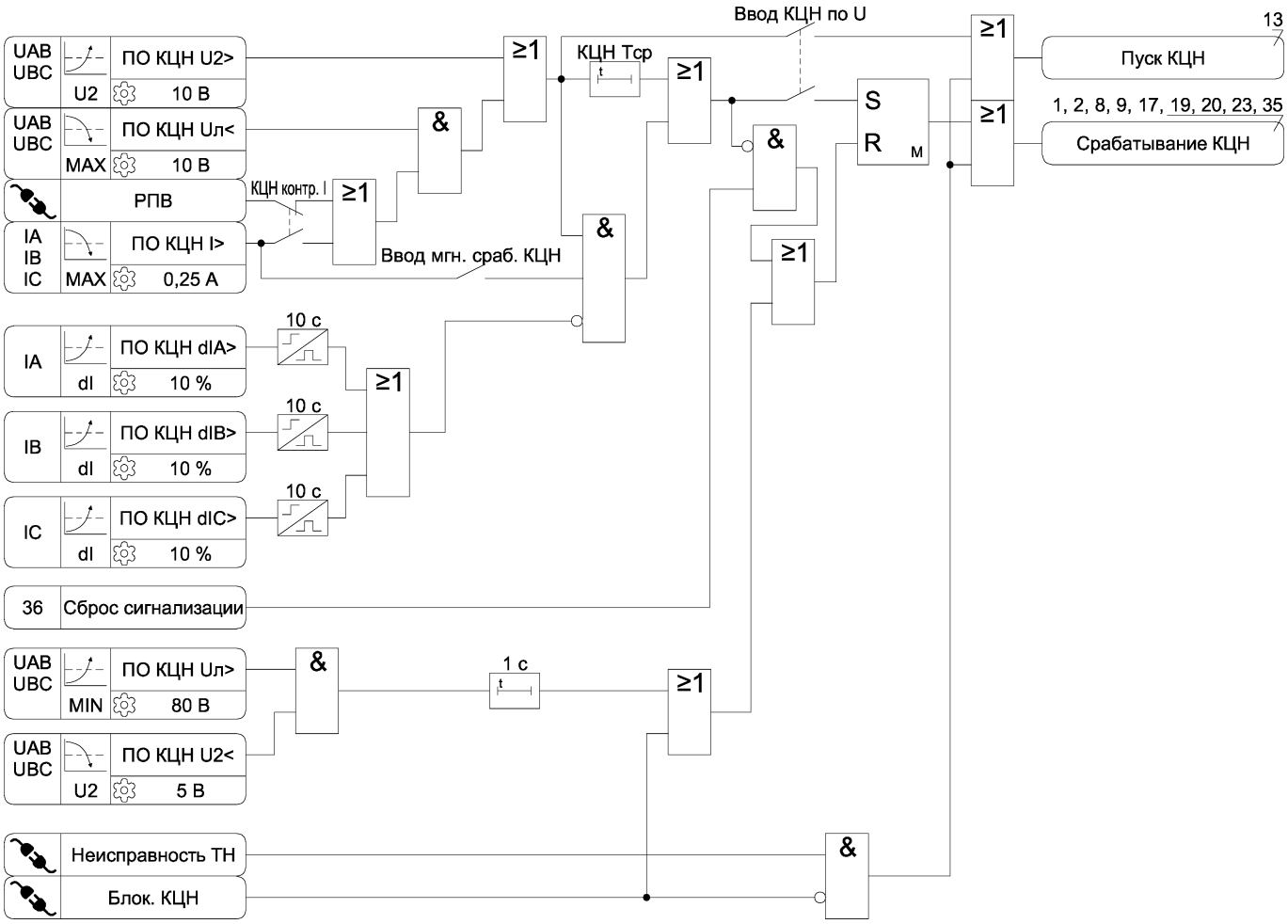


Рисунок А.34 – Функциональная схема алгоритма КЦН

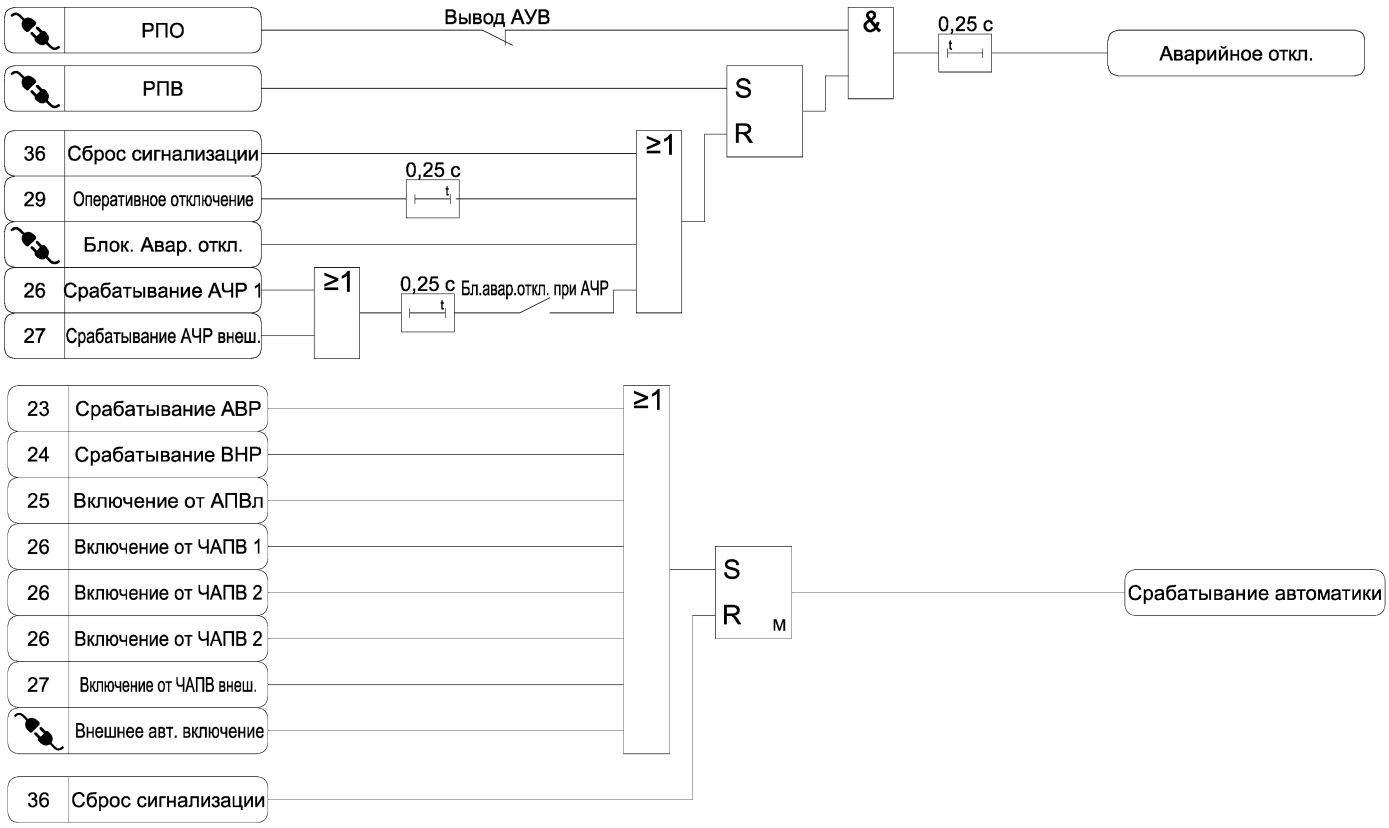


Рисунок А.35 а) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

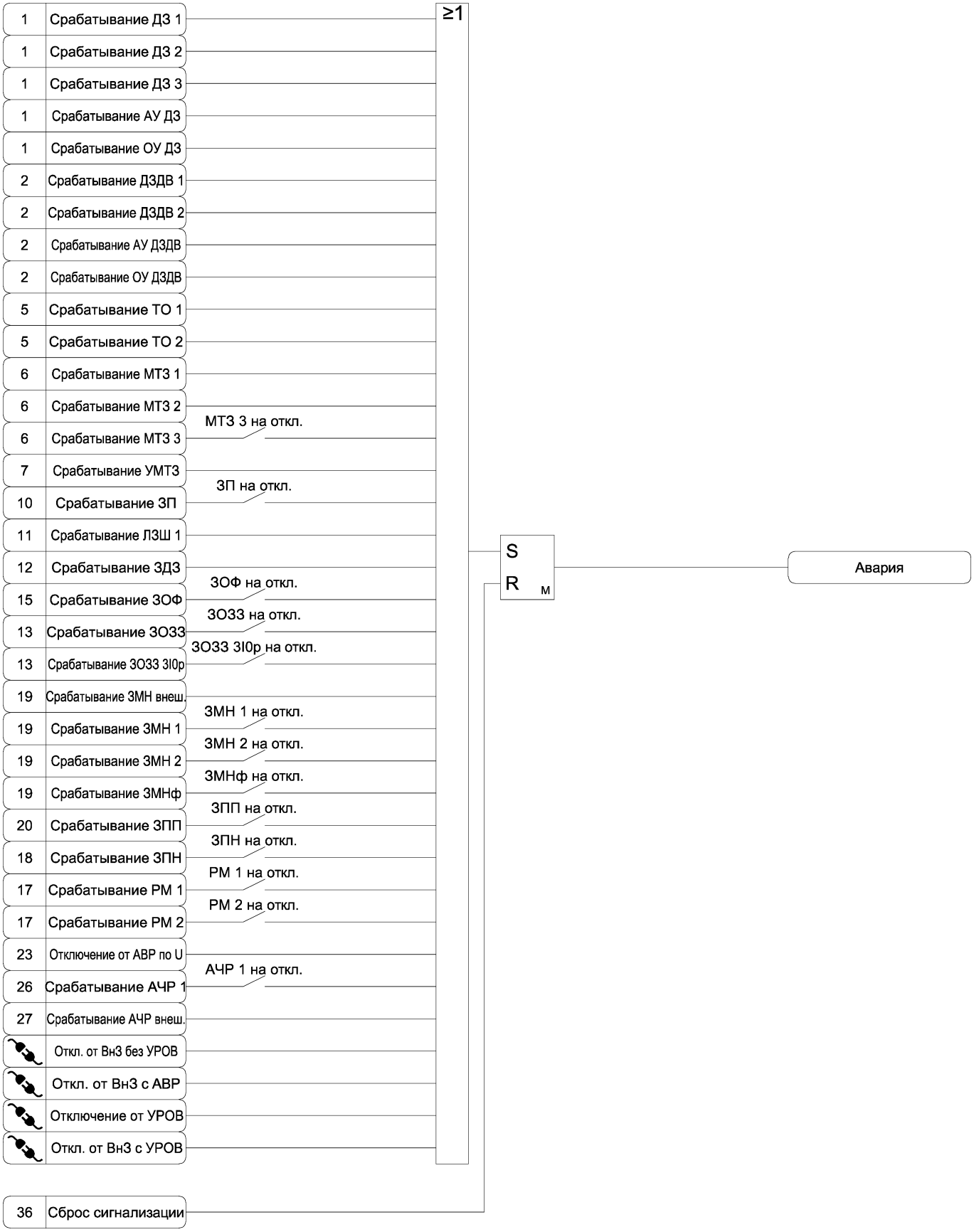


Рисунок А.35 б) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

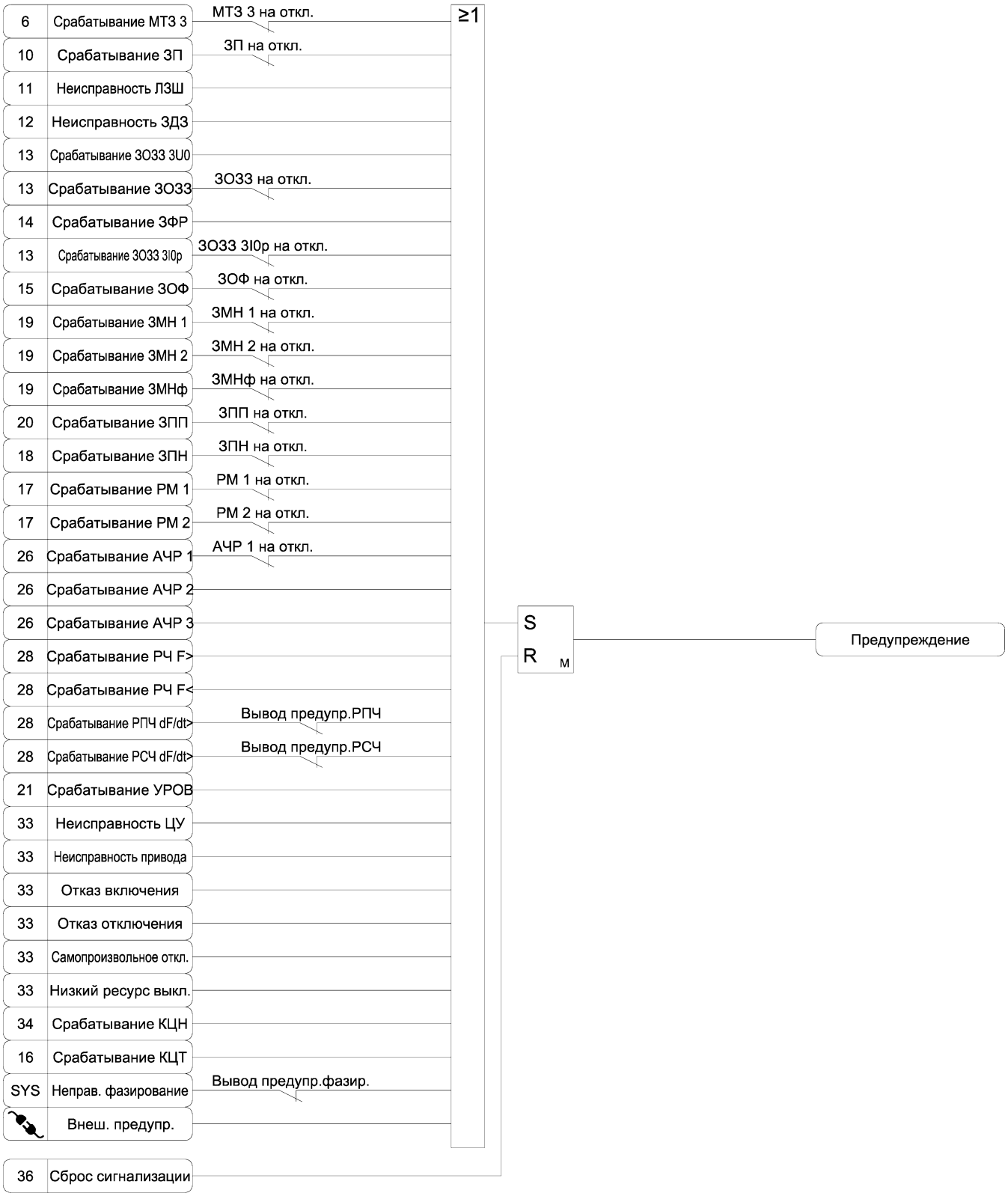


Рисунок А.35 в) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

Рисунок А.36 – Функциональная схема алгоритма сброса сигнализации

Изменения в документе

№ изм.	Номера измененных страниц	Дата изменения	Версия ВПО	Комментарий
0	-	23.01.2026	-	Исходная версия/редакция
1	1-147	16.04.2026	КИТ-Р-А11-РУ-01_00	Исправление замечаний