

**УСТРОЙСТВО МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ
КИТ-Р-Б5-КС3-01**

**Руководство по эксплуатации
ТРБН.656122.018-04.01 РЭ1**

Содержание	Лист
1 Назначение устройства	6
2 Технические характеристики.....	7
2.1 Функции защит, автоматики и сигнализации.....	7
2.2 Основные технические характеристики устройства	8
2.3 Функциональные характеристики устройства	11
3 Описание функций устройства.....	16
3.1 Общие сведения	16
3.2 Дистанционная защита от междуфазных коротких замыканий (ДЗ).....	16
3.3 Дистанционная защита от коротких замыканий на землю (ДЗЗ).....	28
3.4 Блокировка при качаниях (БК).....	39
3.5 Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)	41
3.6 Токовая отсечка (ТО).....	53
3.7 Максимальная токовая защита (МТЗ).....	56
3.8 Ускорение МТЗ (УМТЗ)	59
3.9 Функция автоматического ускорения защит	60
3.10 Контроль направления мощности (КНМ)	60
3.11 Пуск по напряжению (МТЗ/U).....	62
3.12 Блокировка по второй гармонике	63
3.13 Защита от перегрузки (ЗП)	65
3.14 Защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки (ЗОФ)	66
3.15 Контроль измерительных цепей тока (КЦТ)	67
3.16 Защита по направлению мощности	68
3.17 Защита от повышения напряжения (ЗПН)	71
3.18 Защита минимального напряжения (ЗМН)	73
3.19 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)	75
3.20 Контроль напряжений (КН)	76
3.21 Автоматическое повторное включение (АПВ)	79
3.22 Защита от повышения и снижения частоты	88
3.23 Защита от снижения давления элегаза (SF6).....	90
3.24 Оперативное управление выключателем	91
3.25 Состояние защит	96
3.26 Управление выключателем	101
3.27 Диагностика выключателя	103
3.28 Защита электромагнитов управления.....	106
3.29 Контроль измерительных цепей напряжения (КЦН).....	107
3.30 Функции сигнализации.....	109
3.31 Определение места повреждения (ОМП)	115
3.32 Переключение групп уставок.....	119
3.33 Регистрация событий и аварий.....	119
3.34 Осциллографирование аварийных событий	119
3.35 Функция измерения.....	120
3.36 Самодиагностика	121
ПРИЛОЖЕНИЕ А Функциональные схемы алгоритмов устройства	122

Настоящее руководство по эксплуатации ТРБН.656122.018-04.01 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-Б5-41-33-12-11-КС3-01	ТРБН.656122.018-04	5 А	Универсальные входы 220 В	Два RS-485, два Ethernet 100BASE-TX
КИТ-Р-Б5-41-83-12-11-КС3-01	ТРБН.656122.018-54	5 А	Универсальные входы 110 (100) В	Два RS-485, два Ethernet 100BASE-TX
КИТ-Р-Б5-41-34-12-11-КС3-01	ТРБН.656122.018-05	5 А	Входы постоянного тока 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.656122.018 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:

АПВ – автоматическое повторное включение;
АСУ – автоматизированная система управления;
АУ – автоматическое ускорение;
АУВ – автоматика управления выключателем;
БК – блокировка при качаниях;
ВО – включение - отключение;
ВПО – встроенное программное обеспечение;
ДЗ – дистанционная защита;
ДЗЗ – дистанционная защита от КЗ на землю;
ДЗШ – дифференциальная защита шин;
ДТ – датчик тока;
ДУ – дистанционное управление;
ЗМН – защита минимального напряжения;
ЗОФ – защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки;
ЗП – защита от перегрузки;
ЗПН – защита от повышения напряжения;
КЗ – короткое замыкание;
КН – контроль напряжения;
КНМ – контроль направления мощности;
КР – коммутационный ресурс;
КС – контроль синхронизма;
КСЗ – комплект ступенчатых защит;
КЦН – контроль цепей напряжения;
КЦТ – контроль цепей тока;
МР – механический ресурс;
МТЗ – максимальная токовая защита;
НП – нулевая последовательность;
ОМП – определение места повреждения;
ОУ – оперативное ускорение;
ПБ – перекрестная блокировка;
ПО – пусковой орган;
РСЧ – реле снижения частоты;
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;
РЧ – реле частоты;
СО – самопроизвольное отключение;
ТАПВ – трехфазное автоматическое повторное включение;
ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности;
ТН – трансформатор напряжения;

ТО – токовая отсечка;

ТТ – трансформатор тока;

ТУ – телеуправление;

УМТЗ – ускорение максимальной токовой защиты;

УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя;

ЦН – цепи напряжения;

ЦУ – цепь управления;

ШОН – шкаф отбора напряжения;

ЭМ – электромагнит;

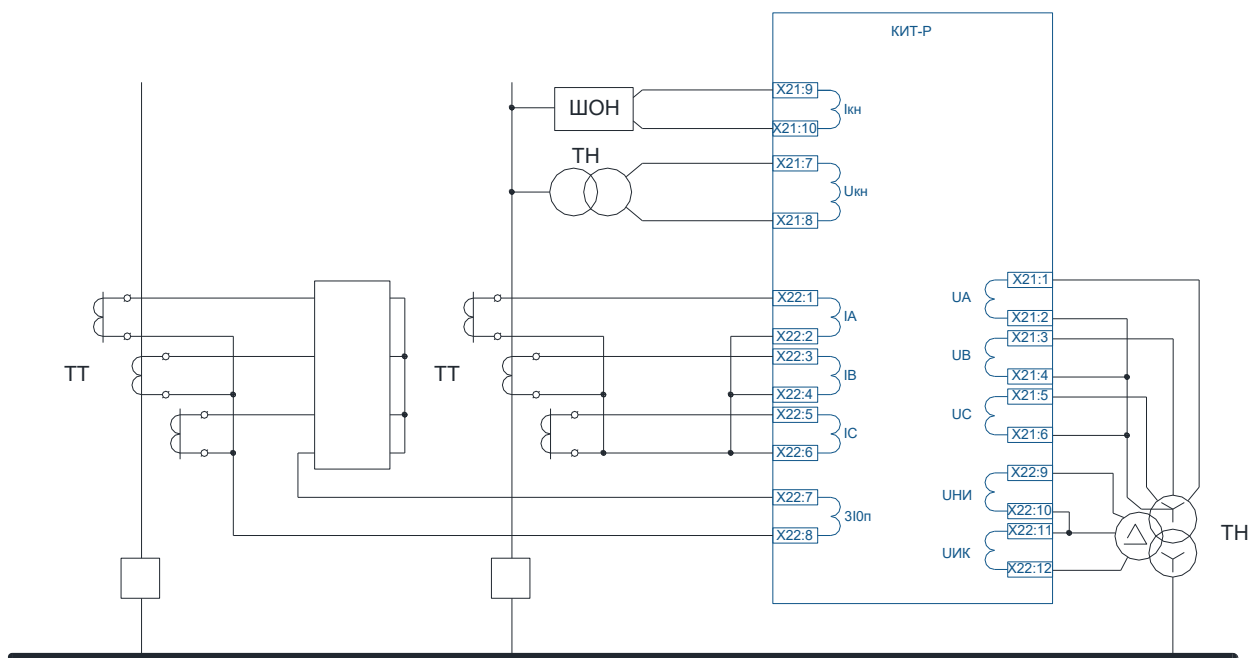
ЭМВ – электромагнит включения;

ЭМО – электромагнит отключения.

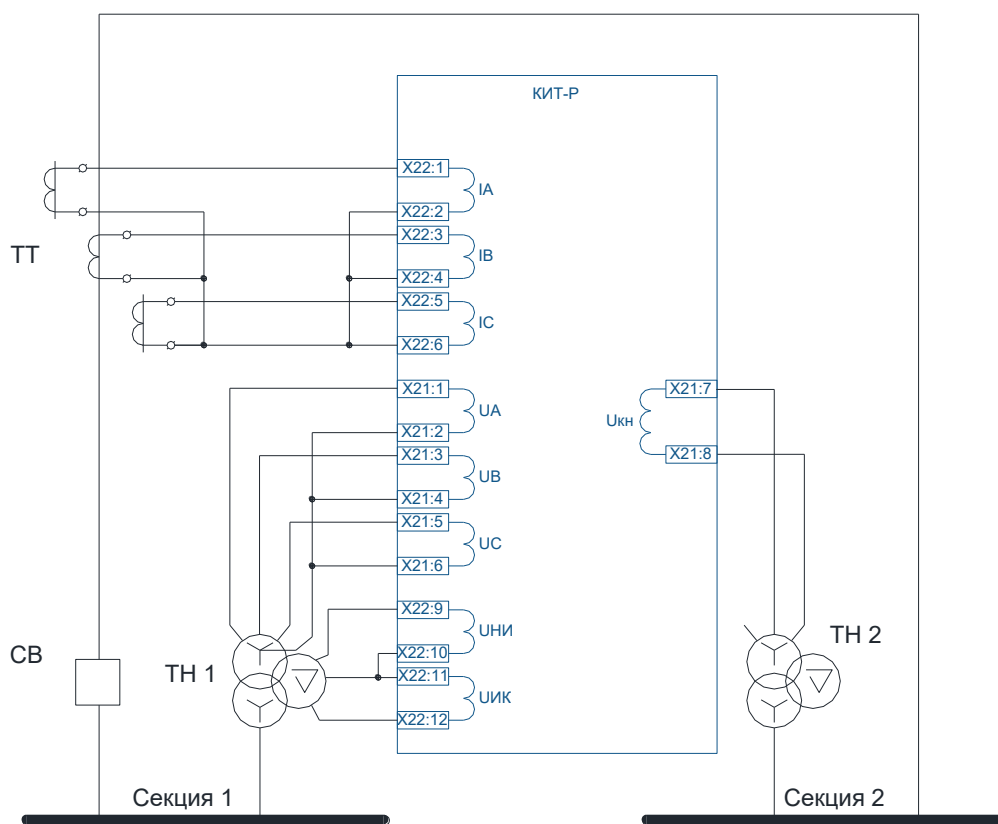
1 НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Устройства (см. таблицу 1) предназначены для выполнения функций комплекта ступенчатых защит линий 110-220 кВ.

На рисунке 1.1 приведены упрощенные схемы подключения устройства.



а) защита отходящей линии



а) защита секционного выключателя

Рисунок 1.1 – Варианты подключения устройства

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Функции защит, автоматики и сигнализации

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

Таблица 2.1 – Основные функции защит, автоматики и сигнализации

Наименование функции	Код ANSI	Пункт РЭ1
Дистанционная защита от междуфазных замыканий, 5 ступеней	21	3.2
Дистанционная защита от коротких замыканий на землю, 4 ступени	21	3.3
Токовая защита нулевой последовательности, 6 ступеней		3.5
Блокировка при качаниях	68	3.4
Токовая отсечка, 2 ступени	50	3.6
Максимальная токовая защита, 3 ступени	51, 67, 51V	3.7
Пуск по напряжению для МТЗ	-	3.11
Контроль направления мощности	-	3.10
Блокировка МТЗ по второй гармонике при броске тока намагничивания силового трансформатора	-	3.12
Защита от перегрузки	51	3.13
Защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки	46	3.14
Защита по контролю направления мощности	32P, 32Q, 37P, 37Q,	3.16
Защита повышения напряжения	59	3.17
Защита минимального напряжения, 2 ступени	27	3.18
Устройство резервирования отказа выключателя	50BF	3.19
Автоматическое повторное включение линии, 2 цикла	79	3.21
Автоматическое повторное включение шин, 1 цикл	79	
Контроль синхронизма, контроль наличия и отсутствия напряжений на секции шин и на вводе	25, 59, 27	3.20
Защита повышения частоты	81H, 81O	3.22
Защита понижения частоты	81L, 81U	
Защита по скорости изменения частоты	81R	
Защиты от снижения давления элегаза	-	3.23
Управление выключателем	-	3.26
Диагностика состояния выключателя	-	3.27
Защита электромагнитов управления		3.28
Диагностика цепей напряжения	60	3.29
Диагностика цепей тока	-	3.15
Определение места повреждения	-	3.31
Аварийная сигнализация	-	3.30
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	4
Количество измерительных каналов тока от ШОН	1
Количество измерительных каналов напряжения	6
Диапазон контролируемых значений каналов тока, А	0,25 – 250,00
Диапазон контролируемых значений канала тока от ШОН, А	0,004 – 4,000
Диапазон контролируемых значений каналов напряжения, В	2 – 264
Дискретные входы	
Количество дискретных входов	48
Дискретные входы постоянного тока с номинальным напряжением 220 В и импульсом режекции тока¹⁾	
Значение напряжения срабатывания, В	От 158 до 170
Значение напряжения возврата, В	От 132 до 154
Минимальная длительность сигнала, мс, не более	5
Дополнительная программно-регулируемая задержка срабатывания, мс	0 – 30
Срабатывание при обратной полярности	Нет
Универсальные дискретные входы с номинальным напряжением 220 В и импульсом режекции тока¹⁾	
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
Универсальные дискретные входы с номинальным напряжением 110 (100) В и импульсом режекции тока¹⁾	
Значение напряжения срабатывания на переменном оперативном токе, В	От 70 до 78
Значение напряжения срабатывания на постоянном оперативном токе, В	От 74 до 82
Значение напряжения возврата на переменном оперативном токе, В	От 62 до 69
Значение напряжения возврата на постоянном оперативном токе, В	От 60 до 68
Минимальная длительность сигнала на переменном оперативном токе, мс, не более	25 при напряжении 77 В 20 при напряжении 100 В
Минимальная длительность сигнала на постоянном оперативном токе, мс, не более	25 при напряжении 80 В 15 при напряжении 110 В
Дополнительная программно-регулируемая задержка срабатывания, мс	0 – 30
Срабатывание при обратной полярности	Да
Дискретные выходы	
Количество дискретных выходов	33
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
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)
Протоколы передачи данных в АСУ	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

Продолжение таблицы 2.2

Наименование параметра	Значение
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⁾ Тип дискретных входов зависит от исполнения устройства (см. таблицу 1)	

2.3 Функциональные характеристики устройства

2.3.1 Схема подключения

2.3.1.1 На рисунке 2.1 приведена схема подключения устройства.

Дискретные входы

X51		X53	
1	↔	1	↔
2	↔	2	↔
3	↔	3	↔
4	↔	4	↔
5	↔	5	↔
6	↔	6	↔
7	↔	7	↔
8	↔	8	↔
9	↔	9	↔
10	↔	10	↔
11	↔	11	↔
12	↔	12	↔
	+/- 220 (110) В		ДВ9 Вход
	ДВ1 РПВ		-/- 220 (110) В
	ДВ2 РПО		ДВ10 Вход
	ДВ3 Включить		-/- 220 (110) В
	ДВ4 Отключить		ДВ11 Вход
	ДВ5 Готовность		-/- 220 (110) В
	-/- 220 (110) В		ДВ12 Вход
	ДВ6 Вход		-/- 220 (110) В
	ДВ7 Вход		
	-/- 220 (110) В		
	ДВ8 Режим ДУ		
	-/- 220 (110) В		

Аналоговые входы

X21	
1	↔
2	↔
3	↔
4	↔
5	↔
6	↔
7	↔
8	↔
9	↔
10	↔
	UA
	UB
	UC
	Uкн
	Iкн

X22	
1	↔
2	↔
3	↔
4	↔
5	↔
6	↔
7	↔
8	↔
9	↔
10	↔
11	↔
12	↔
	IA
	IB
	IC
	3I0п
	Уни
	Уик

1PPS - Синхронизация времени

X31 (RS-485)	
1	↔
2	↔
3	↔
4	↔
	A
	B
	R (120 Ом)
	Gnd

Связь с "KIT.Connect"

X32 (RS-485)	
1	↔
2	↔
3	↔
4	↔
	A
	B
	R (120 Ом)
	Gnd

Связь с АСУ

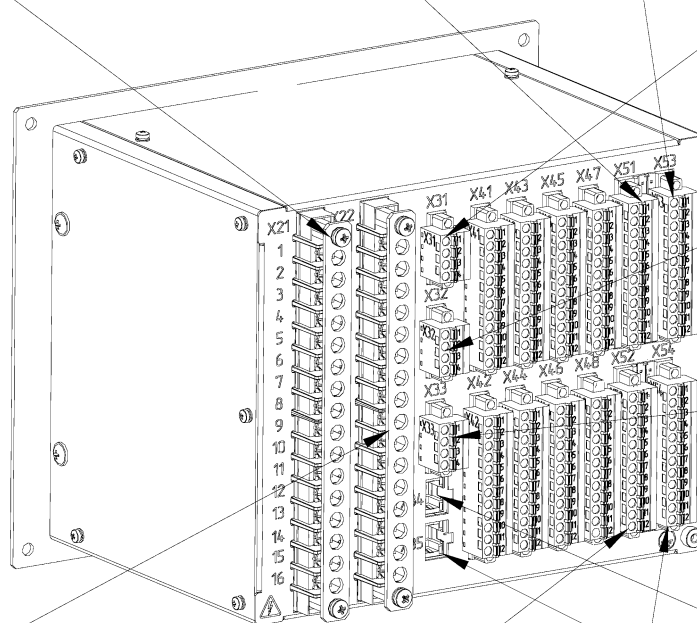
X33 (RS-485)	
1	↔
2	↔
3	↔
4	↔
	A
	B
	R (120 Ом)
	Gnd

X34 (Ethernet)

RJ45 (T-568B)

X35 (Ethernet)

RJ45 (T-568B)

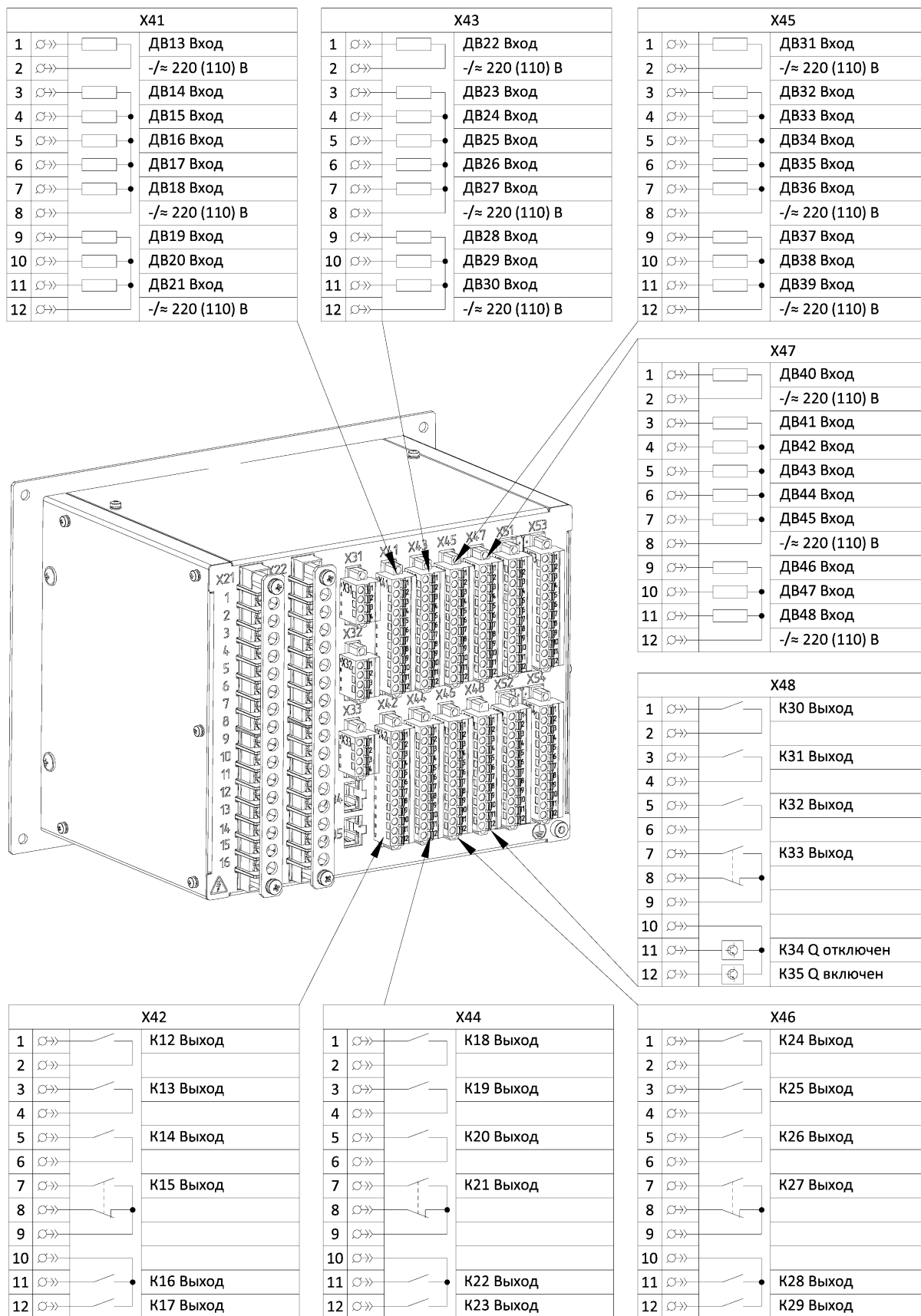


X52		X54	
1	↔	1	↔
2	↔	2	↔
3	↔	3	↔
4	↔	4	↔
5	↔	5	↔
6	↔	6	↔
7	↔	7	↔
8	↔	8	↔
9	↔	9	↔
10	↔	10	↔
11	↔	11	↔
12	↔	12	↔
	K1 Отключение		K7 Выход
	K2 Включение		K8 Выход
	K3 Авар.откл.		K9 Выход
	K4 Предупреждение		K10 Выход
	K5 Отказ		K11 Выход
	K6 Выход		
	БП		

Дискретные выходы, питание

Рисунок 2.1 а) – Схема подключения устройства

Дискретные входы



Дискретные выходы

Рисунок 2.1 б) – 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
3I0п		Ток нулевой последовательности параллельной линии
UA	2 – 264 В	Напряжение фазы А
UB		Напряжение фазы В
UC		Напряжение фазы С
Уни		Напряжение НИ обмотки разомкнутого треугольника
Уик		Напряжение ИК обмотки разомкнутого треугольника
Укн		Контрольное напряжение на смежном элементе
Ikн	0,004 – 4,000	Ток контроля напряжения на линии от ШОН

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 дискретного входа	Функциональное назначение	Подключен к логическому входу
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	-
ДВ12 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ13 Вход	Назначаемый дискретный вход	-

Продолжение таблицы 2.4

Наименование дискретного входа	Функциональное назначение	Подключен к логическому входу
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	-
ДВ22 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ23 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ24 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ25 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ26 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ27 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ28 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ29 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ30 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ31 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ32 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ33 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ34 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ35 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ36 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ37 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ38 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ39 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ40 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ41 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ42 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ43 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ44 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ45 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ46 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ47 Вход	Назначаемый дискретный вход	-
ДВ48 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	-

Продолжение таблицы 2.5

Наименование дискретного входа	Функциональное назначение	Подключен к логическому входу
K9 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K10 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K11 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K12 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K13 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K14 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K15 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K16 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K17 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K18 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K19 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K20 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K21 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K22 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K23 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K24 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K25 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K26 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K27 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K28 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K29 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K30 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K31 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K32 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K33 Выход	Назначаемый дискретный выход	-
K34 Q отключен	Сигнализация положения выключателя	Выкл. отключен
K35 Q включен	Сигнализация положения выключателя	Выкл. включен
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 междофазных 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.

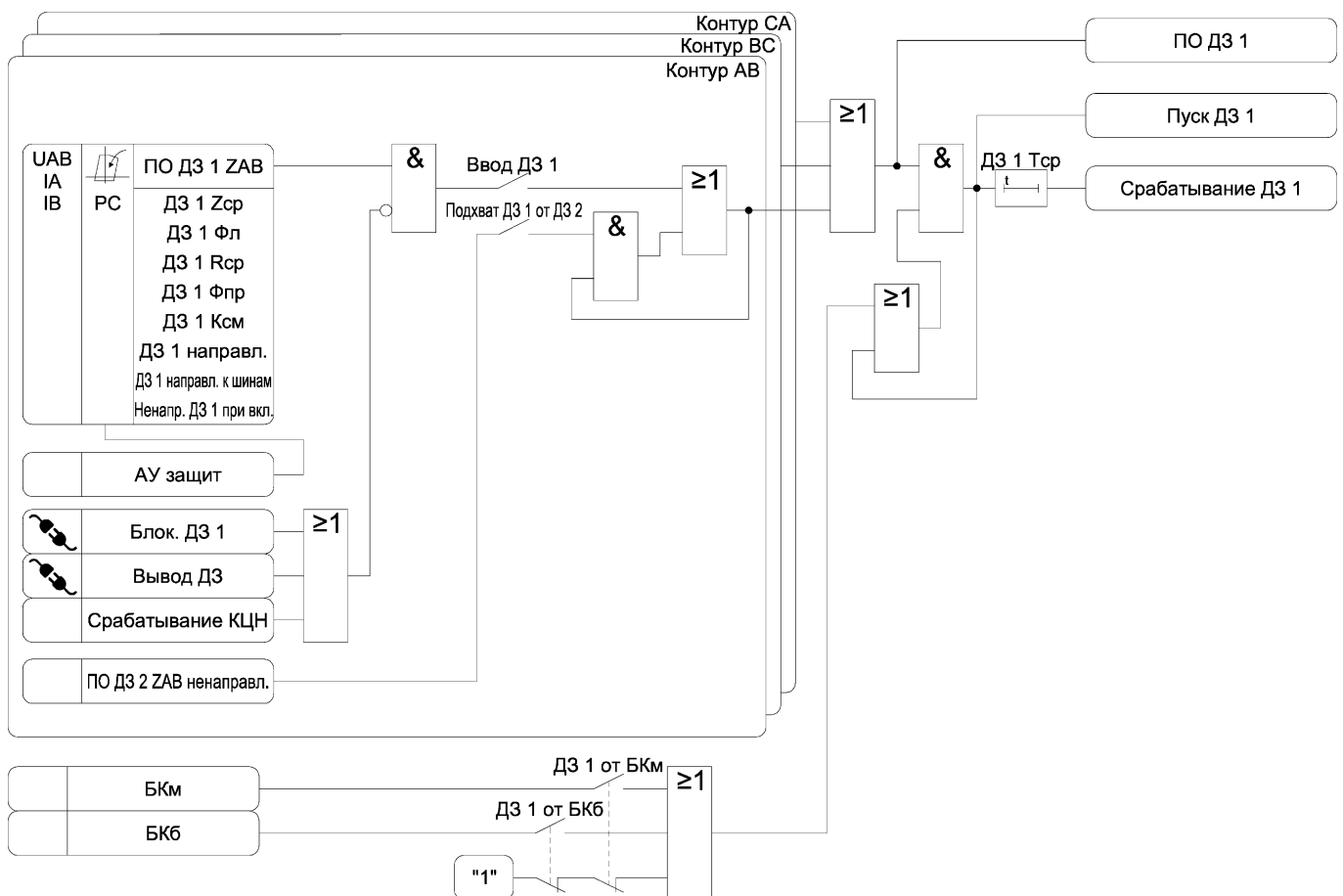


Рисунок 3.1 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

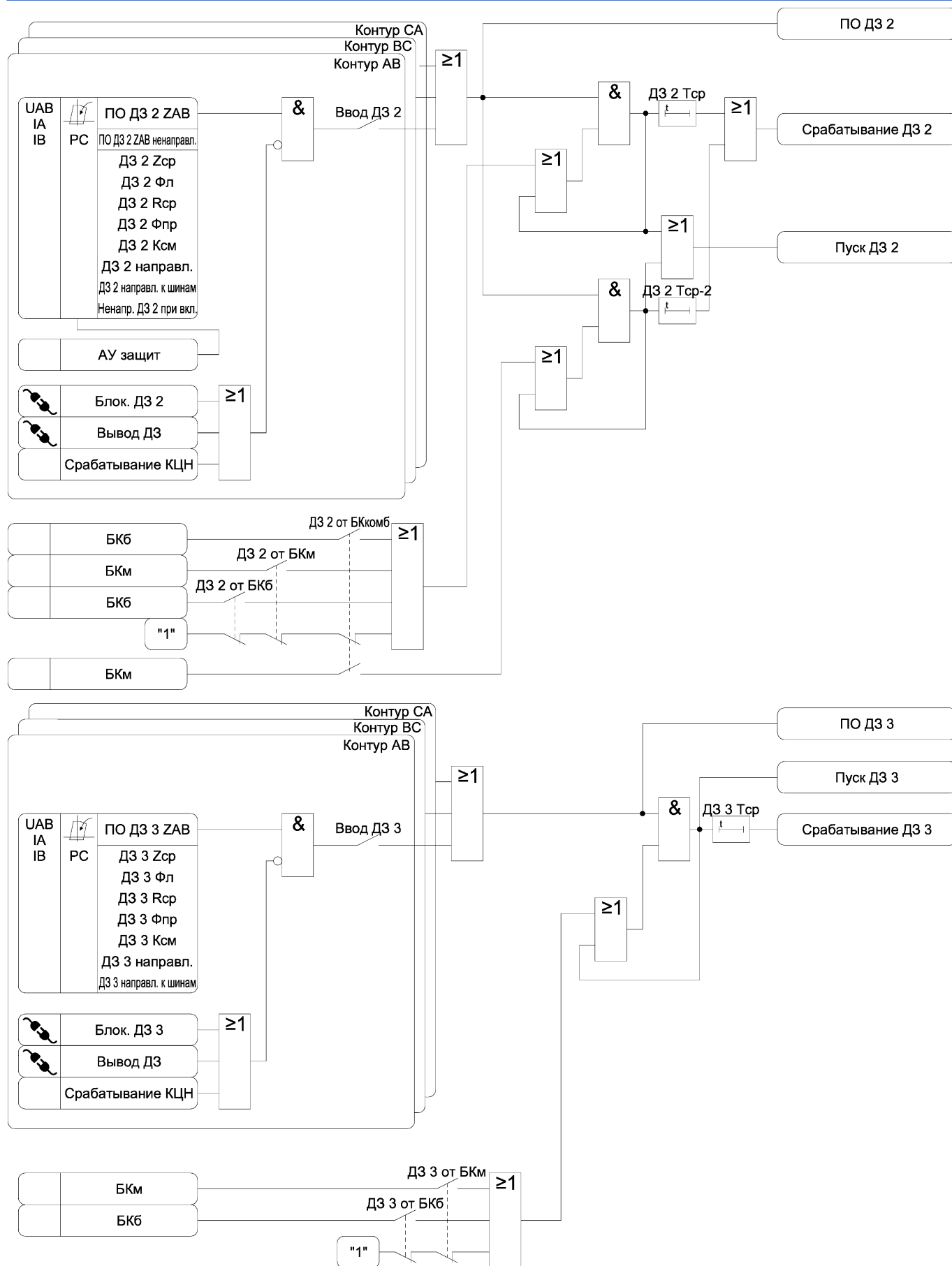


Рисунок 3.1 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

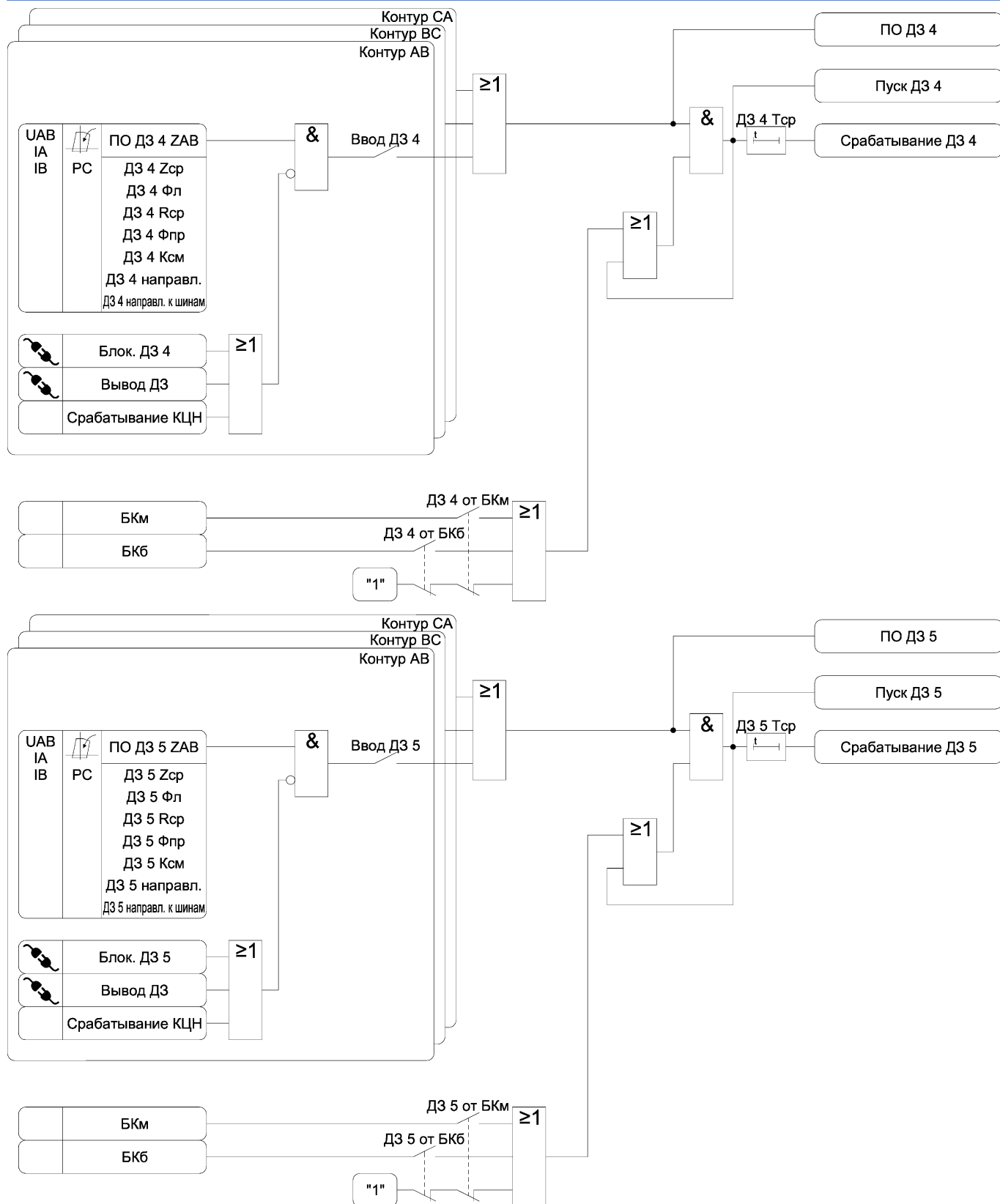


Рисунок 3.1 в) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

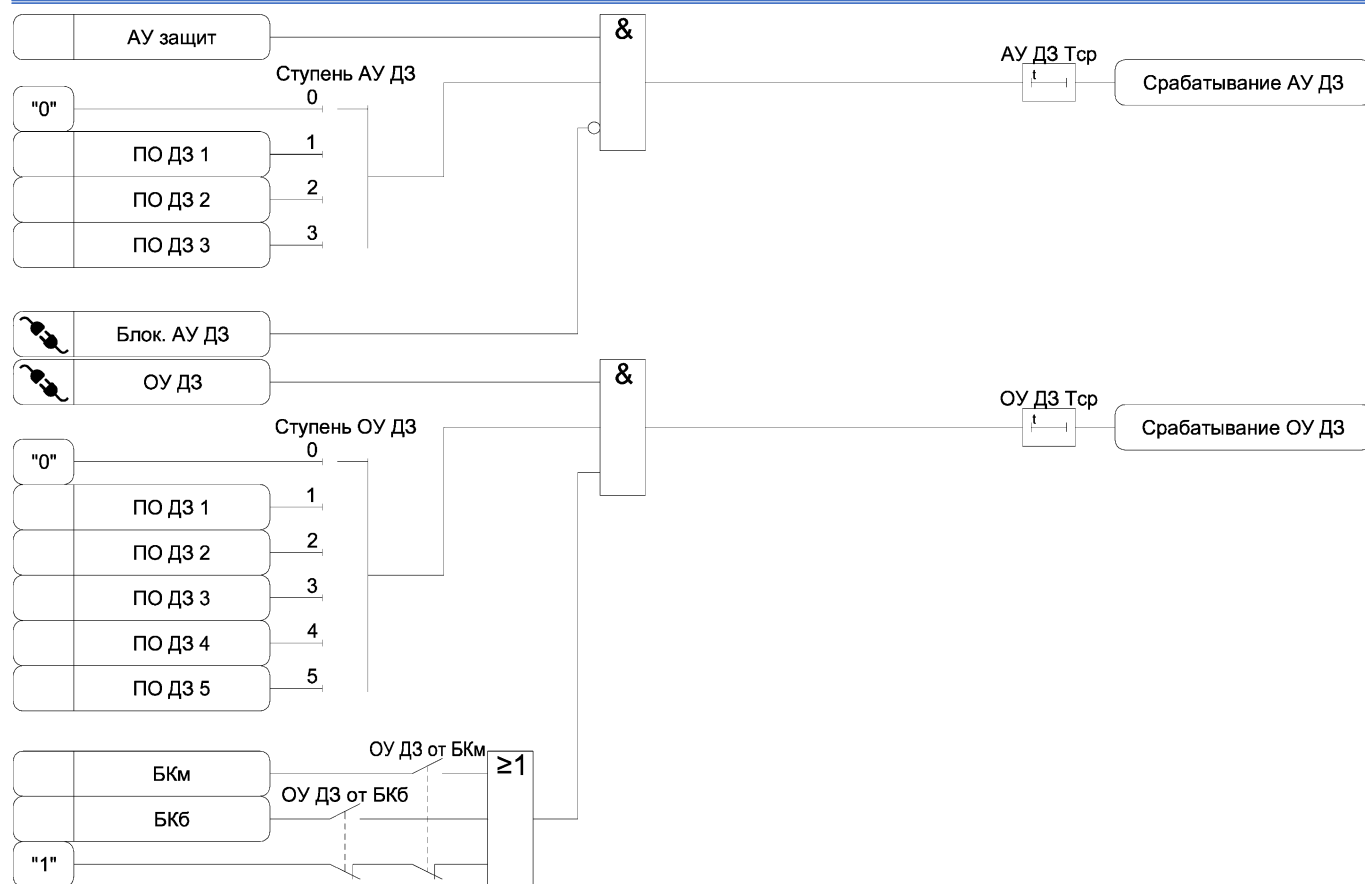


Рисунок 3.1 г) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

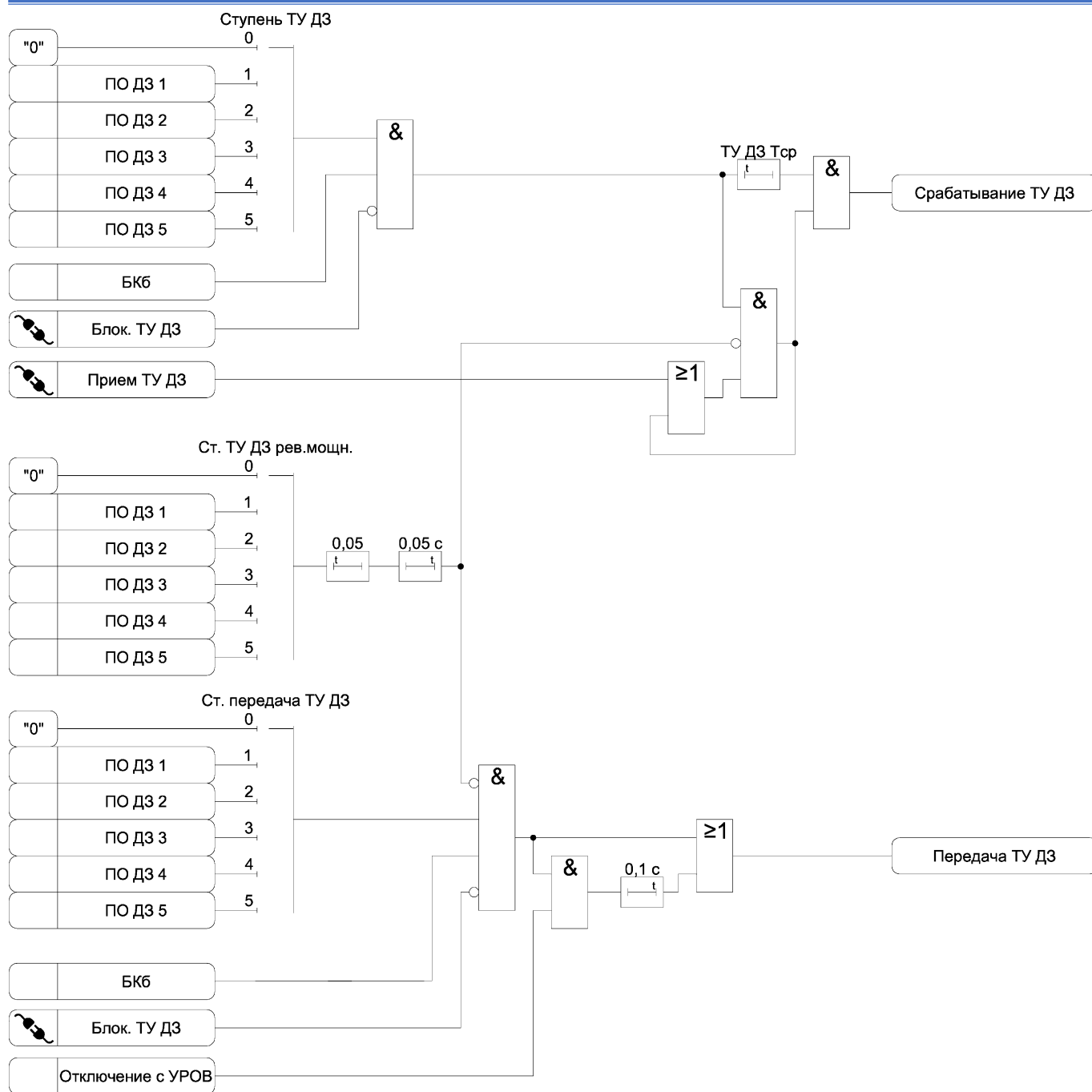


Рисунок 3.1 д) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

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 Zcp	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 Rcp	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 Kcm	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 1
ДЗ 1 Tcp	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 Kсм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 2
ДЗ 2 Tср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 2, с
ДЗ 2 Tср-2	0,00 – 10,00	1,50	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 2 медленнодействующих ступеней при выборе комбинированной блокировки при качаниях, 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
ДЗ 2 от БКкомб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗ 2 от комбинированной блокировки при качаниях
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

Продолжение таблицы 3.1

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
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
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
ДЗ 3 от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗ 3 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень 4				
Ввод ДЗ 4	☐ – ☒	☐	-	Ввод четвертой ступени ДЗ
ДЗ 4 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗ 4, Ом
ДЗ 4 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗ 4, гр
ДЗ 4 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗ 4, Ом
ДЗ 4 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗ 4, гр
ДЗ 4 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 4
ДЗ 4 Тср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 4, с
ДЗ 4 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗ 4
ДЗ 4 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ДЗ 4 к шинам
ДЗ 4 от БКм	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗ 4 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗ 4 от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗ 4 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень 5				
Ввод ДЗ 5	☐ – ☒	☐	-	Ввод пятой ступени ДЗ
ДЗ 5 Zср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗ 5, Ом
ДЗ 5 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗ 5, гр
ДЗ 5 Rср	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗ 5, Ом
ДЗ 5 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗ 5, гр

Продолжение таблицы 3.1

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ДЗ 5 Ксм	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗ 5
ДЗ 5 Тср	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗ 5, с
ДЗ 5 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗ 5
ДЗ 5 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ДЗ 5 к шинам
ДЗ 5 от БКм	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗ 5 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗ 5 от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗ 5 от блокировки при качаниях быстродействующих 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 – 3	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 – 5	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
Ступень ТУ ДЗ	0 – 5	0	1	Выбор телеускоряемой ступени ДЗ
ТУ ДЗ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания телеускоряемой ступени ДЗ, с
Ст. передача ТУ ДЗ	0 – 5	0	1	Выбор ступени ДЗ по пуску которой передается сигнал телеускорения
Ст. ТУ ДЗ рев.мощн.	0 – 5	0	1	Выбор обратно направленной ступени ДЗ для блокировки при реверсе мощности

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
	ПО ДЗ 4 ZAB ¹⁾	Пусковой орган ДЗ 4 по контуру АВ
	ПО ДЗ 4 ZBC ¹⁾	Пусковой орган ДЗ 4 по контуру ВС
	ПО ДЗ 4 ZCA ¹⁾	Пусковой орган ДЗ 4 по контуру СА
	ПО ДЗ 5 ZAB ¹⁾	Пусковой орган ДЗ 5 по контуру АВ
	ПО ДЗ 5 ZBC ¹⁾	Пусковой орган ДЗ 5 по контуру ВС
	ПО ДЗ 5 ZCA ¹⁾	Пусковой орган ДЗ 5 по контуру СА
	Блок. ДЗ 1	Блокирование ДЗ 1
	Блок. ДЗ 2	Блокирование ДЗ 2
	Блок. ДЗ 3	Блокирование ДЗ 3
	Блок. ДЗ 4	Блокирование ДЗ 4
	Блок. ДЗ 5	Блокирование ДЗ 5
	Вывод ДЗ	Вывод всех ступеней ДЗ
	Блок. АУ ДЗ	Блокирование автоматического ускорения ДЗ
	ОУ ДЗ	Оперативное ускорение ДЗ
	Блок. ТУ ДЗ	Блокирование телеускорения ДЗ
	Прием ТУ ДЗ	Прием сигнала телеускорения 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
	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
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
	ПО ДЗ 4	Пуск ДЗ 4 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗ 4	Пуск ДЗ 4

Срабатывание ДЗ 4	Срабатывание ДЗ 4
ПО ДЗ 5	Пуск ДЗ 5 без контроля от блокировки при качаниях
Пуск ДЗ 5	Пуск ДЗ 5
Срабатывание ДЗ 5	Срабатывание ДЗ 5
Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
Срабатывание ТУ ДЗ	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗ
Передача ТУ ДЗ	Передача сигнала телеускорения 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 $\bar{U}_{AB}, \bar{U}_{BC}, \bar{U}_{CA}$ – вторичные значения фазных напряжений;

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

3.2.3 В устройстве реализовано пять ступеней ДЗ. Характеристика срабатывания приведена на рисунке 3.2.

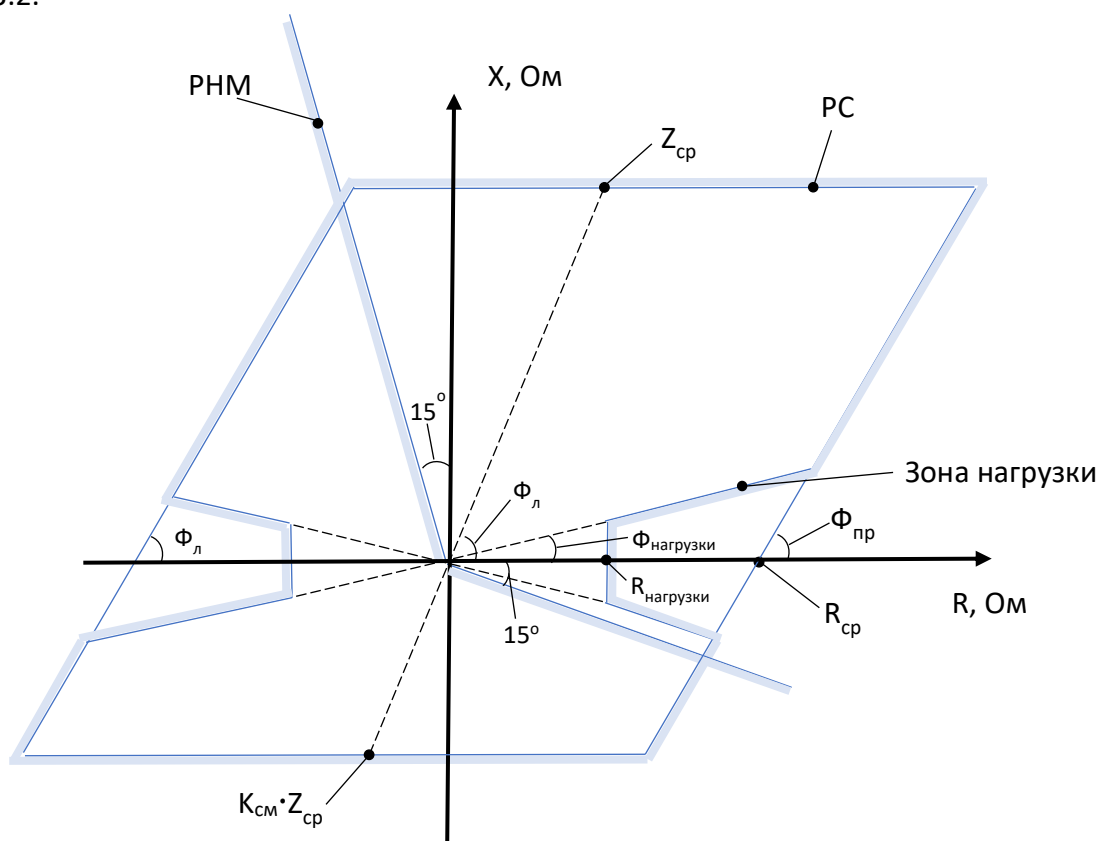


Рисунок 3.2 Характеристика срабатывания ДЗ

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(2,3,4,5) направл.», в противном случае ДЗ охватывает начало координат с коэффициентом смещения «ДЗ 1(2,3,4,5) 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(2,3,4,5) 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 Рекомендуются 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»).

3.2.16 В устройстве предусмотрено телеускорение ДЗ при приеме сигнала «Прием ТУ ДЗ». Для предотвращения срабатывания ДЗ при реверсе мощности предусмотрен контроль направления мощности «за спину» с последующей блокировкой телеускорения на время переориентации пусковых органов.

3.3 Дистанционная защита от коротких замыканий на землю (ДЗЗ)

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

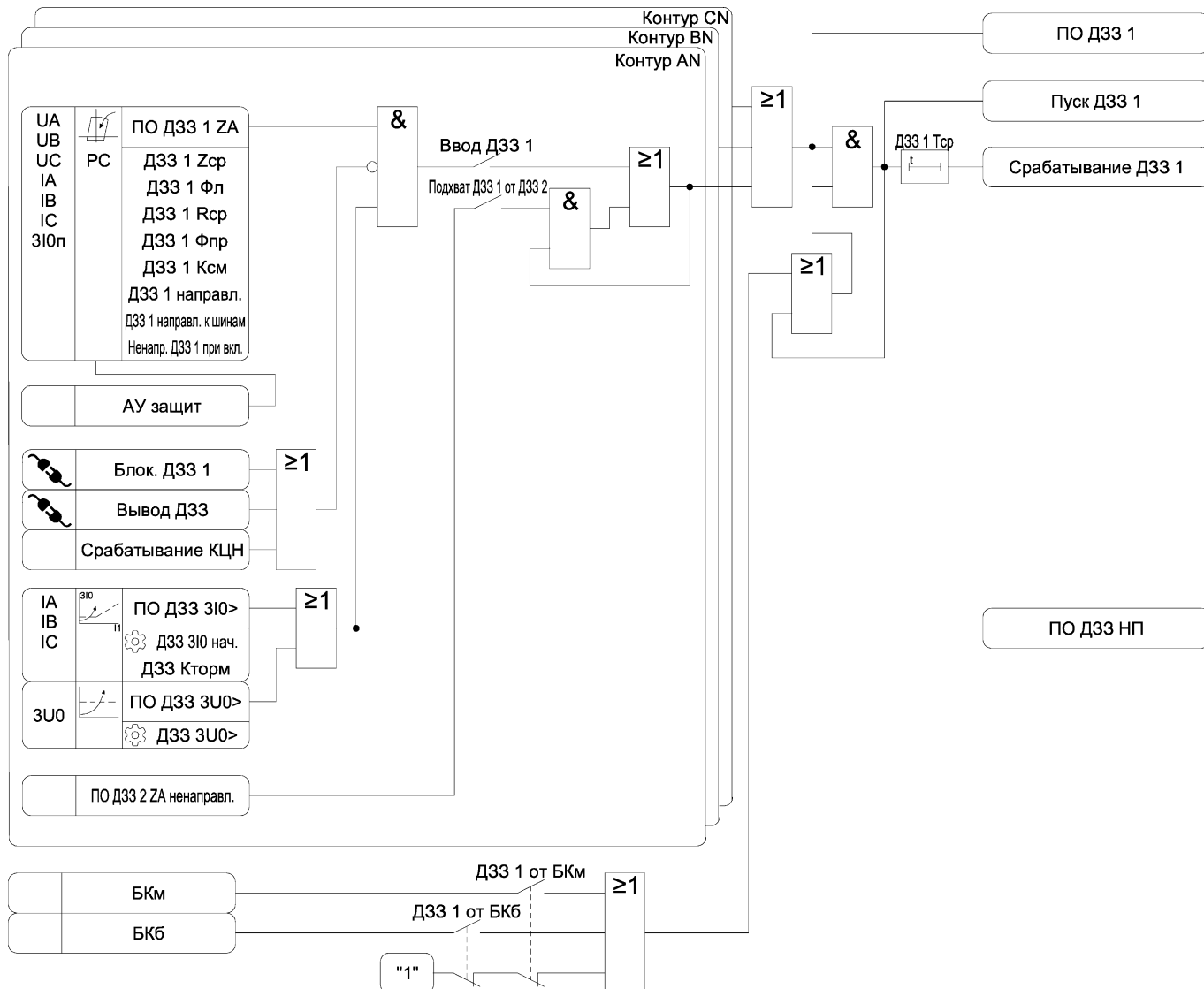


Рисунок 3.3 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗЗ

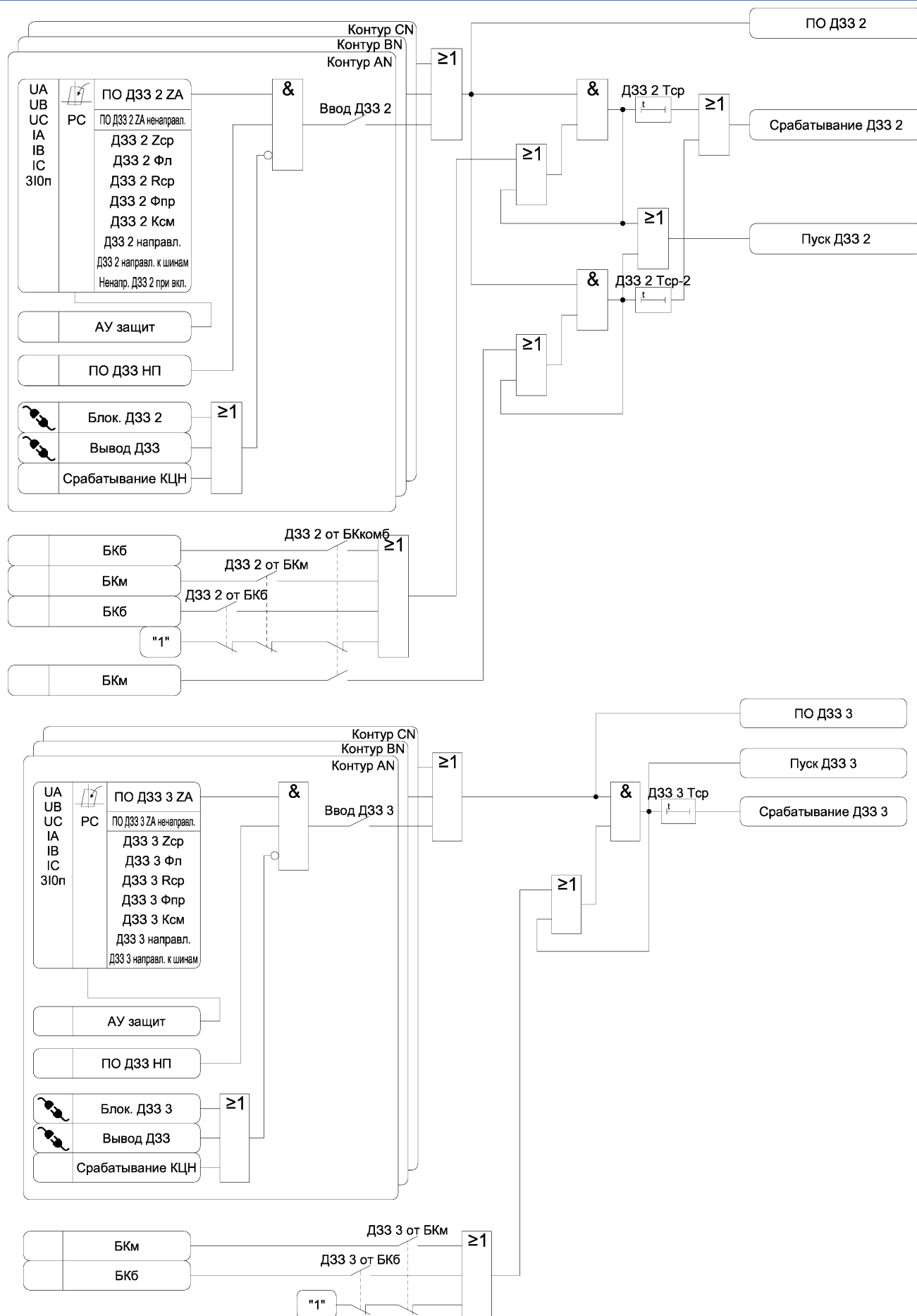


Рисунок 3.3 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗ3

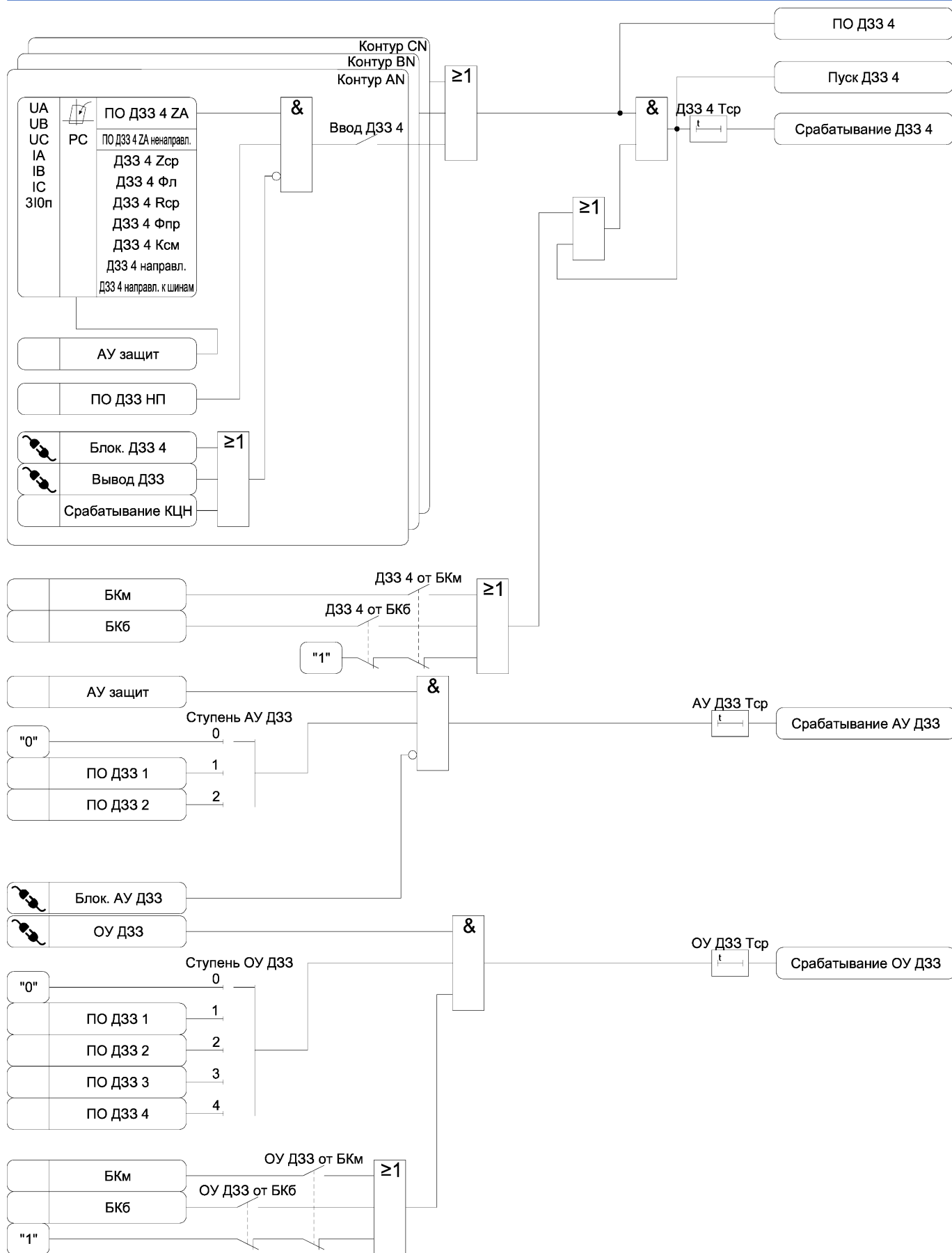


Рисунок 3.3 в) – Функциональная схема алгоритма ДЗЗ

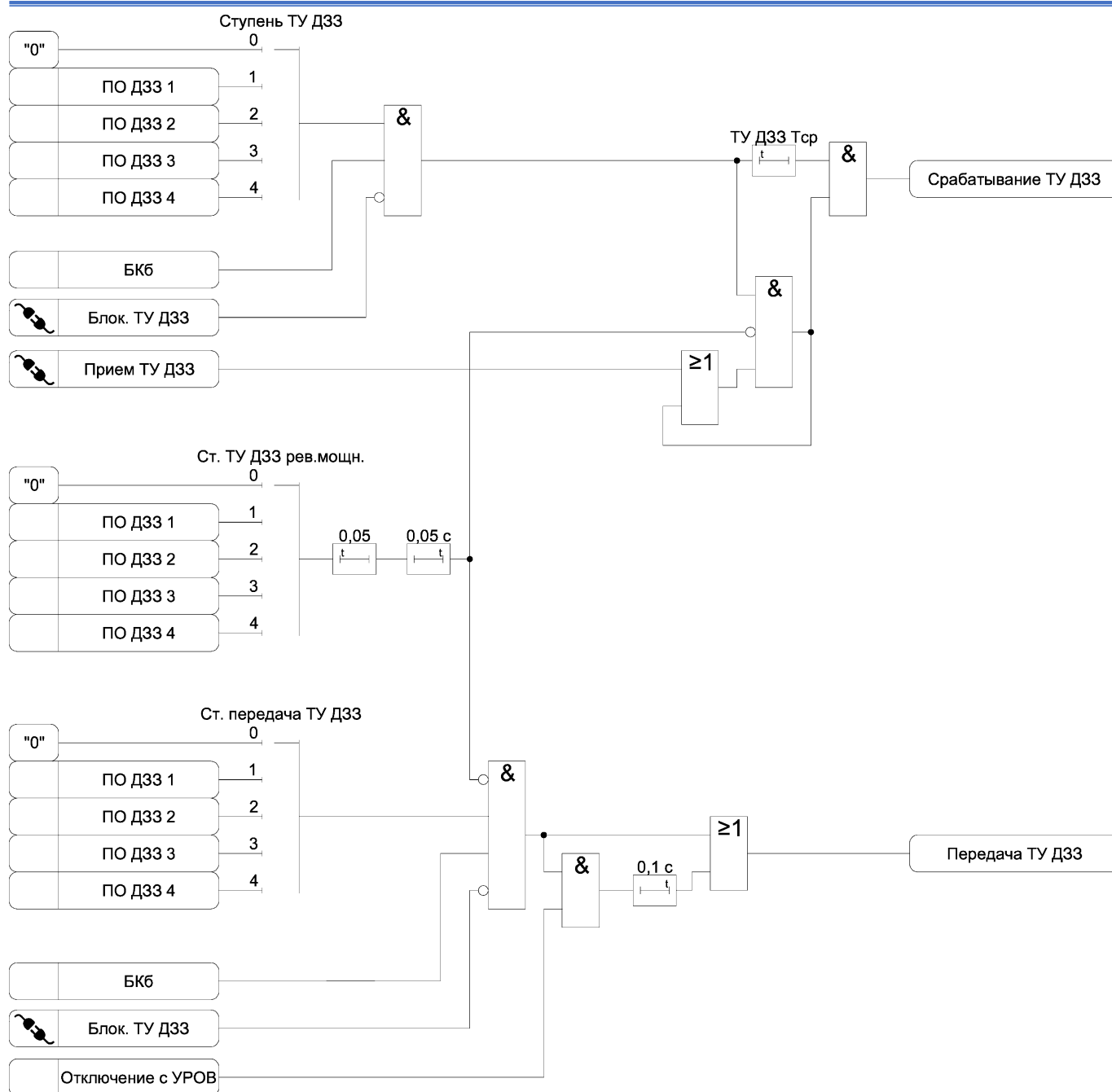


Рисунок 3.3 г) – Функциональная схема алгоритма Д33

Таблица 3.3 – Параметры ДЗЗ

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

Продолжение таблицы 3.3

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ДЗЗ 2 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ДЗЗ 2 к шинам
Ненапр. ДЗЗ 2 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ДЗЗ 2 при включении линии
ДЗЗ 2 от БКм	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 2 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗЗ 2 от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 2 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
ДЗЗ 2 от БКкомб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 2 от комбинированной блокировки при качаниях
Ступень 3				
Ввод ДЗЗ 3	☐ – ☒	☐	-	Ввод третьей ступени ДЗЗ
ДЗЗ 3 Zcp	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗЗ 3, Ом
ДЗЗ 3 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗЗ 3, гр
ДЗЗ 3 Rcp	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗЗ 3, Ом
ДЗЗ 3 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗЗ 3, гр
ДЗЗ 3 Kcm	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗЗ 3
ДЗЗ 3 Tcp	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗЗ 3, с
ДЗЗ 3 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗЗ 3
ДЗЗ 3 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ДЗЗ 3 к шинам
ДЗЗ 3 от БКм	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 3 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗЗ 3 от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 3 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень 4				
Ввод ДЗЗ 4	☐ – ☒	☐	-	Ввод четвертой ступени ДЗЗ
ДЗЗ 4 Zcp	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по полному сопротивлению ДЗЗ 4, Ом
ДЗЗ 4 Фл	30 – 85	60	1	Угол линии характеристики срабатывания ДЗЗ 4, гр
ДЗЗ 4 Rcp	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению ДЗЗ 4, Ом
ДЗЗ 4 Фпр	30 – 85	50	1	Угол наклона правой стороны характеристики срабатывания ДЗЗ 4, гр
ДЗЗ 4 Kcm	0,05 – 0,30	0,10	0,01	Коэффициент смещения за спину характеристики срабатывания ДЗЗ 4
ДЗЗ 4 Tcp	0,00 – 10,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания ДЗЗ 4, с

Продолжение таблицы 3.3

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ДЗЗ 4 направл.	0 - 1	0	1	Ввод направленности ДЗЗ 4
ДЗЗ 4 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ДЗЗ 4 к шинам
ДЗЗ 4 от БКм	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 4 от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ДЗЗ 4 от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля ДЗЗ 4 от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Зона нагрузки				
ДЗЗ Зона нагрузки	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки срабатывания ДЗЗ при нахождении в зоне нагрузки
ДЗЗ Фнагрузки	10 – 70	30	1	Угол нагрузки, гр
ДЗЗ Рнагрузки	0,20 – 400,00	10,00	0,01	Уставка по активному сопротивлению зоны нагрузки, Ом
Пуск по составляющим нулевой последовательности				
ДЗЗ 3I0 нач.	0,25 – 10,00	1,00	0,01	Уставка по начальному току срабатывания пускового органа тока нулевой последовательности ДЗЗ, А
ДЗЗ Кторм	0,10 – 0,50	0,20	0,01	Уставка по коэффициенту торможения характеристики торможения пускового органа тока нулевой последовательности ДЗЗ
ДЗЗ 3U0>	1,00 – 30,00	5,00	0,01	Уставка по напряжению срабатывания пускового органа тока нулевой последовательности ДЗЗ, В
Компенсация тока нулевой последовательности				
ДЗЗ R1 уд.	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное активное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км
ДЗЗ X1 уд.	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км
ДЗЗ R0 уд.	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное активное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км
ДЗЗ X0 уд.	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное реактивное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км
ДЗЗ Rm уд.	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное активное сопротивление взаимной индукции с параллельной линией, Ом/км
ДЗЗ Xm уд.	0,010 – 2,000	0,100	0,001	Удельное реактивное сопротивление взаимной индукции с параллельной линией, Ом/км
Ускорение ДЗЗ				
Ступень АУ ДЗЗ	0 – 2	0	1	Выбор ступени ДЗЗ, автоматически ускоряемой при включении линии

Продолжение таблицы 3.3

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
АУ ДЗЗ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания автоматически ускоряемой при включении линии ступени ДЗЗ, с
Ступень ОУ ДЗЗ	0 – 4	0	1	Выбор оперативно ускоряемой ступени ДЗЗ
ОУ ДЗЗ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания оперативно ускоряемой ступени ДЗЗ, с
ОУ ДЗЗ от БКм	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля оперативно ускоряемой ступени ДЗЗ от блокировки при качаниях медленнодействующих ступеней
ОУ ДЗЗ от БКб	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля оперативно ускоряемой ступени ДЗЗ от блокировки при качаниях быстродействующих ступеней
Ступень ТУ ДЗЗ	0 – 4	0	1	Выбор телеускоряемой ступени ДЗЗ
ТУ ДЗЗ Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания телеускоряемой ступени ДЗЗ, с
Ст. передача ТУ ДЗЗ	0 – 4	0	1	Выбор ступени ДЗЗ по пуску которой передается сигнал телеускорения
Ст. ТУ ДЗЗ рев.мощн.	0 – 4	0	1	Выбор обратно направленной ступени ДЗЗ для блокировки при реверсе мощности

Таблица 3.4 – Логические сигналы ДЗЗ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ДЗЗ 1 ЗА ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 1 по фазе А
	ПО ДЗЗ 1 ЗВ ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 1 по фазе В
	ПО ДЗЗ 1 ЗС ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 1 по фазе С
	ПО ДЗЗ 2 ЗА ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 2 по фазе А
	ПО ДЗЗ 2 ЗВ ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 2 по фазе В
	ПО ДЗЗ 2 ЗС ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 2 по фазе С
	ПО ДЗЗ 2 ЗА ненаправл. ¹⁾	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗЗ 2 по фазе А
	ПО ДЗЗ 2 ЗВ ненаправл. ¹⁾	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗЗ 2 по фазе В
	ПО ДЗЗ 2 ЗС ненаправл. ¹⁾	Пусковой орган ненаправленной характеристики ДЗЗ 2 по фазе С
	ПО ДЗЗ 3 ЗА ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 3 по фазе А
	ПО ДЗЗ 3 ЗВ ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 3 по фазе В
	ПО ДЗЗ 3 ЗС ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 3 по фазе С
	ПО ДЗЗ 4 ЗА ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 4 по фазе А
	ПО ДЗЗ 4 ЗВ ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 4 по фазе В
	ПО ДЗЗ 4 ЗС ¹⁾	Пусковой орган ДЗЗ 4 по фазе С
	ПО ДЗЗ 3Ю>	Пусковой орган тока нулевой последовательности ДЗЗ
	ПО ДЗЗ 3У0>	Пусковой орган напряжения нулевой последовательности ДЗЗ
	Блок. ДЗЗ 1	Блокирование ДЗЗ 1
	Блок. ДЗЗ 2	Блокирование ДЗЗ 2

	Блок. ДЗЗ 3	Блокирование ДЗЗ 3
	Блок. ДЗЗ 4	Блокирование ДЗЗ 4
	Вывод ДЗЗ	Вывод всех ступеней ДЗЗ
	Блок. АУ ДЗЗ	Блокирование автоматического ускорения ДЗЗ
	ОУ ДЗЗ	Оперативное ускорение ДЗЗ
	Блок. ТУ ДЗЗ	Блокирование телеускорения ДЗЗ
	Прием ТУ ДЗЗ	Прием сигнала телеускорения ДЗЗ
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
	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
Выход	ПО ДЗЗ 1	Пуск ДЗЗ 1 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗЗ 1	Пуск ДЗЗ 1
	Срабатывание ДЗЗ 1	Срабатывание ДЗЗ 1
	ПО ДЗЗ 2	Пуск ДЗЗ 2 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗЗ 2	Пуск ДЗЗ 2
	Срабатывание ДЗЗ 2	Срабатывание ДЗЗ 2
	ПО ДЗЗ 3	Пуск ДЗЗ 3 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗЗ 3	Пуск ДЗЗ 3
	Срабатывание ДЗЗ 3	Срабатывание ДЗЗ 3
	ПО ДЗЗ 4	Пуск ДЗЗ 4 без контроля от блокировки при качаниях
	Пуск ДЗЗ 4	Пуск ДЗЗ 4
	Срабатывание ДЗЗ 4	Срабатывание ДЗЗ 4
	ПО ДЗЗ НП	Пусковой орган нулевой последовательности ДЗЗ
	Срабатывание АУ ДЗЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗЗ
	Срабатывание ОУ ДЗЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗЗ
	Срабатывание ТУ ДЗЗ	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗЗ
	Передача ТУ ДЗЗ	Передача сигнала телеускорения ДЗЗ

¹⁾ Коэффициент возврата не более 1,07.

3.3.2 ДЗЗ необходима для селективного отключения КЗ на линии при однофазных КЗ, дистанционная защита от междуфазных КЗ при указанных замыканиях работает с большой погрешностью из-за некорректного расчета сопротивления.

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

$$\bar{Z}_A = \frac{\bar{U}_A}{\bar{I}_A + \bar{K}_{\text{комп}} \cdot \bar{3I}_0 + \bar{K}_{\text{комп п}} \cdot \bar{3I}_{0\text{ п}}} \quad (3.4)$$

$$\bar{Z}_B = \frac{\bar{U}_B}{\bar{I}_B + \bar{K}_{\text{комп}} \cdot \bar{3I}_0 + \bar{K}_{\text{комп п}} \cdot \bar{3I}_{0\text{ п}}} \quad (3.5)$$

$$\bar{Z}_C = \frac{\bar{U}_C}{\bar{I}_C + \bar{K}_{\text{комп}} \cdot \bar{3I}_0 + \bar{K}_{\text{комп п}} \cdot \bar{3I}_{0\text{ п}}} \quad (3.6)$$

Расчетный ток нулевой последовательности рассчитывается по формуле:

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

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;

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

$\bar{3}I_0$ – вторичное значение расчетного тока нулевой последовательности;

$\bar{K}_{\text{комп п}}$ – коэффициент компенсации тока нулевой последовательности параллельной линии;

$\bar{3}I_{0\text{ п}}$ – вторичное значение тока нулевой последовательности параллельной линии.

Коэффициент компенсации тока нулевой последовательности рассчитывается по формуле:

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

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

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

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

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

Коэффициент компенсации тока нулевой последовательности параллельной линии рассчитывается по формуле:

$$\bar{K}_{\text{комп}} = \frac{R_{\text{м уд}} + j \cdot X_{\text{м уд}}}{3 \cdot (R_{1\text{ уд}} + j \cdot X_{1\text{ уд}})} \quad (3.9)$$

где $R_{\text{м уд}}$ – удельное активное сопротивление взаимоиндукции с параллельной линией, Ом/км;

$X_{\text{м уд}}$ – удельное реактивное сопротивление взаимоиндукции с параллельной линией, Ом/км;

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

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

3.3.4 В устройстве реализовано четыре ступени ДЗЗ. Характеристика срабатывания приведена на рисунке 3.4.

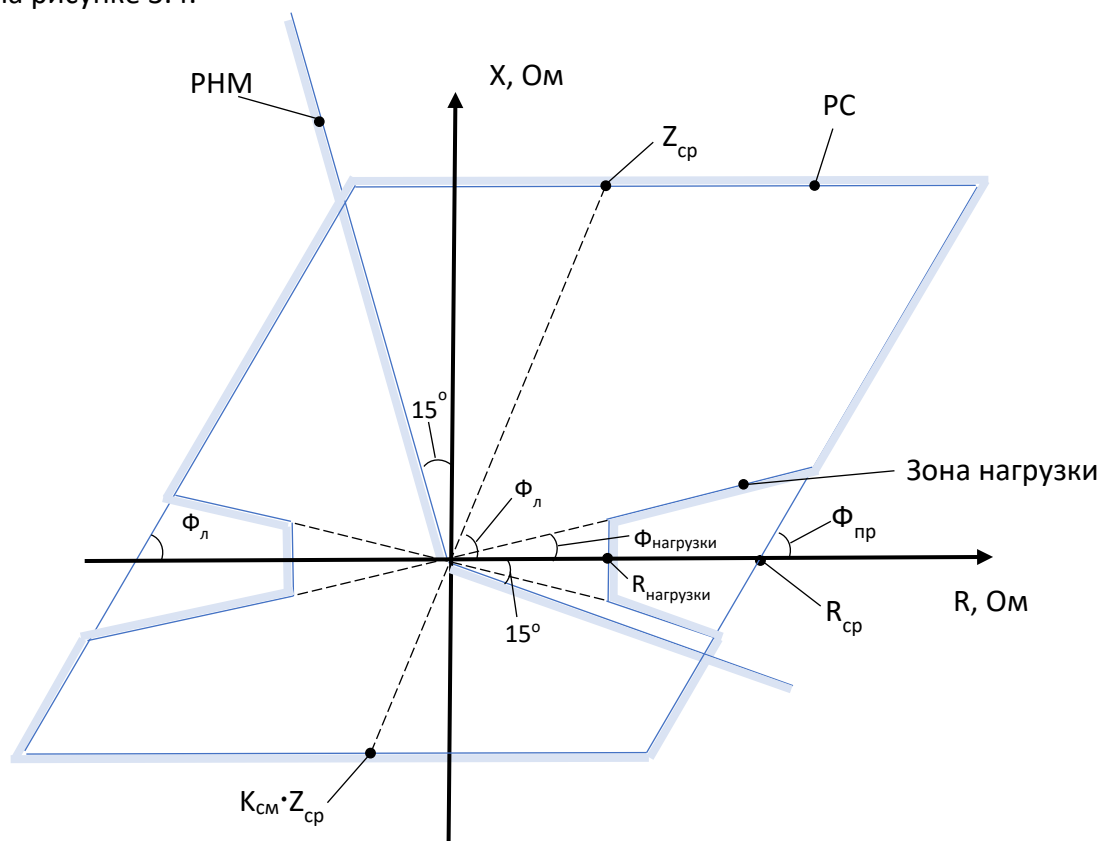


Рисунок 3.4 Характеристика срабатывания ДЗЗ

3.3.5 Каждая ступень ДЗЗ состоит из реле сопротивления (РС), охватывающего начало координат, и реле направления мощности (РНМ). Состояние РНМ контролируется только при вводе программного ключа «ДЗЗ 1(2,3,4) направл.», в противном случае ДЗЗ охватывает начало координат с коэффициентом смещения «ДЗЗ 1(2,3,4) Ксм».

3.3.6 При близких металлических междуфазных КЗ с малым остаточным напряжением направление мощности быть определено неверно. Для предотвращения ложной работы ДЗЗ 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 I_A (I_B , I_C) и предаварийным напряжением U_A (U_B , U_C). 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 «ДЗЗ 1(2,3,4) направл. к шинам».

3.3.9 Для предотвращения возврата первой ступени ДЗЗ 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 ДЗЗ в нагрузочном режиме предусмотрено блокирование РС при попадании в зону нагрузки. Характеристика зоны нагрузки приведена на рисунке 3.4.

3.3.11 Для выявления КЗ на землю ДЗЗ выполнена с контролем наличия расчетного тока нулевой последовательности и напряжения нулевой последовательности. Пусковой орган тока нулевой последовательности выполнен с торможением в соответствии с рисунком 3.5.

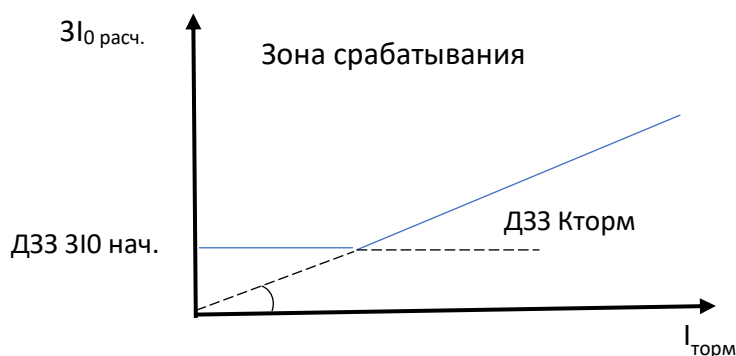


Рисунок 3.5 – Характеристика срабатывания ПО нулевой последовательности

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

3.3.12 ДЗЗ 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 ДЗЗ, защищающей всю линию (обычно 2 ступень ДЗЗ). Ускорение ДЗЗ 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.ДЗЗ1(2,3,4) при вкл.»).

3.3.15 При выводе основной защиты, как правило, вводится оперативное ускорение ступени ДЗЗ, 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 ДЗЗ от БКб»). В противном случае оперативно ускоряемую ступень рекомендуется выполнять с контролем от БК медленнодействующих ступеней (программный ключ «ОУ ДЗЗ от БКм»).

3.3.16 В устройстве предусмотрено телеускорение ДЗЗ при приеме сигнала «Прием ТУ ДЗЗ». Для предотвращения срабатывания ДЗЗ при реверсе мощности предусмотрен контроль направления мощности «за спину» с последующей блокировкой телеускорения на время переориентации пусковых органов.

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.

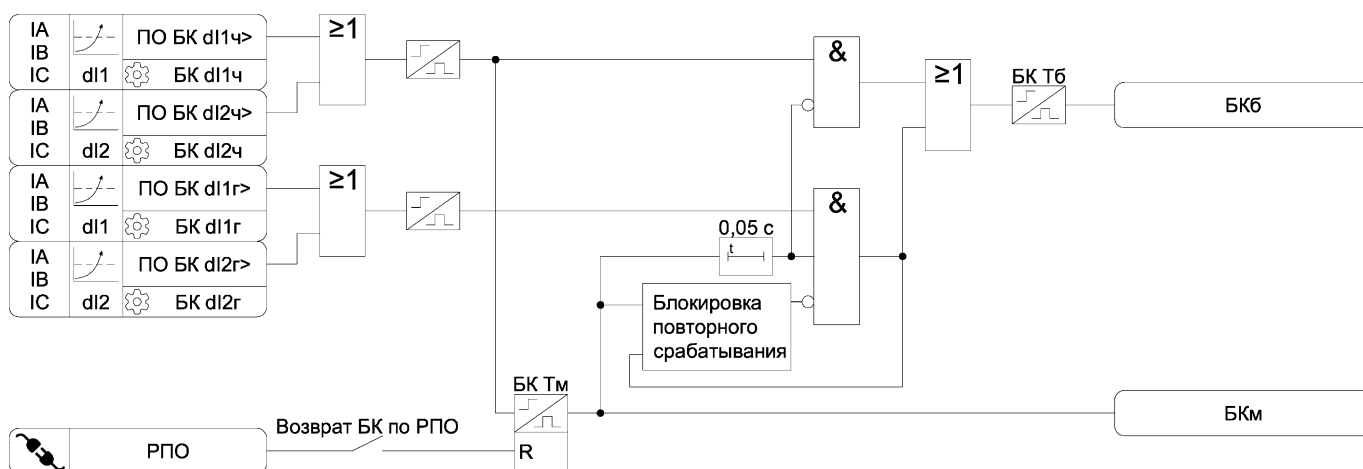


Рисунок 3.6 – Функциональная схема алгоритма БК

Таблица 3.5 – Параметры БК

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
БК dI1ч	0,25 – 50,00	0,50	0,01	Уставка чувствительного пускового органа БК по приращению тока прямой последовательности, А
БК dI2ч	0,25 – 50,00	0,25	0,01	Уставка БК чувствительного пускового органа по приращению тока обратной последовательности, А
БК dI1г	0,25 – 50,00	1,00	0,01	Уставка грубого пускового органа БК по приращению тока прямой последовательности, А
БК dI2г	0,25 – 50,00	0,50	0,01	Уставка грубого пускового органа 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 dI1ч>	Чувствительный пусковой орган БК по приращению тока прямой последовательности
	ПО БК dI2ч>	Чувствительный пусковой орган БК по приращению тока обратной последовательности
	ПО БК dI1г>	Грубый пусковой орган БК по приращению тока прямой последовательности
	ПО БК dI2г>	Грубый 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

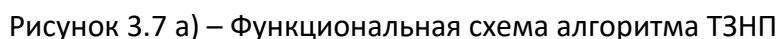
3.4.2 БК быстродействующих ступеней применяют для исключения ложного срабатывания на линиях с двусторонним питанием при качаниях в энергосистеме.

3.4.3 БК реагирует на приращение тока обратной или прямой последовательности и вводит (деблокирует) ДЗ и ДЗЗ 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.

3.4.5 Ускоренное отключение КЗ на линии в цикле АПВ обеспечивается за счет применения автоматического ускорения ДЗ и ДЗЗ при включении линии. Предусмотрен ускоренный возврат БК быстродействующих ступеней при отключении выключателя для обеспечения их действия при включении линии в цикле АПВ.

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

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



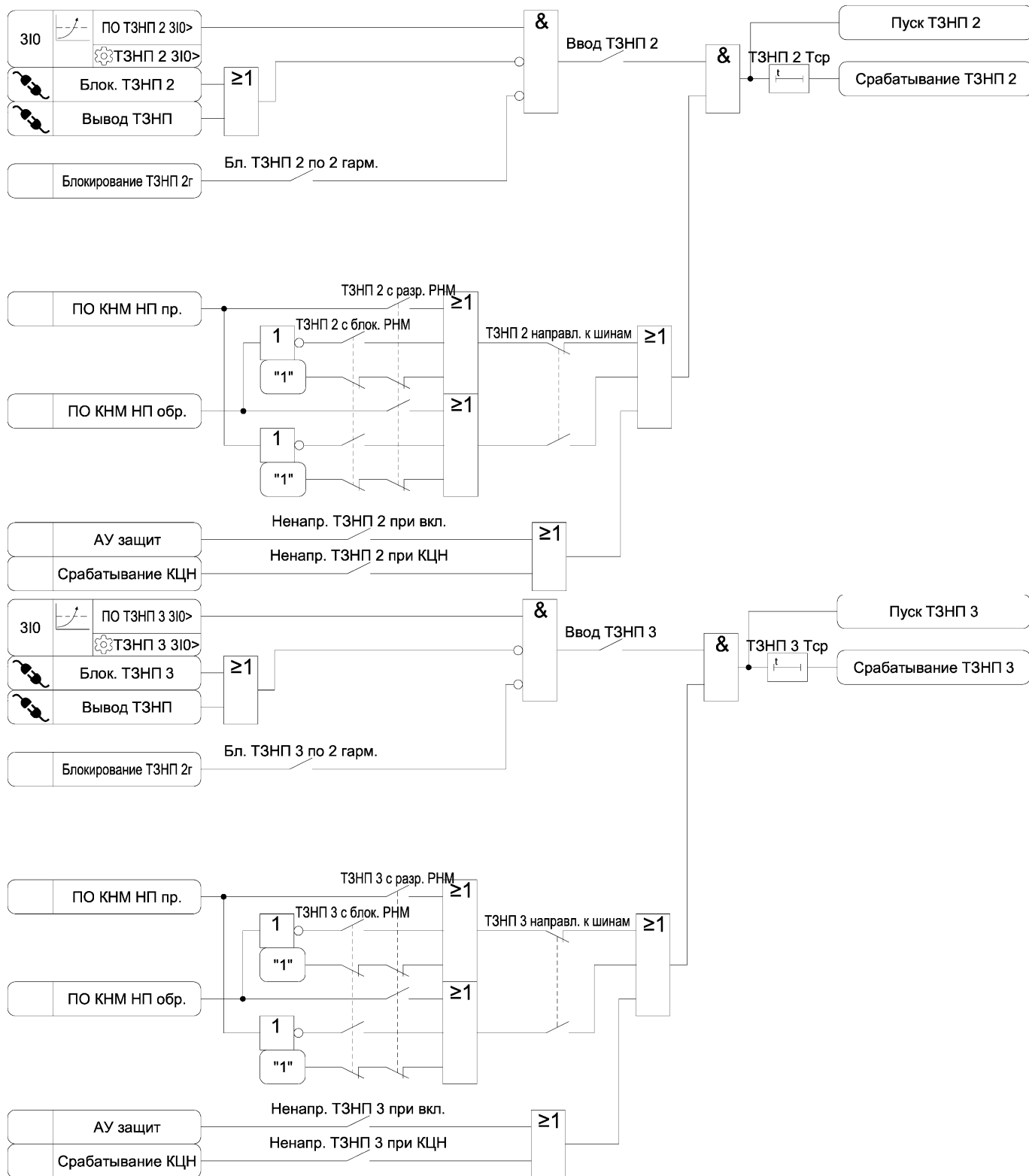


Рисунок 3.7 б) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

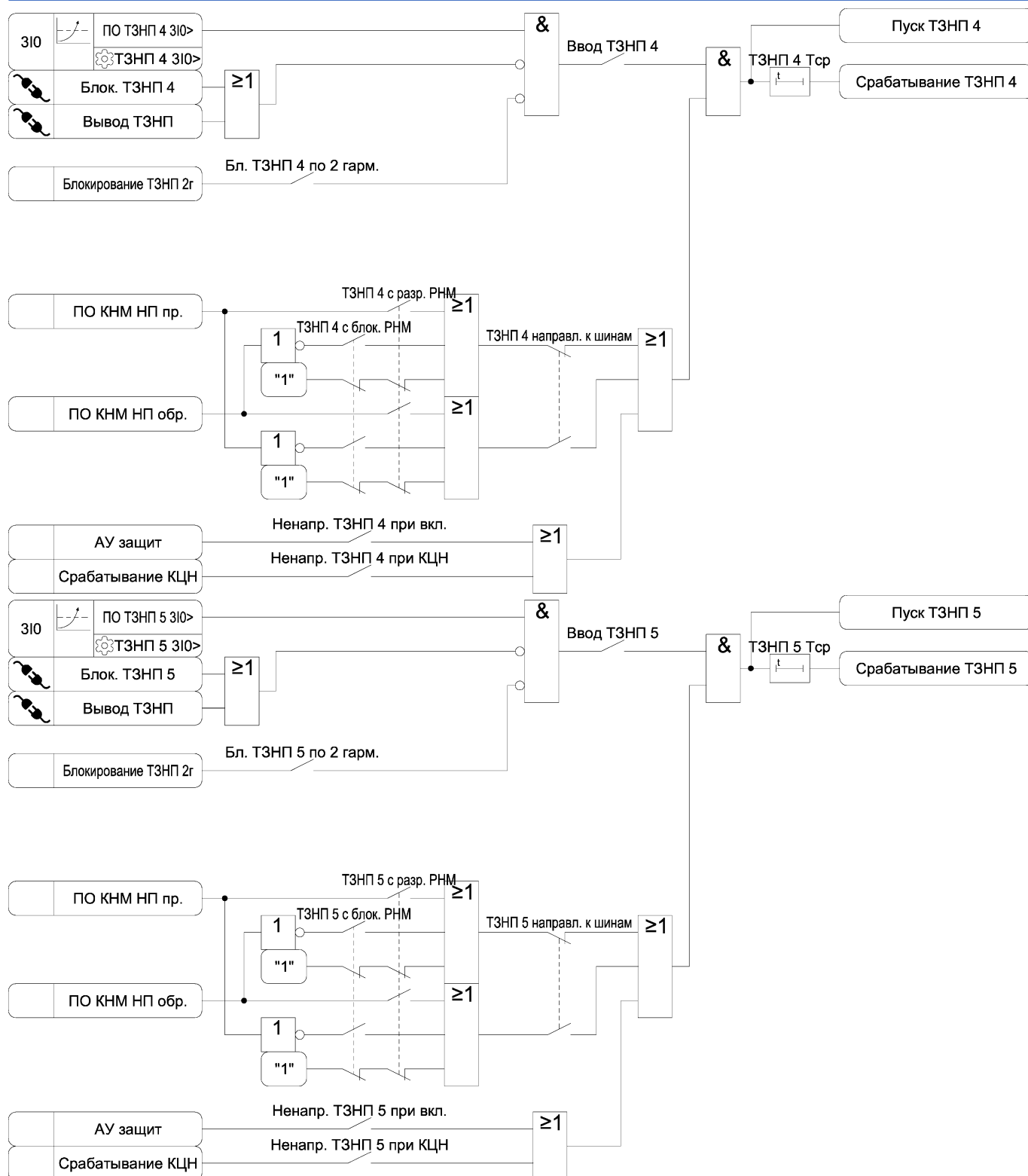


Рисунок 3.7 в) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

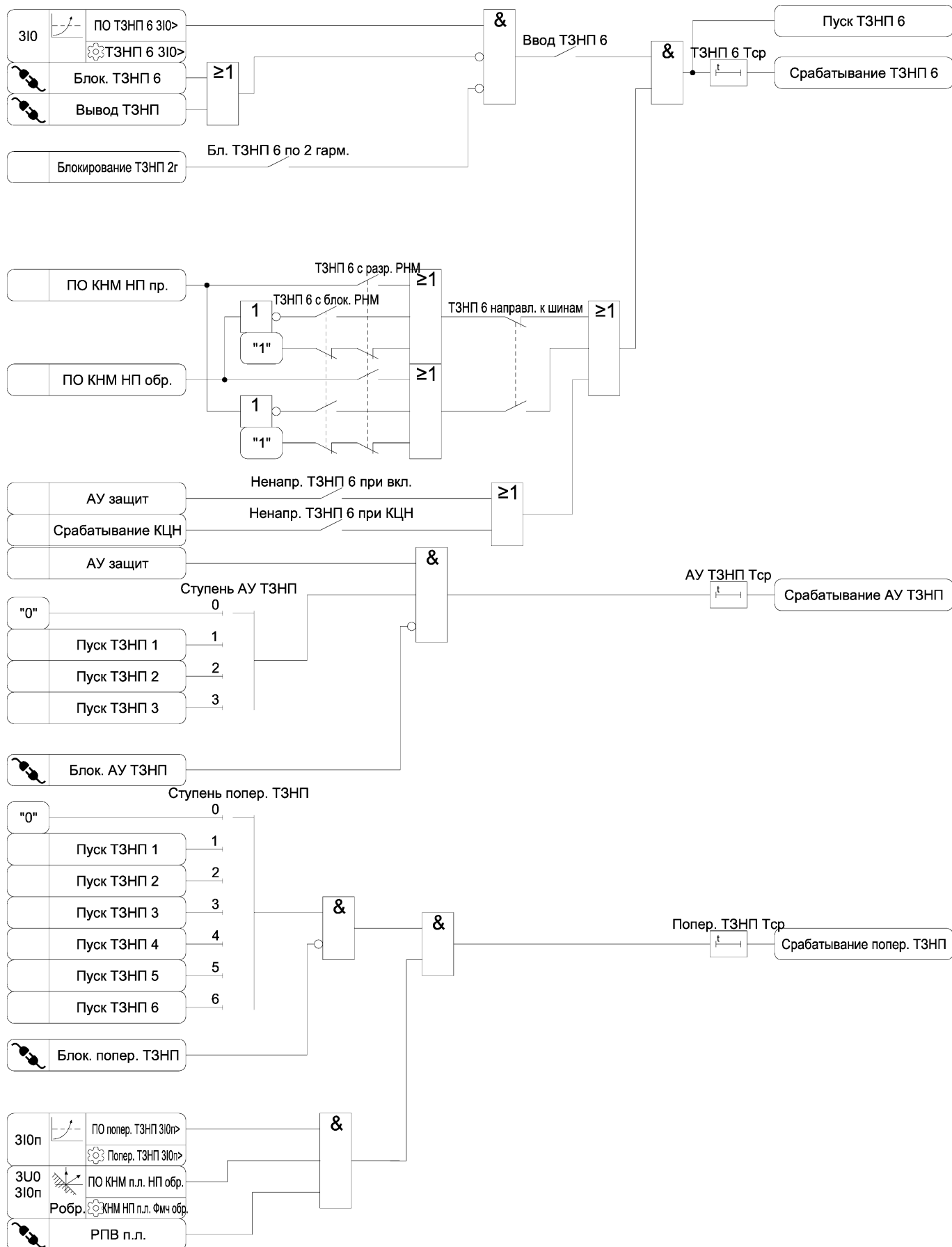


Рисунок 3.7 г) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

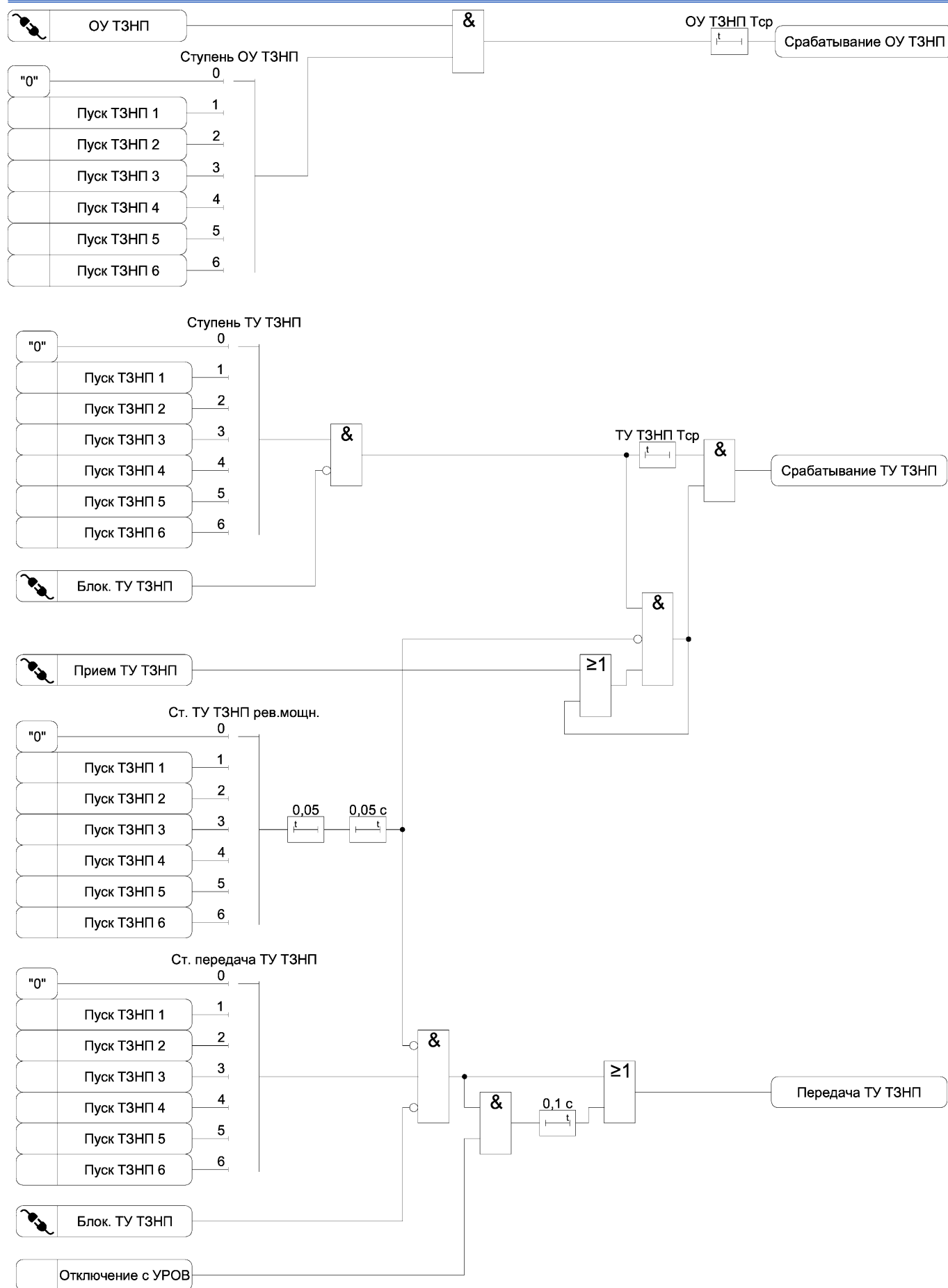


Рисунок 3.7 д) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

Таблица 3.7 – Параметры ТЗНП

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ступень 1				
Ввод ТЗНП 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод ТЗНП 1
ТЗНП 1 $3I_{0>}$	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТЗНП 1, А
ТЗНП 1 Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТЗНП 1, с
Бл. ТЗНП 1 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки ТЗНП 1 по второй гармонике тока нулевой последовательности
ТЗНП 1 с разр. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 1 от разрешающего РНМ
ТЗНП 1 с блок. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 1 от блокирующего РНМ
ТЗНП 1 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ТЗНП 1 к шинам
Ненапр. ТЗНП 1 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 1 при включении линии
Ненапр. ТЗНП 1 при КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 1 при неисправности цепей напряжения
Ступень 2				
Ввод ТЗНП 2	☐ – ☒	☐	-	Ввод ТЗНП 2
ТЗНП 2 $3I_{0>}$	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТЗНП 2, А
ТЗНП 2 Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТЗНП 2, с
Бл. ТЗНП 2 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки ТЗНП 2 по второй гармонике тока нулевой последовательности
ТЗНП 2 с разр. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 2 от разрешающего РНМ
ТЗНП 2 с блок. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 2 от блокирующего РНМ
ТЗНП 2 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ТЗНП 2 к шинам
Ненапр. ТЗНП 2 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 2 при включении линии
Ненапр. ТЗНП 2 при КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 2 при неисправности цепей напряжения
Ступень 3				
Ввод ТЗНП 3	☐ – ☒	☐	-	Ввод ТЗНП 3
ТЗНП 3 $3I_{0>}$	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТЗНП 3, А
ТЗНП 3 Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТЗНП 3, с
Бл. ТЗНП 3 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки ТЗНП 3 по второй гармонике тока нулевой последовательности

ТЗНП 3 с разр. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 3 от разрешающего РНМ
ТЗНП 3 с блок. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 3 от блокирующего РНМ
ТЗНП 3 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ТЗНП 3 к шинам
Ненапр. ТЗНП 3 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 3 при включении линии
Ненапр. ТЗНП 3 при КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 3 при неисправности цепей напряжения
Ступень 4				
Ввод ТЗНП 4	☐ – ☒	☐	-	Ввод ТЗНП 4
ТЗНП 4 $3I_{0>}$	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТЗНП 4, А
ТЗНП 4 Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТЗНП 4, с
Бл. ТЗНП 4 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки ТЗНП 4 по второй гармонике тока нулевой последовательности
ТЗНП 4 с разр. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 4 от разрешающего РНМ
ТЗНП 4 с блок. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 4 от блокирующего РНМ
ТЗНП 4 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ТЗНП 4 к шинам
Ненапр. ТЗНП 4 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 4 при включении линии
Ненапр. ТЗНП 4 при КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 4 при неисправности цепей напряжения
Ступень 5				
Ввод ТЗНП 5	☐ – ☒	☐	-	Ввод ТЗНП 5
ТЗНП 5 $3I_{0>}$	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТЗНП 5, А
ТЗНП 5 Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТЗНП 5, с
Бл. ТЗНП 5 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки ТЗНП 5 по второй гармонике тока нулевой последовательности
ТЗНП 5 с разр. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 5 от разрешающего РНМ
ТЗНП 5 с блок. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 5 от блокирующего РНМ
ТЗНП 5 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ТЗНП 5 к шинам
Ненапр. ТЗНП 5 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 5 при включении линии
Ненапр. ТЗНП 5 при КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 5 при неисправности цепей напряжения
Ступень 6				
Ввод ТЗНП 6	☐ – ☒	☐	-	Ввод ТЗНП 6

ТЗНП 6 3Ю>	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания ТЗНП 6, А
ТЗНП 6 Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания ТЗНП 6, с
Бл. ТЗНП 6 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки ТЗНП 6 по второй гармонике тока нулевой последовательности
ТЗНП 6 с разр. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 6 от разрешающего РНМ
ТЗНП 6 с блок. РНМ	☐ – ☒	☐	-	Контроль ТЗНП 6 от блокирующего РНМ
ТЗНП 6 направл. к шинам	☐ – ☒	☐	-	Ввод направленности ТЗНП 6 к шинам
Ненапр. ТЗНП 6 при вкл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 6 при включении линии
Ненапр. ТЗНП 6 при КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ненаправленного режима ТЗНП 6 при неисправности цепей напряжения
Контроль направления мощности				
КНМ НП Фмч пр.	От -180 до -90	-110	1	Уставка угла максимальной чувствительности РНМ нулевой последовательности, действующего при прямом направлении, градус
КНМ НП Утр пр.	1,0 – 5,0	3,0	0,1	Напряжение точной работы РНМ нулевой последовательности, действующего при прямом направлении, В
КНМ НП Фмч обр.	От 0 до 90	70	1	Уставка угла максимальной чувствительности РНМ нулевой последовательности, действующего при обратном направлении, градус
КНМ НП Утр обр.	1,0 – 5,0	3,0	0,1	Напряжение точной работы РНМ нулевой последовательности, действующего при обратном направлении, В
КНМ НП п.л. Фмч обр.	От 0 до 90	70	1	Уставка угла максимальной чувствительности РНМ нулевой последовательности, действующего при обратном направлении, градус
КНМ НП п.л. Утр обр.	1,0 – 5,0	3,0	0,1	Напряжение точной работы РНМ нулевой последовательности, действующего при обратном направлении, В
Блокировка по второй гармонике				
ТЗНП 2г 3Ю>	0,10 – 0,30	0,15	0,01	Уставка блокировки ТЗНП по второй гармонике тока нулевой последовательности, о.е.
ТЗНП 2г Тблок.макс	0,00 – 5,00	0,10	0,01	Максимальная длительность блокировки ТЗНП по второй гармонике, с
Ускорение ТЗНП				
Степень АУ ТЗНП	0 – 3	0	1	Выбор ступени ТЗНП, автоматически ускоряемой при включении линии

АУ ТЗНП Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания автоматически ускоряемой при включении линии ступени ТЗНП, с
Ступень ОУ ТЗНП	0 – 6	0	1	Выбор оперативно ускоряемой ступени ТЗНП
ОУ ТЗНП Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания оперативно ускоряемой ступени ТЗНП, с
Ступень ТУ ТЗНП	0 – 6	0	1	Выбор телеускоряемой ступени ТЗНП
ТУ ТЗНП Тср	0,00 – 10,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания телеускоряемой ступени ТЗНП, с
Ст. передача ТУ ТЗНП	0 – 6	0	1	Выбор ступени ТЗНП по пуску которой передается сигнал телеускорения
Ст. ТУ ТЗНП рев.мощн.	0 – 6	0	1	Выбор обратно направленной ступени ТЗНП для блокировки при реверсе мощности
Ступень попер. ТЗНП	0 – 6	0	1	Выбор ступени, используемой для поперечной ТЗНП
Попер. ТЗНП 3I0п>	0,20 – 250,00	1,00	0,01	Уставка по току срабатывания поперечной ТЗНП, А
Попер. ТЗНП Тср	0,00 – 60,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания поперечной ТЗНП, с

Таблица 3.8 – Логические сигналы ТЗНП

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ТЗНП 1 ЗИО ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности ТЗНП 1
	ПО ТЗНП 2 ЗИО ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности ТЗНП 2
	ПО ТЗНП 3 ЗИО ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности ТЗНП 3
	ПО ТЗНП 4 ЗИО ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности ТЗНП 4
	ПО ТЗНП 5 ЗИО ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности ТЗНП 5
	ПО ТЗНП 6 ЗИО ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности ТЗНП 6
	ПО ТЗНП 2г ЗИО ^{>2)}	Пусковой орган ТЗНП по второй гармонике тока нулевой последовательности
	ПО КНМ НП пр.	Пусковой орган направления мощности нулевой последовательности в прямом направлении
	ПО КНМ НП обр.	Пусковой орган направления мощности нулевой последовательности в обратном направлении
	ПО попер. ТЗНП ЗИОп ^{>1)}	Пусковой орган тока нулевой последовательности параллельной линии поперечной ТЗНП
	ПО КНМ п.л. НП обр.	Пусковой орган направления мощности нулевой последовательности параллельной линии в обратном направлении
	Блок. ТЗНП 1	Блокирование ТЗНП 1
	Блок. ТЗНП 2	Блокирование ТЗНП 2
	Блок. ТЗНП 3	Блокирование ТЗНП 3
	Блок. ТЗНП 4	Блокирование ТЗНП 4
	Блок. ТЗНП 5	Блокирование ТЗНП 5
	Блок. ТЗНП 6	Блокирование ТЗНП 6
	Вывод ТЗНП	Вывод всех ступеней ТЗНП
	Блок. АУ ТЗНП	Блокирование автоматического ускорения ТЗНП
	ОУ ТЗНП	Оперативное ускорение ТЗНП
	Блок. ТУ ТЗНП	Блокирование телеускорения ТЗНП
	Прием ТУ ТЗНП	Прием сигнала телеускорения ТЗНП
	Блок. попер. ТЗНП	Блокирование поперечной ТЗНП
	РПВ п.л.	Реле положения выключателя – включено выключателя параллельной линии
Вход	АУ защит	Автоматическое ускорение защит при включении линии
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
Выход	Пуск ТЗНП 1	Пуск ТЗНП 1
	Срабатывание ТЗНП 1	Срабатывание ТЗНП 1
	Пуск ТЗНП 2	Пуск ТЗНП 2
	Срабатывание ТЗНП 2	Срабатывание ТЗНП 2
	Пуск ТЗНП 3	Пуск ТЗНП 3
	Срабатывание ТЗНП 3	Срабатывание ТЗНП 3
	Пуск ТЗНП 4	Пуск ТЗНП 4
	Срабатывание ТЗНП 4	Срабатывание ТЗНП 4
	Пуск ТЗНП 5	Пуск ТЗНП 5
	Срабатывание ТЗНП 5	Срабатывание ТЗНП 5
	Пуск ТЗНП 6	Пуск ТЗНП 6
	Срабатывание ТЗНП 6	Срабатывание ТЗНП 6
	Блокирование ТЗНП 2г	Сигнал блокирования ТЗНП по второй гармонике
	Срабатывание АУ ТЗНП	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ТЗНП

Срабатывание ТЗНП	ОУ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ТЗНП
Срабатывание ТЗНП	ТУ	Срабатывание телеускоряемой ступени ТЗНП
Передача ТУ ТЗНП		Передача сигнала телеускорения ТЗНП
Срабатывание попер. ТЗНП		Срабатывание поперечной ТЗНП
¹⁾ Коэффициент возврата не менее 0,93 ²⁾ Коэффициент возврата не менее 0,88		

3.5.2 В устройстве реализовано шесть ступеней ТЗНП.

3.5.3 Все ступени могут быть выполнены направленными с контролем от разрешающего или блокирующего РНМ. Предусмотрено изменение направленности ступени программными ключами «ТЗНП 1(2,3,4,5,6) направл. К шинам».

3.5.4 Функция контроля направления мощности срабатывают при попадании в характеристику срабатывания и наличии тока $3I_0$ выше тока точной работы, равной 0,2 А, напряжения $3U_0$ выше напряжения точной работы, задаваемого для каждой функции индивидуально.

3.5.5 Характеристики срабатывания РНМ нулевой последовательности приведены на рисунке 3.8.

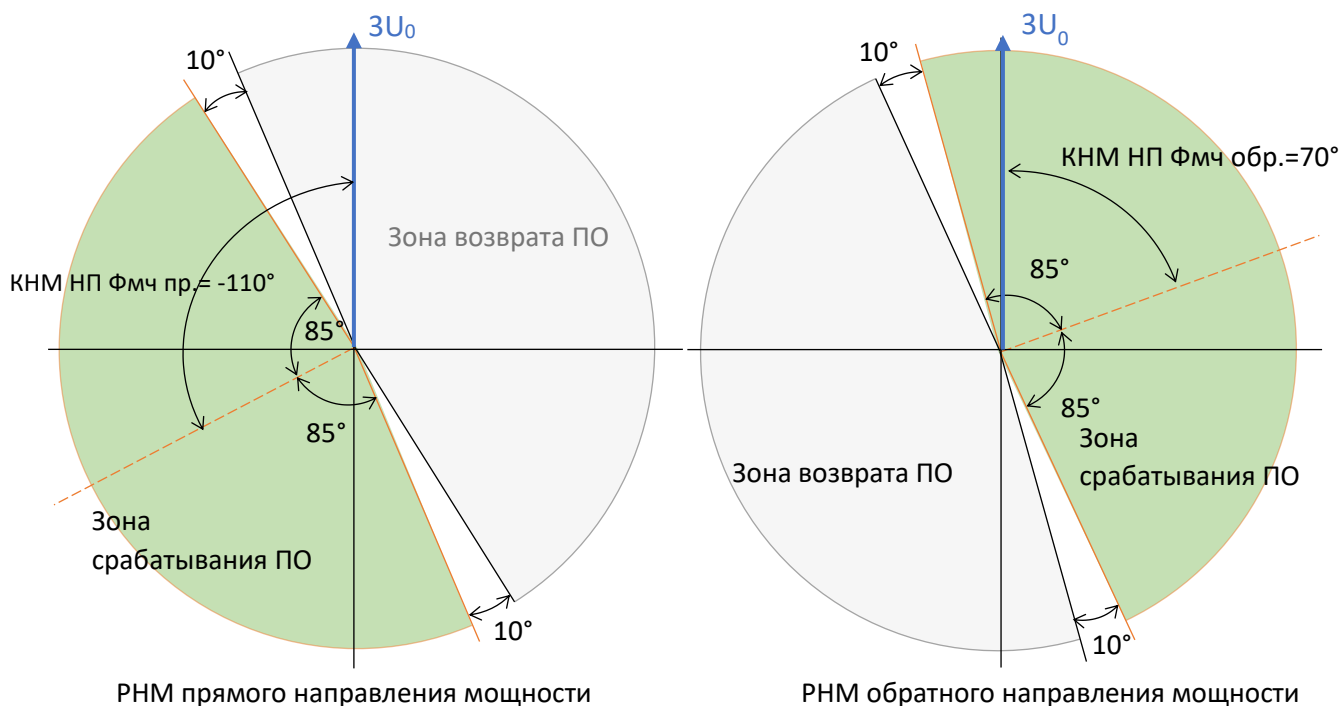


Рисунок 3.8 – Диаграмма срабатывания пускового органа функции КНМ нулевой последовательности

3.5.6 Для каждой ступени предусмотрен ввод ненаправленного режима при включении линии и при неисправности цепей напряжения.

3.5.7 По умолчанию напряжение нулевой последовательности рассчитывается по формуле:

$$3\bar{U}_0 = \bar{U}_{ни} + \bar{U}_{ик} \quad (3.10)$$

где $\bar{U}_{ни}$, $\bar{U}_{ик}$ – вторичные значения напряжений разомкнутого треугольника.

Предусмотрен расчет напряжения нулевой последовательности по фазным напряжениям (программный ключ «Расчет 3U0 по фазн.напр.»):

$$3\bar{U}_0 = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C \quad (3.11)$$

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

3.5.8 Для предотвращения срабатывания ТЗНП при насыщении трансформаторов тока при КЗ и от броска тока намагничивания силовых трансформаторов предусмотрена блокировка ТЗНП по второй гармонике. Расчетной величиной, сравниваемой с уставкой является отношение второй гармоники к первой гармонике тока нулевой последовательности.

Для предотвращения отказа защиты длительность блокировки ограничивается временем, задаваемым уставкой «ТЗНП 2г Тблок.макс».

3.5.9 После включения линии вводится автоматическое ускорение ступени ТЗНП, защищающей всю линию. Ускорение ТЗНП обеспечивает отключение КЗ на всей линии без выдержки времени.

3.5.10 При выводе основной защиты, как правило, вводится оперативное ускорение ступени ТЗНП, охватывающей всю линию.

3.5.11 В устройстве предусмотрено телеускорение ТЗНП при приеме сигнала «Прием ТУ ТЗНП». Для предотвращения срабатывания ТЗНП при реверсе мощности предусмотрен контроль направления мощности «за спину» с последующей блокировкой телеускорения на время переориентации пусковых органов.

3.5.12 В устройстве реализована логика поперечной ТЗНП параллельных линий. Ускорение выбранной ступени осуществляется при срабатывании РНМ параллельной линии. Ускоряемая ступень должна быть выполнена с контролем от разрешающего РНМ.

3.6 Токовая отсечка (ТО)

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

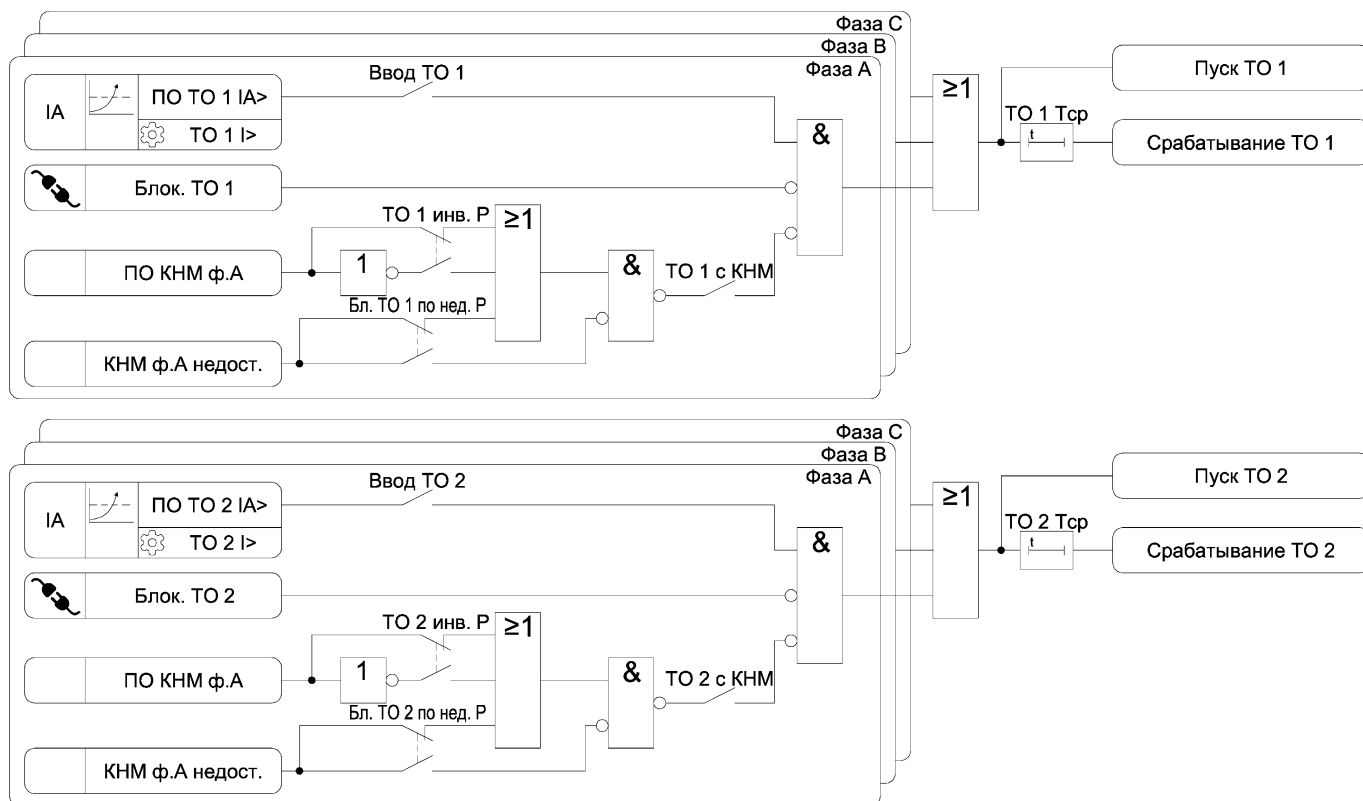


Рисунок 3.9 – Функциональная схема алгоритма ТО

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.

3.7.1 Функциональная схема алгоритма МТЗ представлена на рисунке 3.10. Настраиваемые параметры МТЗ приведены в таблице 3.11, входные и выходные сигналы – в таблице 3.12.

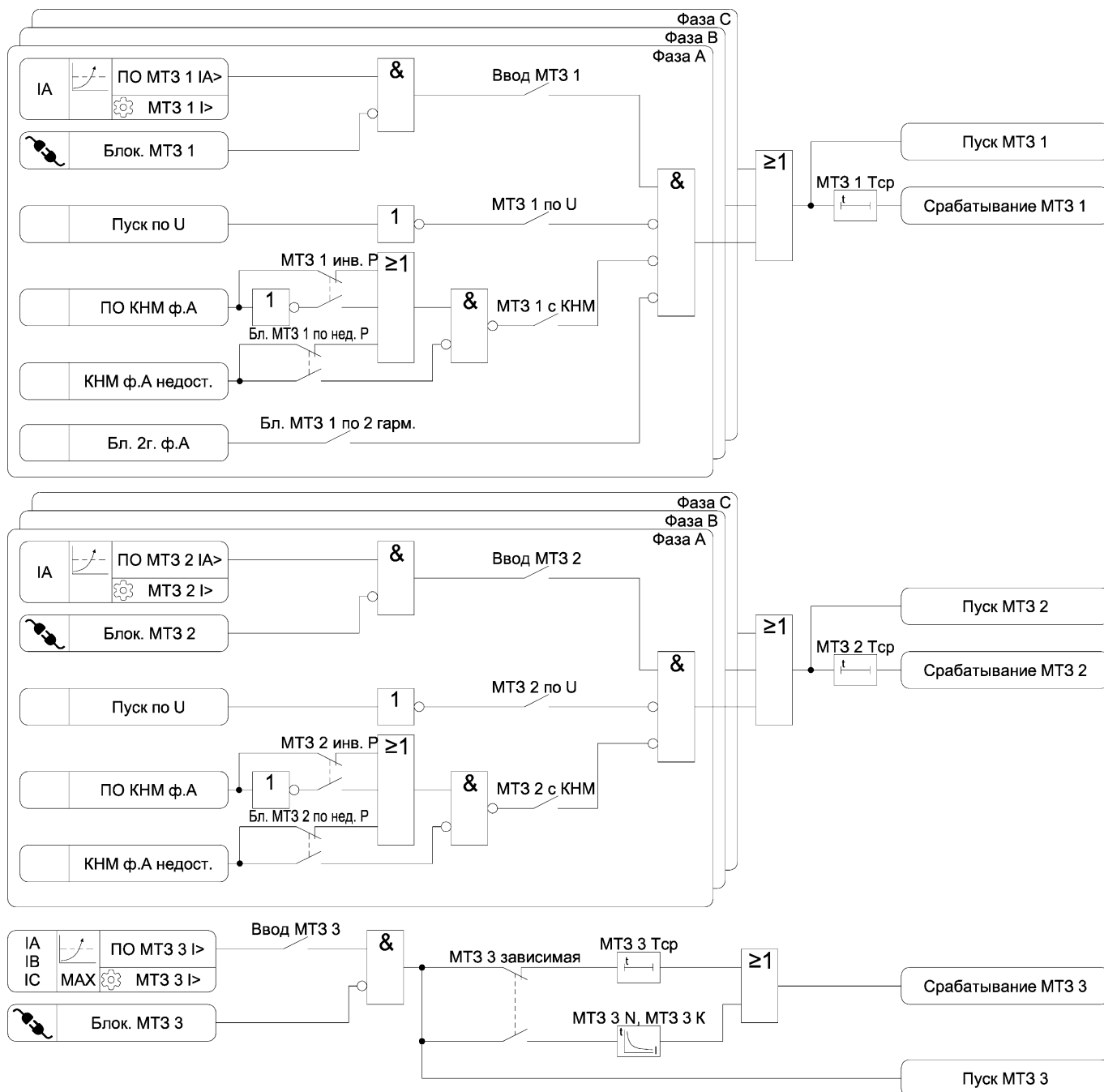


Рисунок 3.10 – Функциональная схема алгоритма МТЗ

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
Бл. МТЗ 1 по 2 гарм.	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки МТЗ 1 по второй гармонике тока
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 $I_{A>}^{1)}$	Пусковой орган МТЗ 1 по фазе А
	ПО МТЗ 1 $I_{B>}^{1)}$	Пусковой орган МТЗ 1 по фазе В
	ПО МТЗ 1 $I_{C>}^{1)}$	Пусковой орган МТЗ 1 по фазе С
	ПО МТЗ 2 $I_{A>}^{1)}$	Пусковой орган МТЗ 2 по фазе А
	ПО МТЗ 2 $I_{B>}^{1)}$	Пусковой орган МТЗ 2 по фазе В
	ПО МТЗ 2 $I_{C>}^{1)}$	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.	Недостовверное значение направления мощности по фазе А
	КНМ ф.В недост.	Недостовверное значение направления мощности по фазе В
	КНМ ф.С недост.	Недостовверное значение направления мощности по фазе С
	Пуск по U	Срабатывание МТЗ/U
	Бл. 2г. ф.А	Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе А
	Бл. 2г. ф.В	Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе В
	Бл. 2г. ф.С	Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе С
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. 3.11). Ввод пуска по напряжению для МТЗ 1(2) осуществляется программным ключом «МТЗ 1(2) по U».

3.7.4 Предусмотрена возможность блокировки МТЗ 1 по второй гармонике тока (п. 3.11) для предотвращения срабатывания при броске тока намагничивания.

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

3.7.6 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):

$$t = \frac{0,14 \cdot K}{\left(I/I_{\text{ПУСК}}\right)^{0,02} - 1}, \quad (3.12)$$

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

$$t = \frac{13,5 \cdot K}{I/I_{\text{ПУСК}} - 1}, \quad (3.13)$$

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

$$t = \frac{120 \cdot K}{I/I_{\text{ПУСК}} - 1}, \quad (3.14)$$

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

$$t = \frac{80 \cdot K}{\left(I/I_{\text{ПУСК}}\right)^2 - 1}, \quad (3.15)$$

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

I – максимальный из фазных токов, А;

$I_{\text{ПУСК}}$ – 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 3.11. Настраиваемые параметры УМТЗ приведены в таблице 3.13, входные и выходные сигналы – в таблице 3.14.

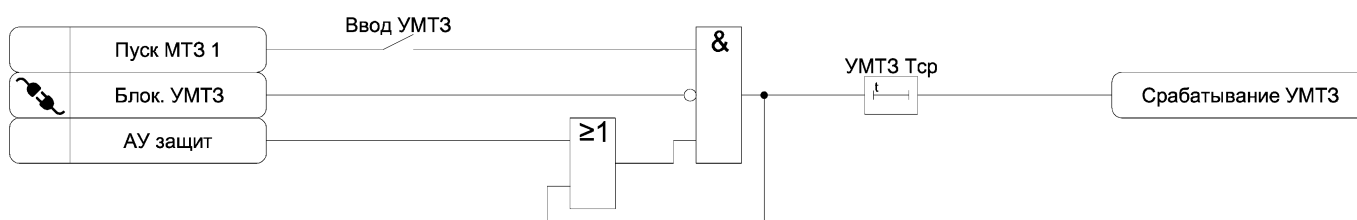


Рисунок 3.11 – Функциональная схема алгоритма УМТЗ

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 Функция автоматического ускорения защит

3.9.1 Функциональная схема алгоритма автоматического ускорения защит представлена на рисунке 3.12. Настраиваемые параметры алгоритма автоматического ускорения защит приведены в таблице 3.15, входные и выходные сигналы – в таблице 3.16.

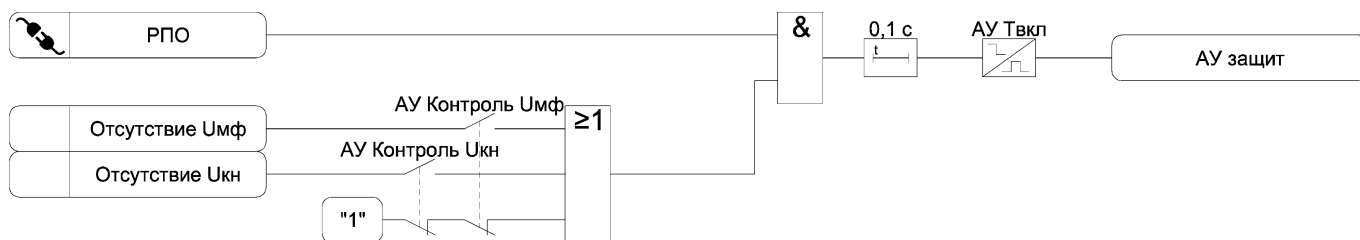


Рисунок 3.12 – Функциональная схема алгоритма автоматического ускорения защит

Таблица 3.15 – 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 Umф	☐ – ☒	☐	-	Контроль отсутствия Umф для разрешения работы автоматически ускоряемых ступеней ДЗ и ДЗЗ
АУ Контроль Uкн	☐ – ☒	☐	-	Контроль отсутствия Uкн для разрешения работы автоматически ускоряемых ступеней ДЗ и ДЗЗ

Таблица 3.16 – Логические сигналы функции автоматического ускорения защит

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
Вход	Отсутствие Umф	Отсутствие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения
	Отсутствие Uкн	Отсутствие напряжения Uкн с контролем цепей напряжения
Выход	АУ защит	Автоматическое ускорение защит при включении линии

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

3.9.3 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.

3.10 Контроль направления мощности (КНМ)

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

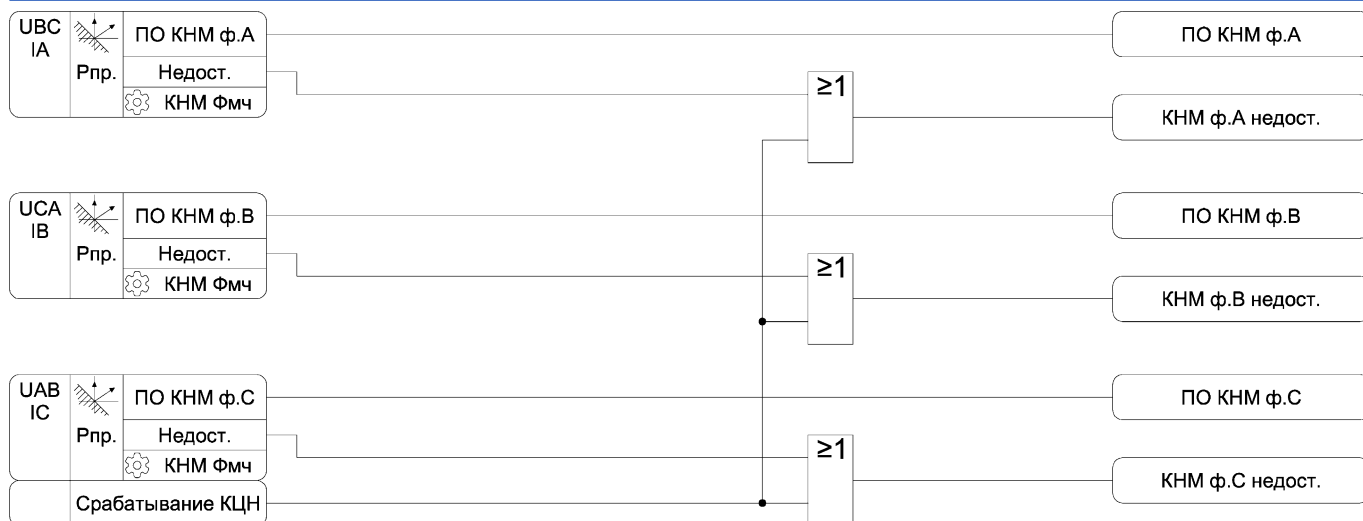


Рисунок 3.13 – Функциональная схема алгоритма КНМ

Таблица 3.17 – 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 3.18 – 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.	Недостовверное значение направления мощности по фазе А
	КНМ ф.В недост.	Недостовверное значение направления мощности по фазе В
	КНМ ф.С недост.	Недостовверное значение направления мощности по фазе С

3.10.2 На рисунке 3.14 представлена диаграмма срабатывания пусковых органов функции КНМ (на рисунке представлена диаграмма срабатывания по фазе А, для других фаз диаграмма срабатывания аналогичная).

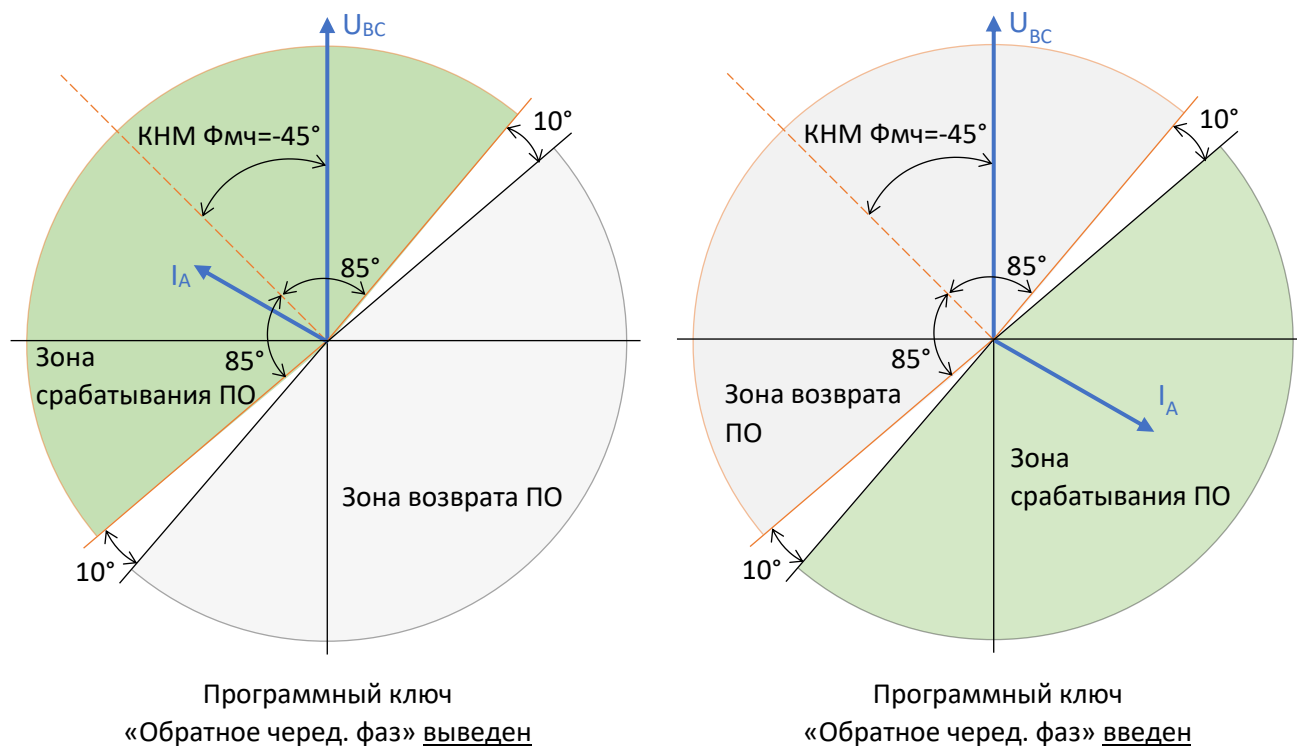


Рисунок 3.14 – Диаграмма срабатывания пускового органа функции КНМ

3.10.3 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.

3.11 Пуск по напряжению (МТЗ/U)

3.11.1 Функциональная схема алгоритма МТЗ/U представлена на рисунке 3.15. Настраиваемые параметры МТЗ/U приведены в таблице 3.19, входные и выходные сигналы – в таблице 3.20.

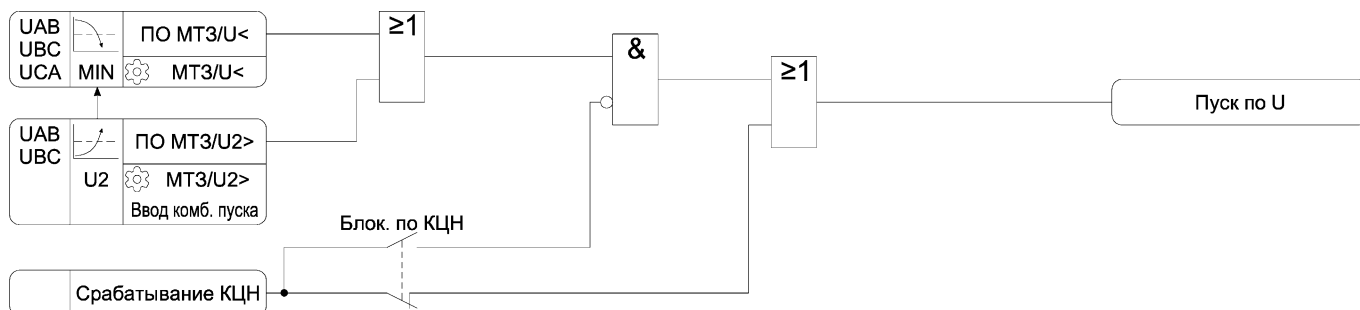


Рисунок 3.15 – Функциональная схема алгоритма МТЗ/U

Таблица 3.19 – Параметры МТЗ/У

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
МТЗ/У<	5,0 – 90,0	20,0	0,1	Уставка по линейному напряжению срабатывания МТЗ/У, В
МТЗ/У2>	3,0 – 20,0	5,0	0,1	Уставка по напряжению обратной последовательности срабатывания МТЗ/У, В
Ввод комб. пуска	☐ – ☒	☐	-	Ввод комбинированного пуска МТЗ/У
Блок. по КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод блокировки МТЗ/У при неисправности ЦН

Таблица 3.20 – Логические сигналы МТЗ/У

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО МТЗ/У< ¹⁾	Пусковой орган МТЗ/У по линейным напряжениям
	ПО МТЗ/У2> ²⁾	Пусковой орган МТЗ/У по напряжению обратной последовательности
Вход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
Выход	Пуск по U	Срабатывание МТЗ/У
¹⁾ Коэффициент возврата не более 1,07		
²⁾ Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.11.2 При введенном комбинированном пуске МТЗ/У и срабатывании пускового органа «ПО МТЗ/У2>» происходит принудительное срабатывание пускового органа «ПО МТЗ/У<», что обеспечивает большую чувствительность функции при симметричных и несимметричных КЗ.

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

3.12 Блокировка по второй гармонике

3.12.1 Функциональная схема алгоритма блокировки по второй гармонике представлена на рисунке 3.16. Настраиваемые параметры алгоритма блокировки по второй гармонике приведены в таблице 3.21, входные и выходные сигналы – в таблице 3.22.

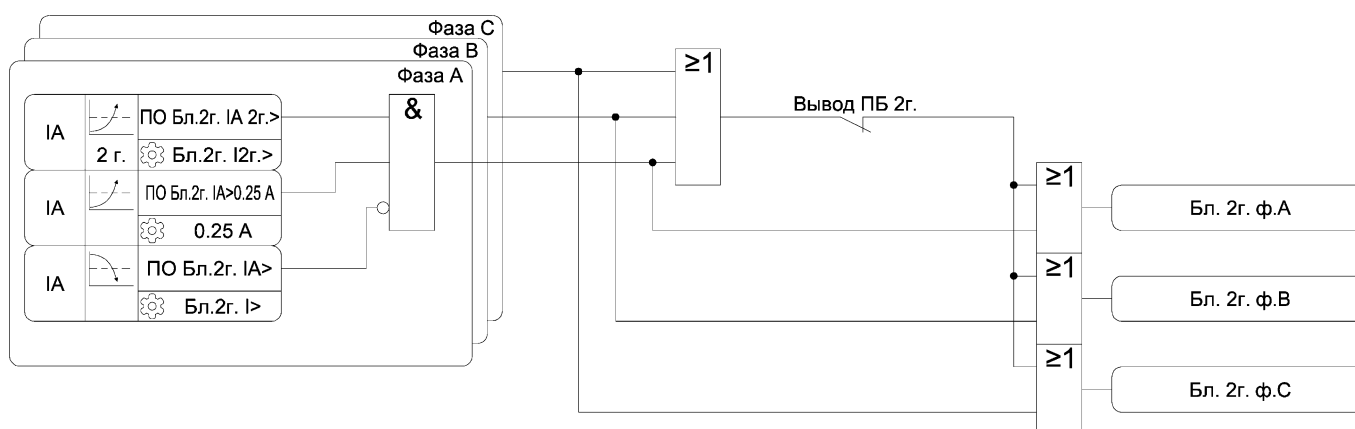


Рисунок 3.16 – Функциональная схема алгоритма блокировки по второй гармонике

Таблица 3.21 – Параметры блокировки по второй гармонике

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

Таблица 3.22 – Логические сигналы блокировки по второй гармонике

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО Бл.2г. IA 2г.> ¹⁾	Пусковой орган превышения уровня второй гармонике по фазе А
	ПО Бл.2г. IB 2г.> ¹⁾	Пусковой орган превышения уровня второй гармонике по фазе В
	ПО Бл.2г. IC 2г.> ¹⁾	Пусковой орган превышения уровня второй гармонике по фазе С
	ПО Бл.2г. IA>0.25 А ²⁾	Пусковой орган превышения током фазы А значения 0,25 А
	ПО Бл.2г. IB>0.25 А ²⁾	Пусковой орган превышения током фазы В значения 0,25 А
	ПО Бл.2г. IC>0.25 А ²⁾	Пусковой орган превышения током фазы С значения 0,25 А
	ПО Бл.2г. IA> ²⁾	Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе А
	ПО Бл.2г. IB> ²⁾	Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе В
	ПО Бл.2г. IC> ²⁾	Пусковой орган при срабатывании которого блокируется блокировка по второй гармонике по фазе С
Выход	Бл. 2г. ф.А	Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе А
	Бл. 2г. ф.В	Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе В
	Бл. 2г. ф.С	Срабатывание блокировки по второй гармонике по фазе С
¹⁾ Коэффициент возврата не менее 0,88		
²⁾ Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.12.2 В устройстве предусмотрена функция блокировки МТЗ по второй гармонике для предотвращения срабатывания МТЗ от броска тока намагничивания силовых трансформаторов при включении присоединения под напряжение.

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

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

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

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

3.13 Защита от перегрузки (ЗП)

3.13.1 Функциональная схема алгоритма ЗП представлена на рисунке 3.17. Настраиваемые параметры ЗП приведены в таблице 3.23, входные и выходные сигналы – в таблице 3.24.

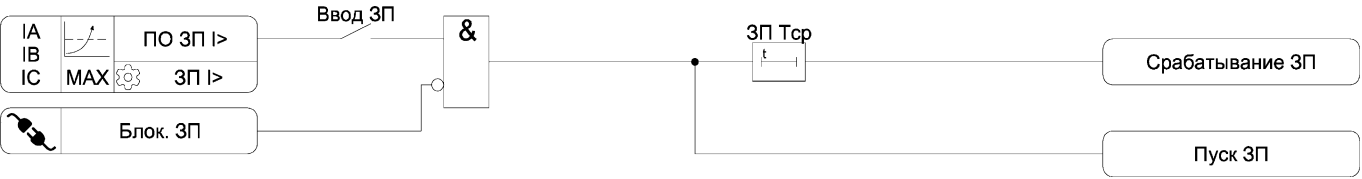


Рисунок 3.17 – Функциональная схема алгоритма ЗП

Таблица 3.23 – 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 3.24 – 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		

3.14 Защита от обрыва фазы и несимметрии нагрузки (ЗОФ)

3.14.1 Функциональная схема алгоритма ЗОФ представлена на рисунке 3.18. Настраиваемые параметры ЗОФ приведены в таблице 3.25, входные и выходные сигналы – в таблице 3.26.

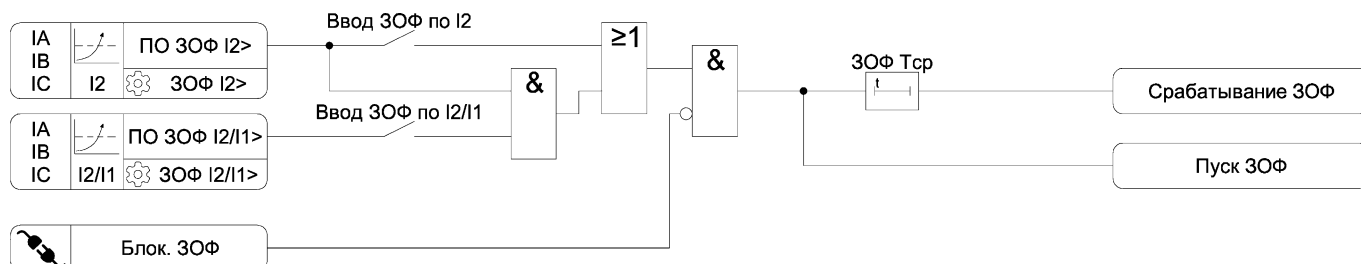


Рисунок 3.18 – Функциональная схема алгоритма ЗОФ

Таблица 3.25 – 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 3.26 – 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		

3.15 Контроль измерительных цепей тока (КЦТ)

3.15.1 Функциональная схема КЦТ представлена на рисунке 3.19. Настраиваемые параметры КЦТ приведены в таблице 3.27 входные и выходные сигналы – в таблице 3.28.

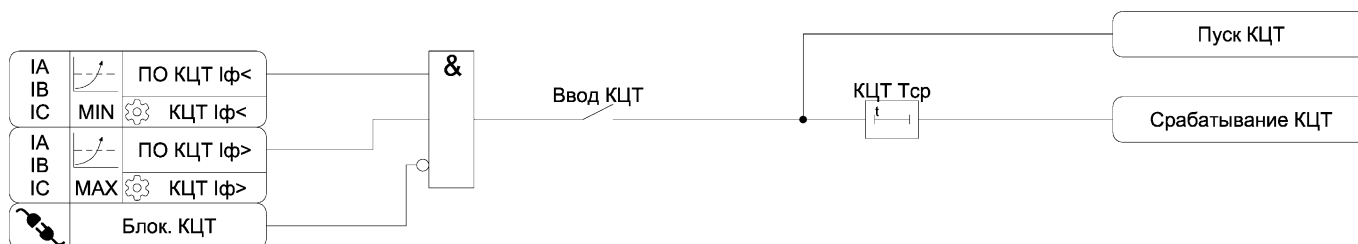


Рисунок 3.19 – Функциональная схема алгоритма КЦТ

Таблица 3.27 – Параметры КЦТ

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод КЦТ	☐ – ☒	☐	-	Ввод КЦТ
КЦТ If<	0,10 – 0,25	0,10	0,01	Уставка КЦТ минимального из фазных токов, А
КЦТ If>	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 3.28 – Логические сигналы КЦТ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КЦТ If< ¹⁾	Пусковой орган минимального из фазных токов функции КЦТ
	ПО КЦТ If> 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		

3.15.2 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.

3.16 Защита по направлению мощности

3.16.1 Функциональная схема защиты по направлению мощности представлена на рисунке 3.20. Настраиваемые параметры защиты по направлению мощности приведены в таблице 3.29, входные и выходные сигналы – в таблице 3.30.

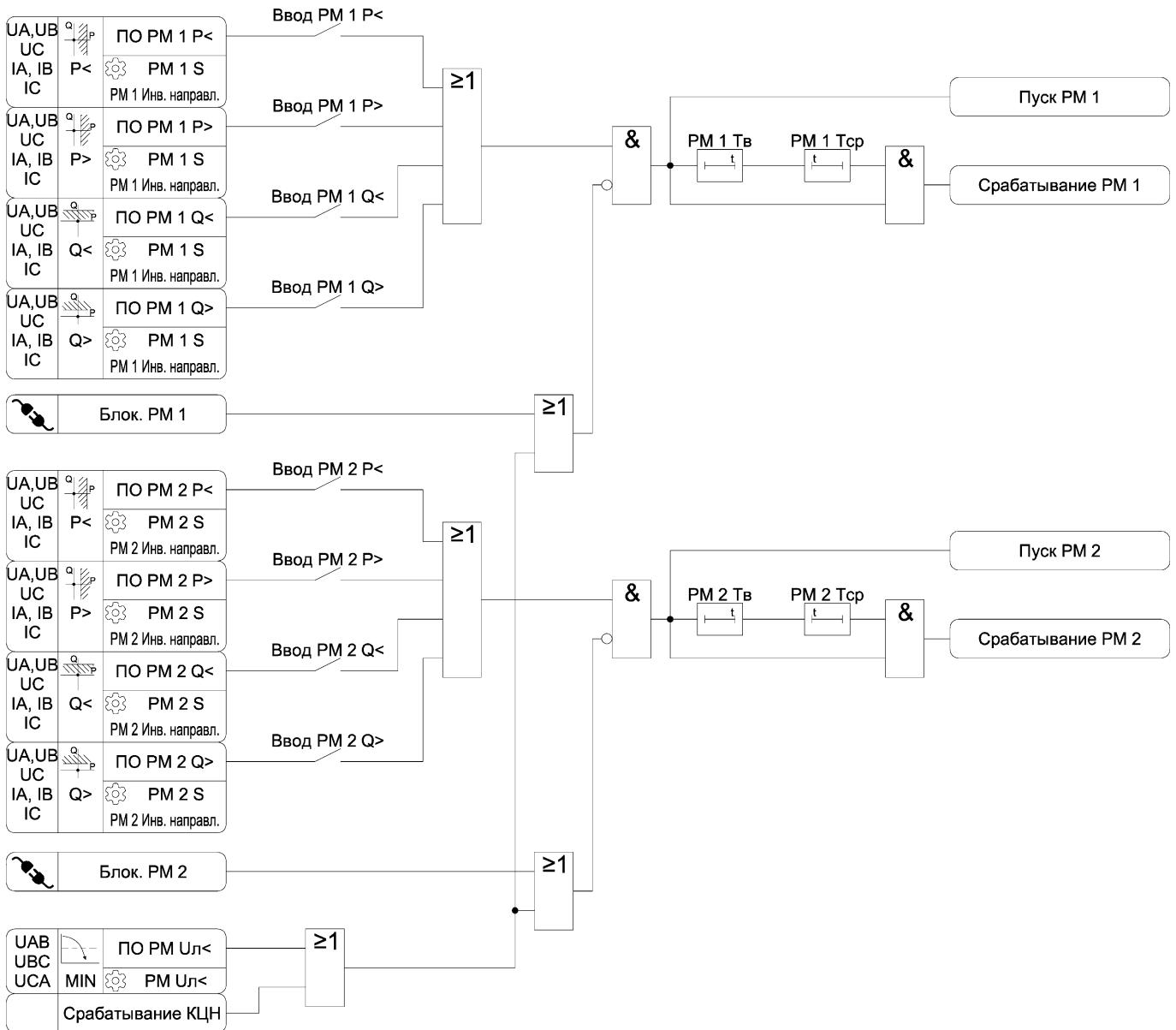


Рисунок 3.20 – Функциональная схема алгоритма защиты по направлению мощности

Таблица 3.29 – Параметры защиты по направлению мощности

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

Таблица 3.30 – 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 Ул<	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		

3.16.2 В устройстве реализовано две ступени защиты по направлению мощности.

3.16.3 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 3.21.

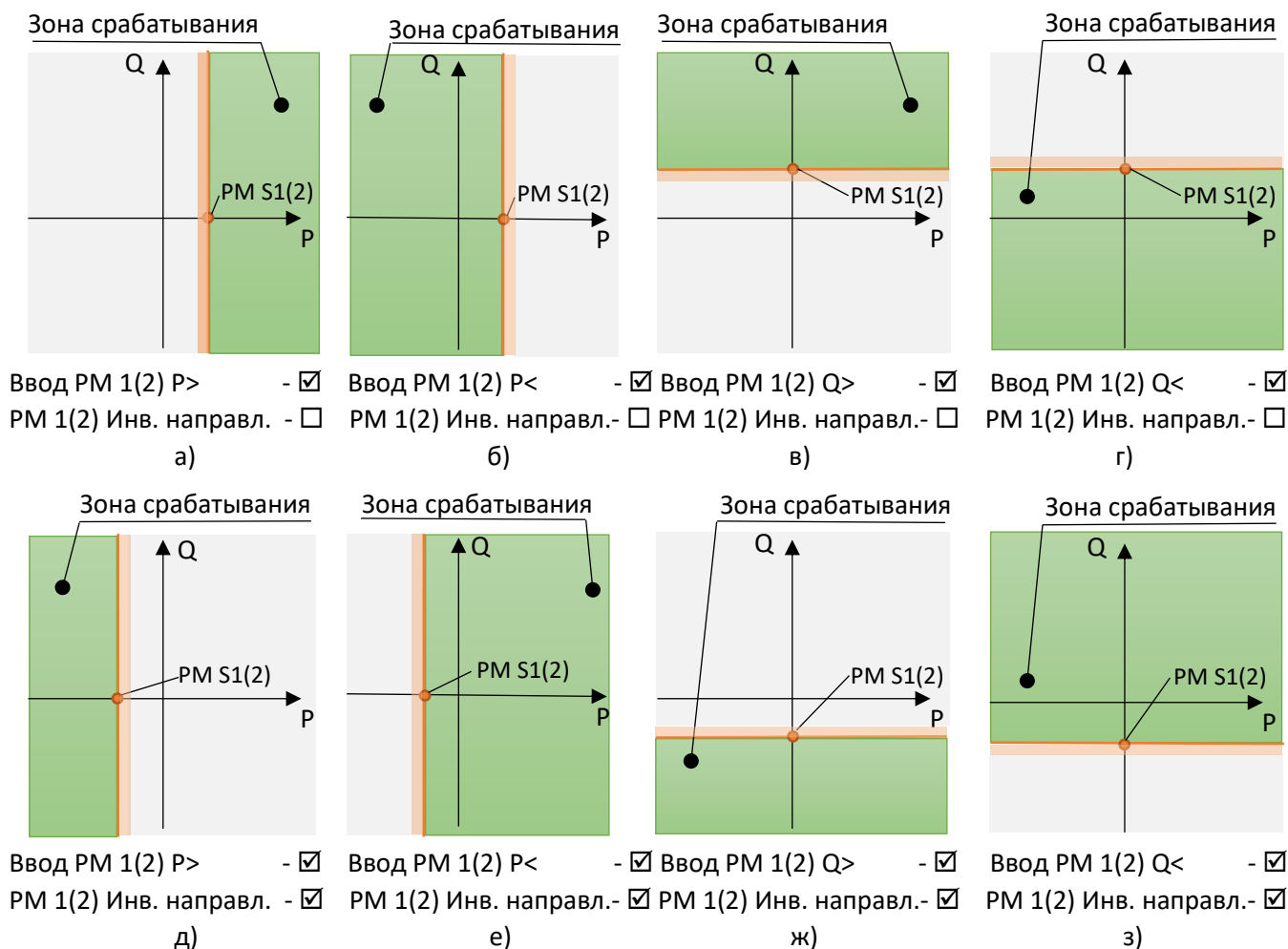


Рисунок 3.21 – Диаграмма срабатывания защиты по направлению мощности

3.16.4 Расчет мощности выполняется по формулам

$$P = \text{Re}(I_A^* \cdot \bar{U}_A + I_B^* \cdot \bar{U}_B + I_C^* \cdot \bar{U}_C) \quad (3.16)$$

$$Q = \text{Im}(I_A^* \cdot \bar{U}_A + I_B^* \cdot \bar{U}_B + I_C^* \cdot \bar{U}_C) \quad (3.17)$$

где $\bar{U}_A$, $\bar{U}_B$, $\bar{U}_C$ – вторичные комплексные значения фазных напряжений; I_A^* , I_B^* , I_C^* – вторичные комплексно-сопряженные значения фазных токов.

3.17 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

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

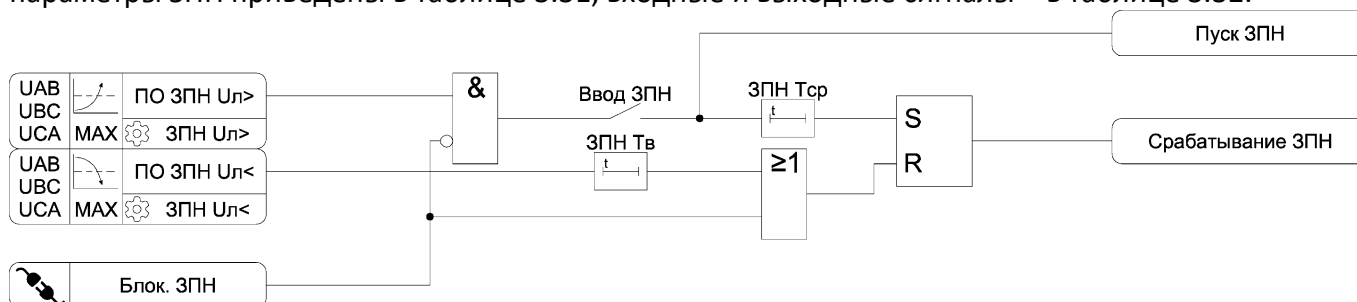


Рисунок 3.22 – Функциональная схема алгоритма ЗПН

Таблица 3.31 – Параметры ЗПН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ЗПН	☐ – ☒	☐	-	Ввод ЗПН
ЗПН Ул>	100 – 250	120	1	Уставка по линейному напряжению срабатывания ЗПН, В
ЗПН Ул<	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 3.32 – Логические сигналы ЗПН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗПН Ул> ¹⁾	Пусковой орган ЗПН по максимальному из линейных напряжений
	ПО ЗПН Ул< 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		

3.18 Защита минимального напряжения (ЗМН)

3.18.1 Функциональная схема алгоритма ЗМН представлена на рисунке 3.23. Настраиваемые параметры ЗМН приведены в таблице 3.33, входные и выходные сигналы – в таблице 3.34.

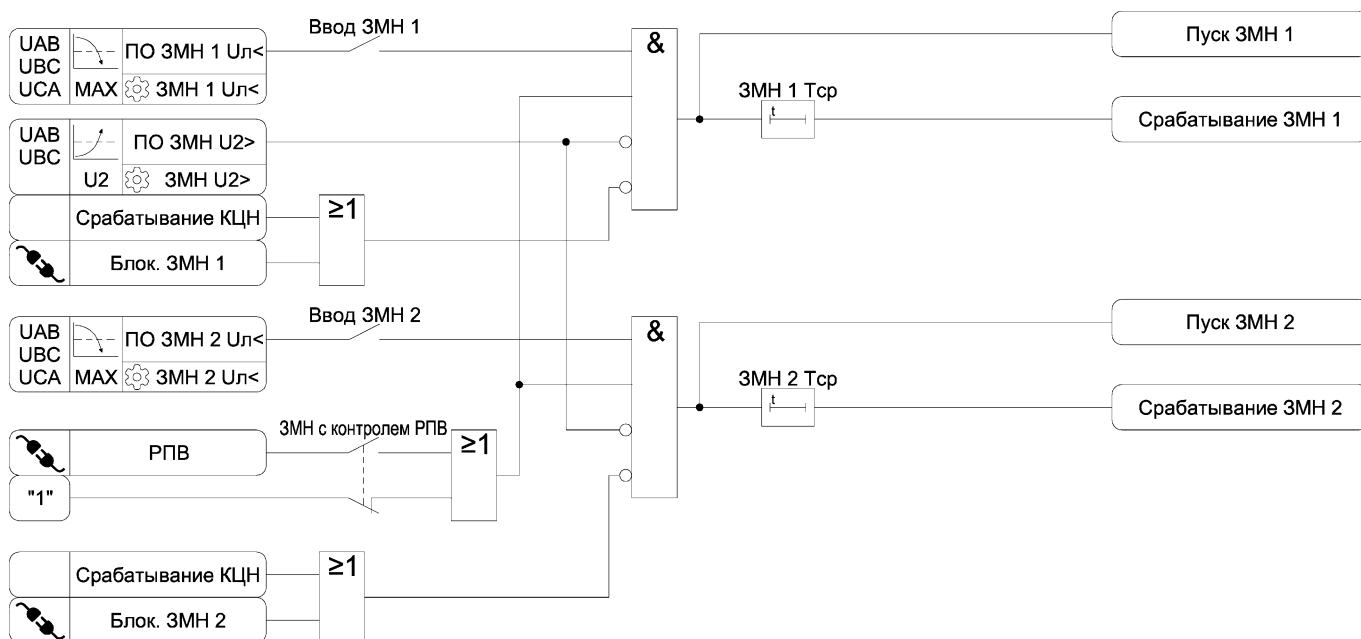


Рисунок 3.23 – Функциональная схема алгоритма ЗМН

Таблица 3.33 – 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, В
ЗМН с контролем РПВ	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля РПВ для ЗМН
Ступень 1				
Ввод ЗМН 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод ЗМН 1
ЗМН 1 Ул<	2 – 99	60	1	Уставка по линейному напряжению срабатывания ЗМН 1, В
ЗМН 1 Тср	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 Ул<	2 – 99	40	1	Уставка по линейному напряжению срабатывания ЗМН 2, В
ЗМН 2 Тср	0,00 – 100,00	10,00	0,01	Уставка по времени срабатывания ЗМН 2, с

Таблица 3.34 – Логические сигналы ЗМН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО ЗМН 1 Ул< ¹⁾	Пусковой орган ЗМН 1 по максимальному из линейных напряжений
	ПО ЗМН 2 Ул< 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
	Блок. ЗМН 1	Блокирование ЗМН 1
	Блок. ЗМН 2	Блокирование ЗМН 2
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
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
¹⁾ Коэффициент возврата не более 1,07		
²⁾ Коэффициент возврата не менее 0,93		

3.18.2 В устройстве реализованы две ступени ЗМН по линейным напряжениям. Ступени действуют сигнализацию. Предусмотрен ввод действия на отключение программными ключами «ЗМН 1 на откл.», «ЗМН 2 на откл.».

3.18.3 ЗМН 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.

3.18.4 ЗМН не срабатывает ложно при однофазных замыканиях на землю.

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

3.19 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

3.19.1 Функциональная схема алгоритма УРОВ представлена на рисунке 3.24. Настраиваемые параметры УРОВ приведены в таблице 3.35, входные и выходные сигналы – в таблице 3.36.

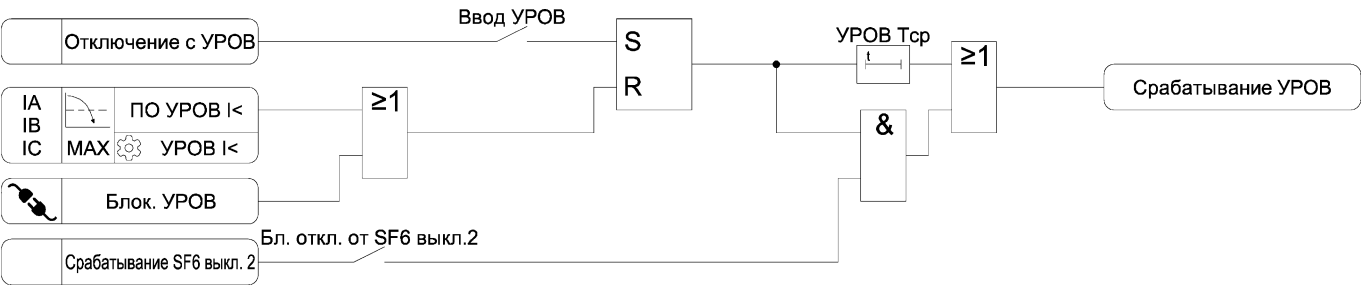


Рисунок 3.24 – Функциональная схема алгоритма УРОВ

Таблица 3.35 – 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 Тср	0,10 – 2,00	0,10	0,01	Уставка по времени срабатывания УРОВ, с

Таблица 3.36 – 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
	Срабатывание SF6 выкл. 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
Выход	Срабатывание УРОВ	Срабатывание УРОВ

¹⁾ Коэффициент возврата не более 1,05

3.20 Контроль напряжений (КН)

3.20.1 Функциональная схема алгоритма КН представлена на рисунке 3.25. Настраиваемые параметры КН приведены в таблице 3.37, входные и выходные сигналы – в таблице 3.38.

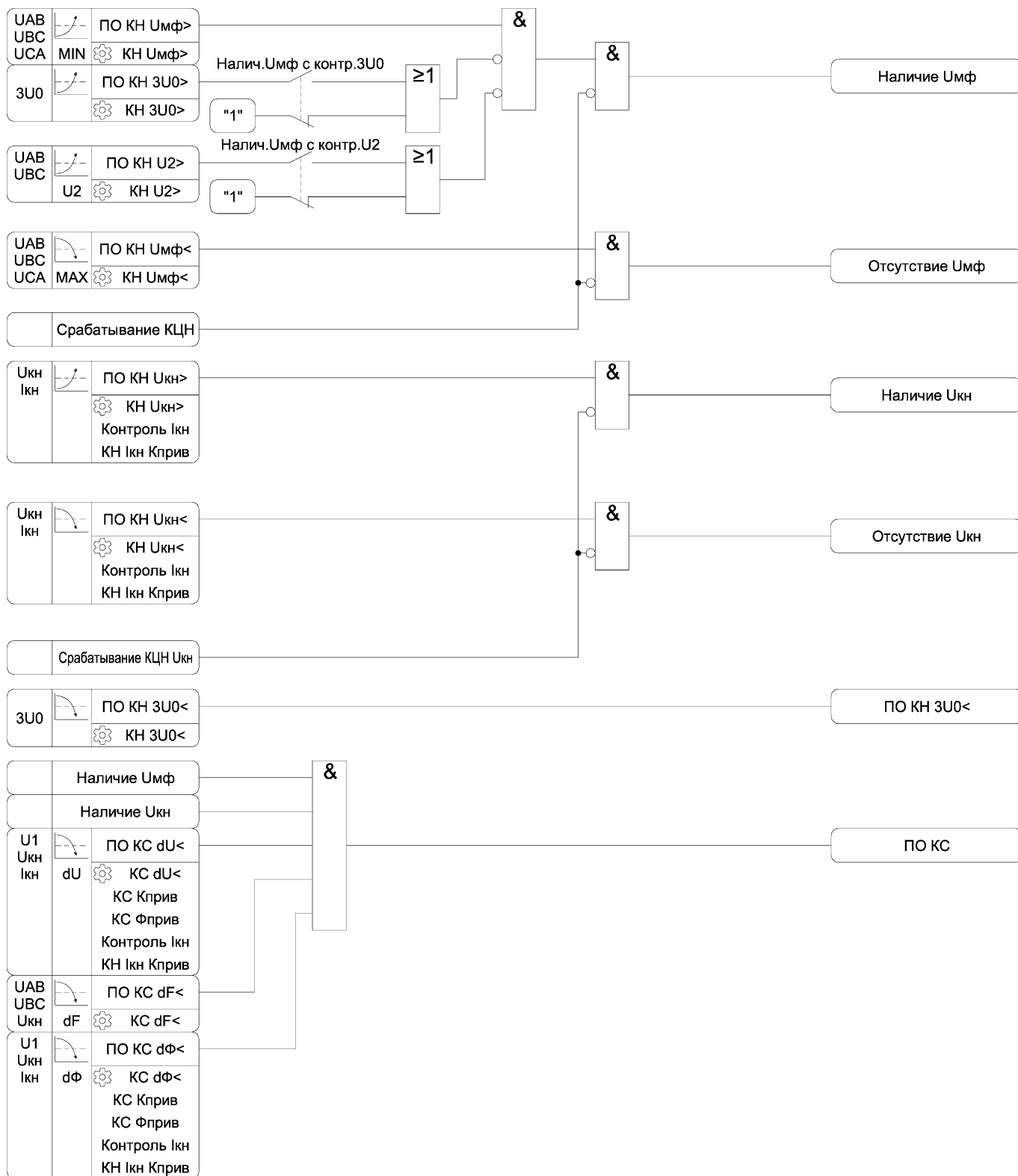


Рисунок 3.25 – Функциональная схема алгоритма КН

Таблица 3.37 – Параметры КН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
КН Умф>	60 – 110	95	1	Уставка наличия напряжений UAB, UBC, UCA, В
КН Укн>	60 – 240	95	1	Уставка наличия напряжения Укн, В
КН Умф<	15 – 95	20	1	Уставка отсутствия напряжений UAB, UBC, UCA, В
КН Укн<	15 – 220	20	1	Уставка отсутствия напряжения Укн, В
Налич.Умф с контр.3U0	☐ – ☒	☐	-	Наличие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем отсутствия 3U0
КН 3U0>	5 – 240	15	1	Уставка наличия напряжения 3U0, В
КН 3U0<	5 – 240	5	1	Уставка отсутствия напряжения 3U0, В
Налич.Умф с контр.U2	☐ – ☒	☐	-	Наличие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем отсутствия U2
КН U2>	5 – 50	5	1	Уставка наличия напряжения U2, В
КС Кприв	0,200 – 1,200	0,577	0,001	Коэффициент приведения напряжения Укн к напряжению U1
КС Фприв	-180 – 180	-90	1	Угол приведения напряжения Укн к напряжению U1, гр
КС dU<	1 – 30	5	1	Уставка допустимой разности напряжений для контроля синхронизма, В
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
Контроль Iкн	☐ – ☒	☐	-	Расчет Укн по аналоговому входу Iкн
КН Iкн Кприв	1,0 – 10000,0	100,0	0,1	Коэффициент приведения тока Iкн к напряжению Укн

Таблица 3.38 – Логические сигналы КН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КН Умф> ¹⁾	Пусковой орган наличия напряжений UAB, UBC, UCA
	ПО КН Укн> ¹⁾	Пусковой орган наличия напряжения Укн
	ПО КН Умф< ²⁾	Пусковой орган отсутствия напряжений UAB, UBC, UCA
	ПО КН Укн< ²⁾	Пусковой орган отсутствия напряжения Укн
	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
Вход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
	Срабатывание КЦН Укн	Неисправность измерительных цепей напряжения Укн
Выход	Наличие Умф	Наличие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения и симметрией напряжения
	Отсутствие Умф	Отсутствие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения

	Наличие Укн	Наличие напряжения Укн с контролем цепей напряжения
	Отсутствие Укн	Отсутствие напряжения Укн с контролем цепей напряжения
	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		

3.20.2 Признак синхронизма напряжений формируется при выполнении следующих условий:

- наличие напряжения Укн;
- наличие напряжений UAB, UBC или UCA;
- разность действующих значений напряжения прямой последовательности U1 и приведенного значения Укн не превышает значения уставки «КС dU<»;
- разность частот напряжений не превышает значения уставки «КС dF<»;
- разность фаз между напряжениями U1 и приведенным напряжением Укн не превышает значения уставки «КС dФ<».

3.20.3 Значения напряжения Укн, приведенное к напряжению прямой последовательности U1, рассчитывается по формуле:

$$U_{\text{кн прив}} = K_{\text{прив}} \cdot \bar{U}_{\text{кн}} \cdot e^{j \cdot \Phi_{\text{прив}}} \quad (3.18)$$

где $K_{\text{прив}}$ - коэффициент приведения напряжения Укн к напряжению U1, задается уставкой «КС Кприв»;

$\bar{U}_{\text{кн}}$ – комплексное значение вторичного напряжения Укн, В

$\Phi_{\text{прив}}$ - угол приведения напряжения Укн к напряжению U1, задается уставкой «КС Фприв».

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

- если аналоговый вход Укн 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.

3.20.4 Предусмотрен расчет напряжения Укн по измеренному току от ШОН Iкн (программный ключ «Контроль Iкн»). Приведение тока Iкн к напряжению Укн осуществляется с помощью коэффициента «КН Iкн Кприв».

3.21 Автоматическое повторное включение (АПВ)

3.21.1 Функциональная схема алгоритма АПВ представлена на рисунке 3.26. Настраиваемые параметры АПВ приведены в таблице 3.39, входные и выходные сигналы – в таблице 3.40.

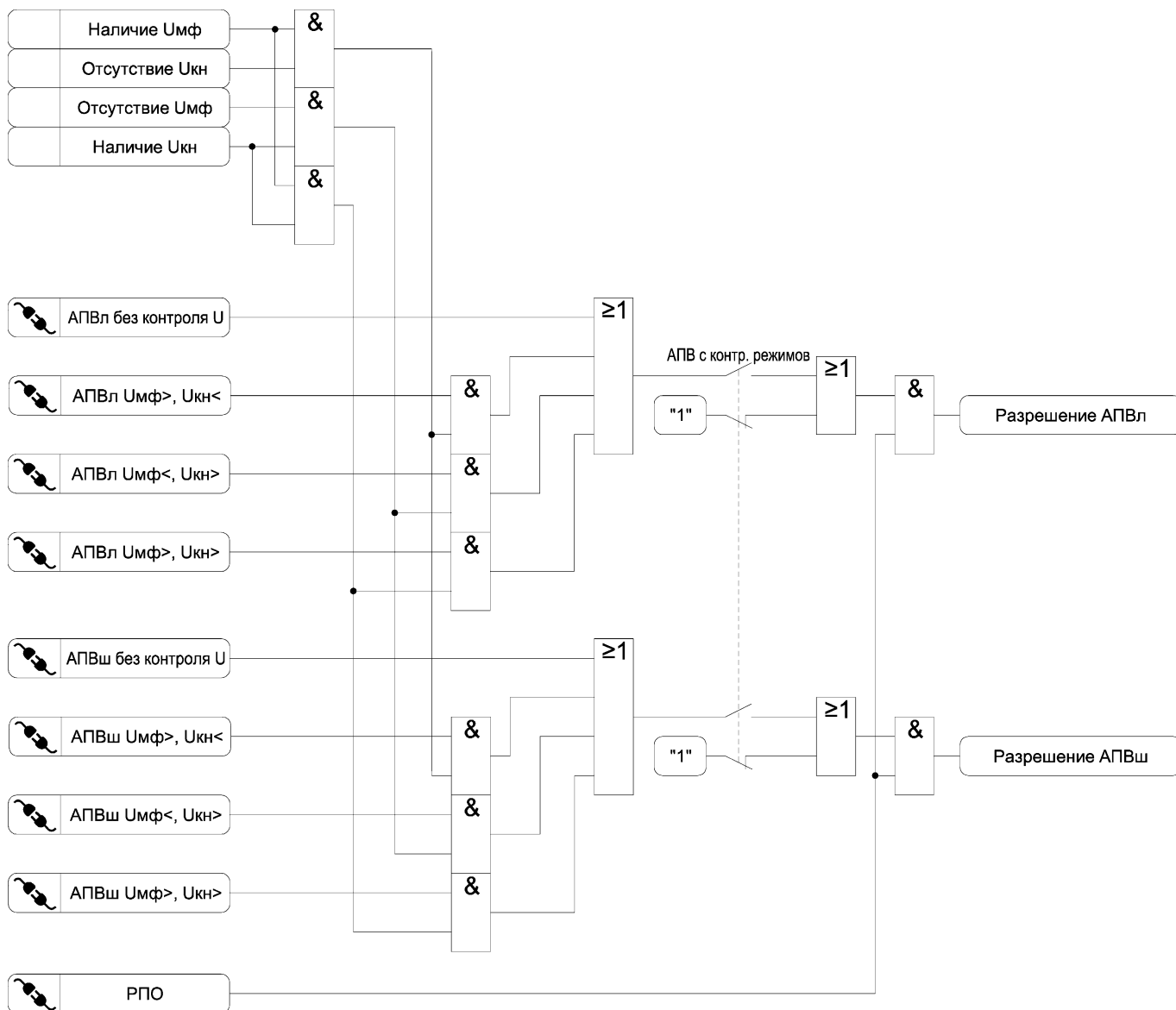


Рисунок 3.26 а) – Функциональная схема алгоритма АПВ

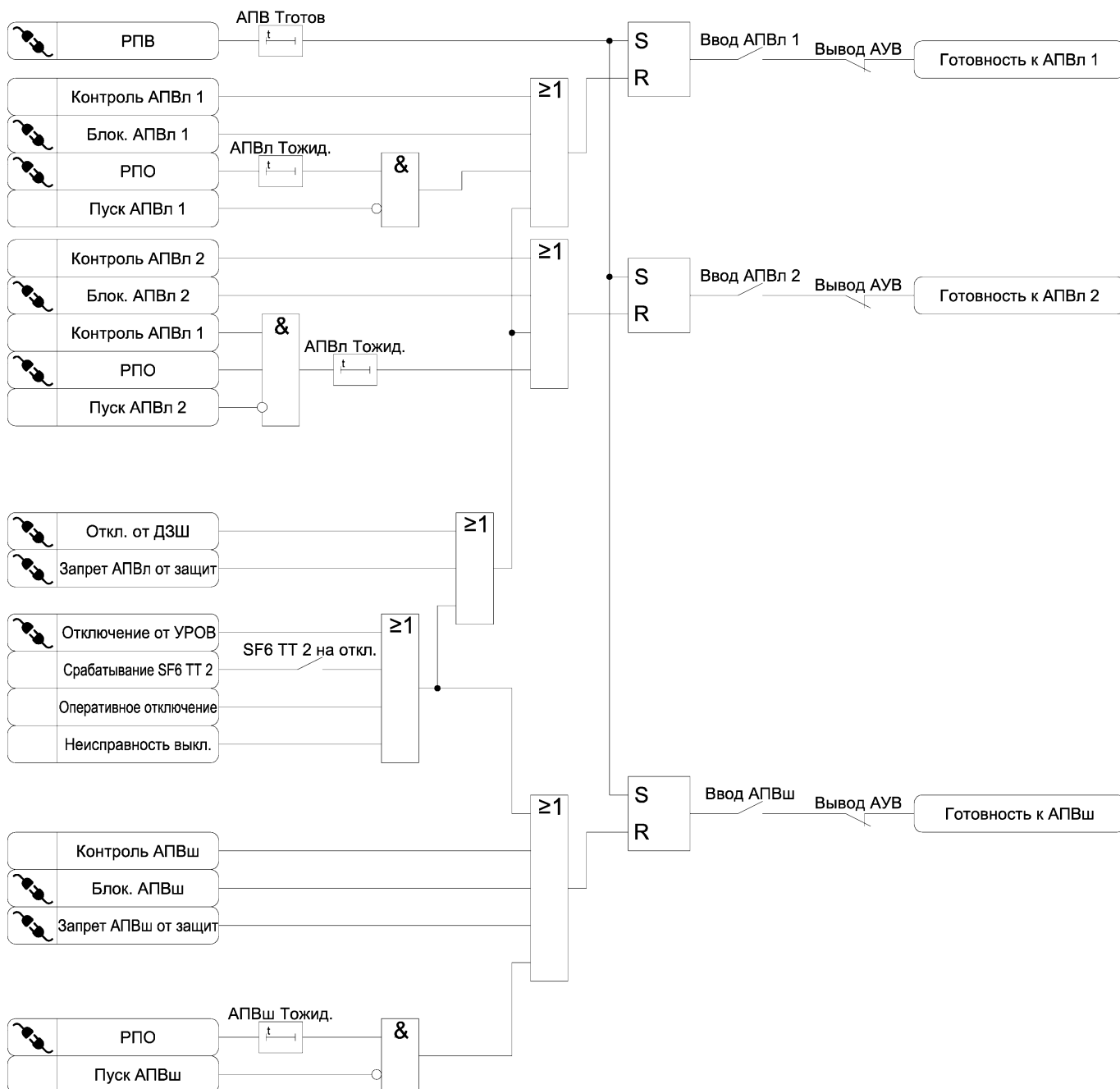


Рисунок 3.26 б) – Функциональная схема алгоритма АПВ

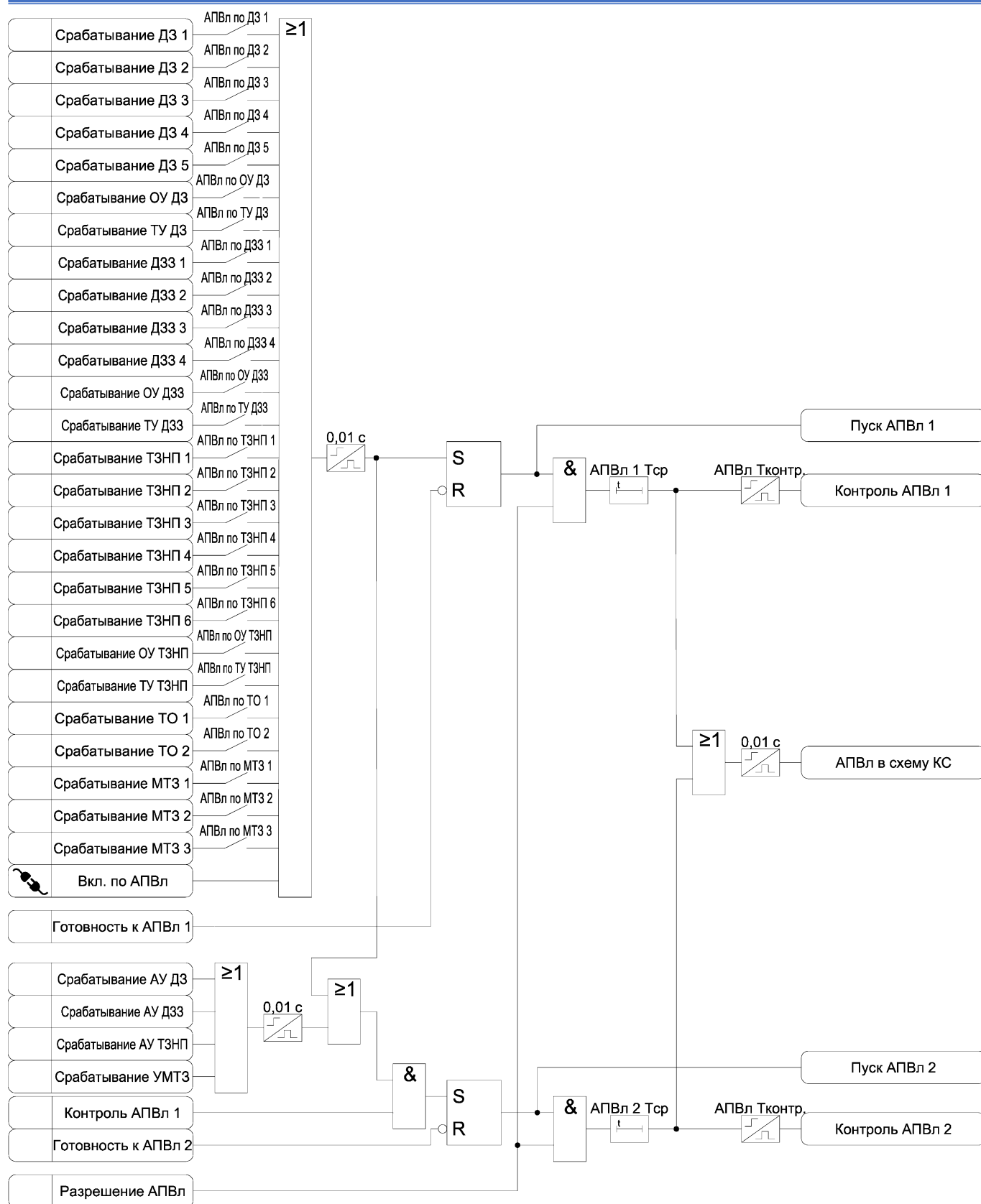


Рисунок 3.26 в) – Функциональная схема алгоритма АПУ

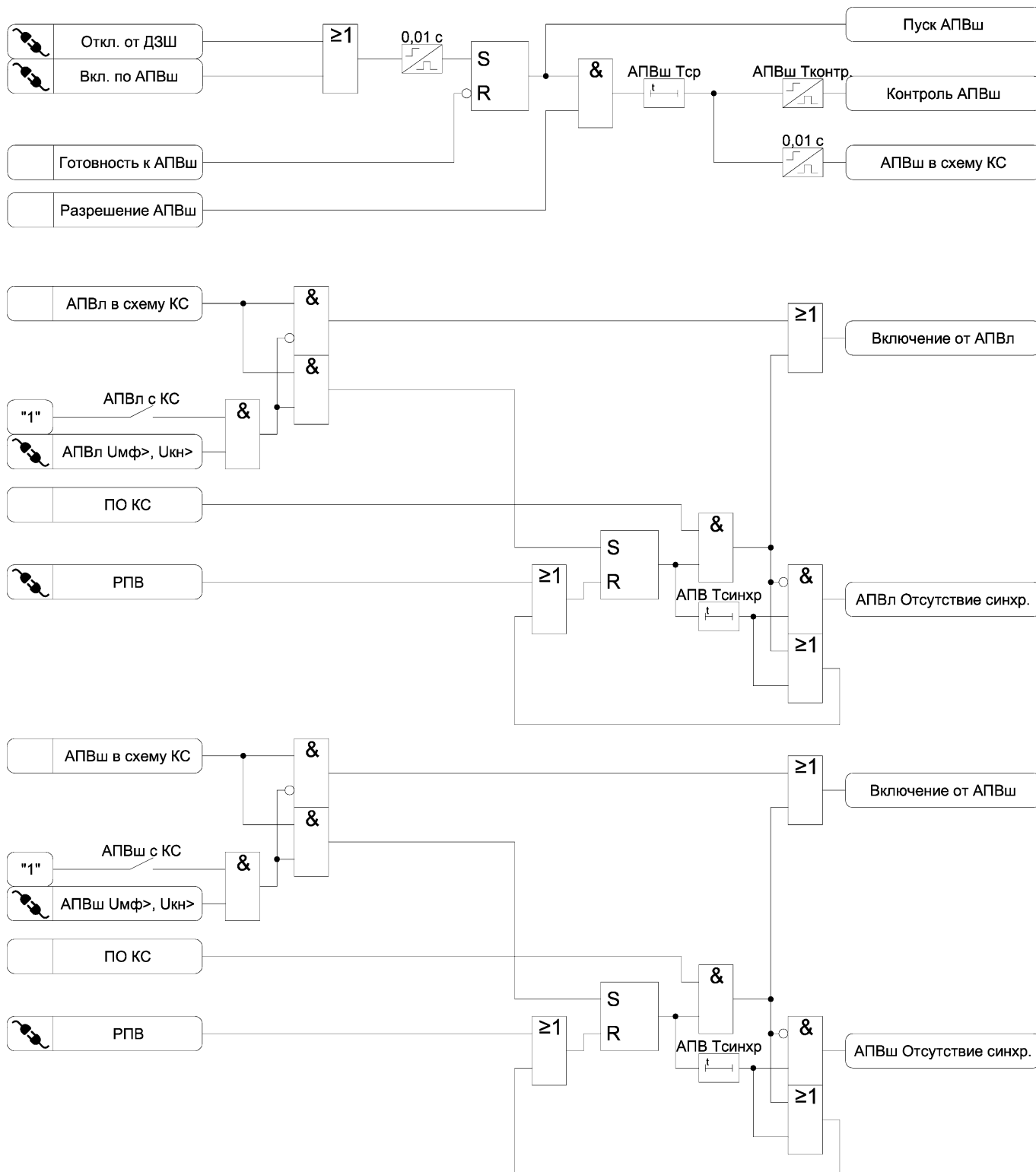


Рисунок 3.26 г) – Функциональная схема алгоритма АПВ

Таблица 3.39 – 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 с контр. режимов	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля режимов включения по АПВ
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
АПВл Тожд.	0,50 – 2,00	0,50	0,01	Уставка по времени ожидания условий по напряжению АПВ линии, с

Продолжение таблицы 3.39

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
АПВл Тконтр.	1,00 – 120,00	120,00	0,01	Уставка по времени восстановления готовности АПВ линии, с
АПВл по ДЗ 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗ 1 на АПВ линии
АПВл по ДЗ 2	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗ 2 на АПВ линии
АПВл по ДЗ 3	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗ 3 на АПВ линии
АПВл по ДЗ 4	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗ 4 на АПВ линии
АПВл по ДЗ 5	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗ 5 на АПВ линии
АПВл по ОУ ДЗ	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ОУ ДЗ на АПВ линии
АПВл по ТУ ДЗ	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТУ ДЗ на АПВ линии
АПВл по ДЗЗ 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗЗ 1 на АПВ линии
АПВл по ДЗЗ 2	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗЗ 2 на АПВ линии
АПВл по ДЗЗ 3	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗЗ 3 на АПВ линии
АПВл по ДЗЗ 4	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ДЗЗ 4 на АПВ линии
АПВл по ОУ ДЗЗ	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ОУ ДЗЗ на АПВ линии
АПВл по ТУ ДЗЗ	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТУ ДЗЗ на АПВ линии
АПВл по ТЗНП 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТЗНП 1 на АПВ линии
АПВл по ТЗНП 2	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТЗНП 2 на АПВ линии
АПВл по ТЗНП 3	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТЗНП 3 на АПВ линии
АПВл по ТЗНП 4	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТЗНП 4 на АПВ линии
АПВл по ТЗНП 5	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТЗНП 5 на АПВ линии
АПВл по ТЗНП 6	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТЗНП 6 на АПВ линии
АПВл по ОУ ТЗНП	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ОУ ТЗНП на АПВ линии
АПВл по ТУ ТЗНП	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТУ ТЗНП на АПВ линии
АПВл по ТО 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТО 1 на АПВ линии
АПВл по ТО 2	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия ТО 2 на АПВ линии
АПВл по МТЗ 1	☐ – ☒	☐	-	Ввод действия МТЗ 1 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
АПВ шин				
Ввод АПВш	☐ – ☒	☐	-	Ввод АПВ шин
АПВш Тср	0,10 – 300,00	0,50	0,01	Уставка по времени срабатывания АПВ шин, с
АПВш Тожд.	0,50 – 2,00	0,50	0,01	Уставка по времени ожидания условий по напряжению АПВ шин, с
АПВш Тконтр.	1,00 – 120,00	120,00	0,01	Уставка по времени восстановления готовности АПВ шин, с
Контроль синхронизма				
АПВл с КС	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля синхронизма при АПВ линии
АПВш с КС	☐ – ☒	☐	-	Ввод контроля синхронизма при АПВ шин
АПВ Тсинхр	0,00 – 600,00	1,00	0,01	Уставка по времени ожидания синхронизма, с

Таблица 3.40 – Логические сигналы АПВ

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	АПВл без контроля U	Ввод режима АПВ линии без контроля напряжений
	АПВл $U_{mf} >, U_{kn} <$	Ввод режима АПВ линии с контролем наличия напряжений UAB, UBC и отсутствия напряжения Ukn
	АПВл $U_{mf} <, U_{kn} >$	Ввод режима АПВ линии с контролем отсутствия напряжений UAB, UBC и наличием напряжения Ukn
	АПВл $U_{mf} >, U_{kn} >$	Ввод режима АПВ линии с контролем наличия напряжений UAB, UBC и Ukn
	АПВш без контроля U	Ввод режима АПВ шин без контроля напряжений
	АПВш $U_{mf} >, U_{kn} <$	Ввод режима АПВ шин с контролем наличия напряжений UAB, UBC и отсутствия напряжения Ukn
	АПВш $U_{mf} <, U_{kn} >$	Ввод режима АПВ шин с контролем отсутствия напряжений UAB, UBC и наличием напряжения Ukn
	АПВш $U_{mf} >, U_{kn} >$	Ввод режима АПВ шин с контролем наличия напряжений UAB, UBC и Ukn
	Блок. АПВл 1	Блокирование первого цикла АПВ линии
	Блок. АПВл 2	Блокирование второго цикла АПВ линии
	Блок. АПВш	Блокирование АПВ шин
	Запрет АПВл от защит	Запрет АПВ линии при срабатывании защит с запретом АПВ
	Запрет АПВш от защит	Запрет АПВ шин при срабатывании защит с запретом АПВ
	Вкл. по АПВл	Сигнал для срабатывания АПВ линии
	Вкл. по АПВш	Сигнал для срабатывания АПВ шин
	Отключение от УРОВ	Отключение от УРОВ нижестоящих защит
	Откл. от ДЗШ	Сигнал отключения выключателя от ДЗШ

Продолжение таблицы 3.40

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Срабатывание ДЗ 1	Срабатывание ДЗ 1
	Срабатывание ДЗ 2	Срабатывание ДЗ 2
	Срабатывание ДЗ 3	Срабатывание ДЗ 3
	Срабатывание ДЗ 4	Срабатывание ДЗ 4
	Срабатывание ДЗ 5	Срабатывание ДЗ 5
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ТУ ДЗ	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ДЗ3 1	Срабатывание ДЗ3 1
	Срабатывание ДЗ3 2	Срабатывание ДЗ3 2
	Срабатывание ДЗ3 3	Срабатывание ДЗ3 3
	Срабатывание ДЗ3 4	Срабатывание ДЗ3 4
	Срабатывание ОУ ДЗ3	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ3
	Срабатывание АУ ДЗ3	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ3
	Срабатывание ТУ ДЗ3	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗ3
	Срабатывание ТЗНП 1	Срабатывание ТЗНП 1
	Срабатывание ТЗНП 2	Срабатывание ТЗНП 2
	Срабатывание ТЗНП 3	Срабатывание ТЗНП 3
	Срабатывание ТЗНП 4	Срабатывание ТЗНП 4
	Срабатывание ТЗНП 5	Срабатывание ТЗНП 5
	Срабатывание ТЗНП 6	Срабатывание ТЗНП 6
	Срабатывание ОУ ТЗНП	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание АУ ТЗНП	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание ТУ ТЗНП	Срабатывание телеускоряемой ступени ТЗНП
	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
	Наличие Umф	Наличие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения и симметрией напряжения
	Отсутствие Umф	Отсутствие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения
	Наличие Uкн	Наличие напряжения Uкн с контролем цепей напряжения
	Отсутствие Uкн	Отсутствие напряжения Uкн с контролем цепей напряжения
	ПО КС	Пусковой орган наличия синхронизма напряжений
	Срабатывание SF6 ТТ 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
Выход	Разрешение АПВл	Сигнал разрешения АПВ линии от схемы контроля режимов АПВ
	Разрешение АПВш	Сигнал разрешения АПВ шин от схемы контроля режимов АПВ
	Готовность к АПВл 1	Сигнал готовности к первому циклу АПВ линии
	Готовность к АПВл 2	Сигнал готовности ко второму циклу АПВ линии

Продолжение таблицы 3.40

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	Готовность к АПВш	Сигнал готовности к АПВ шин
	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
	Пуск АПВш	Пуск АПВ шин
	Контроль АПВш	Сигнал контроля АПВ шин
	АПВш в схему КС	Сигнал включения выключателя от АПВ шин в схему контроля синхронизма
	Включение от АПВл	Включение выключателя от функции АПВ линии
	АПВл Отсутствие синхр.	Отсутствие синхронизма при АПВ линии
	Включение от АПВш	Включение выключателя от функции АПВ шин
	АПВш Отсутствие синхр.	Отсутствие синхронизма при АПВ шин

3.21.2 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.

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

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

3.21.5 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.

3.21.6 В устройстве раздельно реализовано АПВ линии и АПВ шин. Пуск АПВ линии и АПВ шин выполняется от защит.

3.21.7 На линиях с двусторонним питанием (в том числе на параллельных линиях с односторонним питанием) характерно наличие напряжений по обоим концам линии. Поэтому на таких линиях для восстановления изоляции необходимо отключение поврежденной линии с двух сторон.

Для работы на линиях с двусторонним питанием в устройстве предусмотрен контроль отсутствия или наличия напряжения на включаемой линии или питающих шинах (программный ключ «АПВ с контролем режимов»). Предусмотрена возможность контроля синхронности напряжений (программные ключи «АПВл с КС» и «АПВш с КС»).

3.22 Защита от повышения и снижения частоты

3.22.1 Функциональные схемы алгоритмов защиты от повышения и снижения частоты представлены на рисунке 3.27. Настраиваемые параметры защиты от повышения и снижения частоты приведены в таблице 3.41, входные и выходные сигналы – в таблице 3.42.

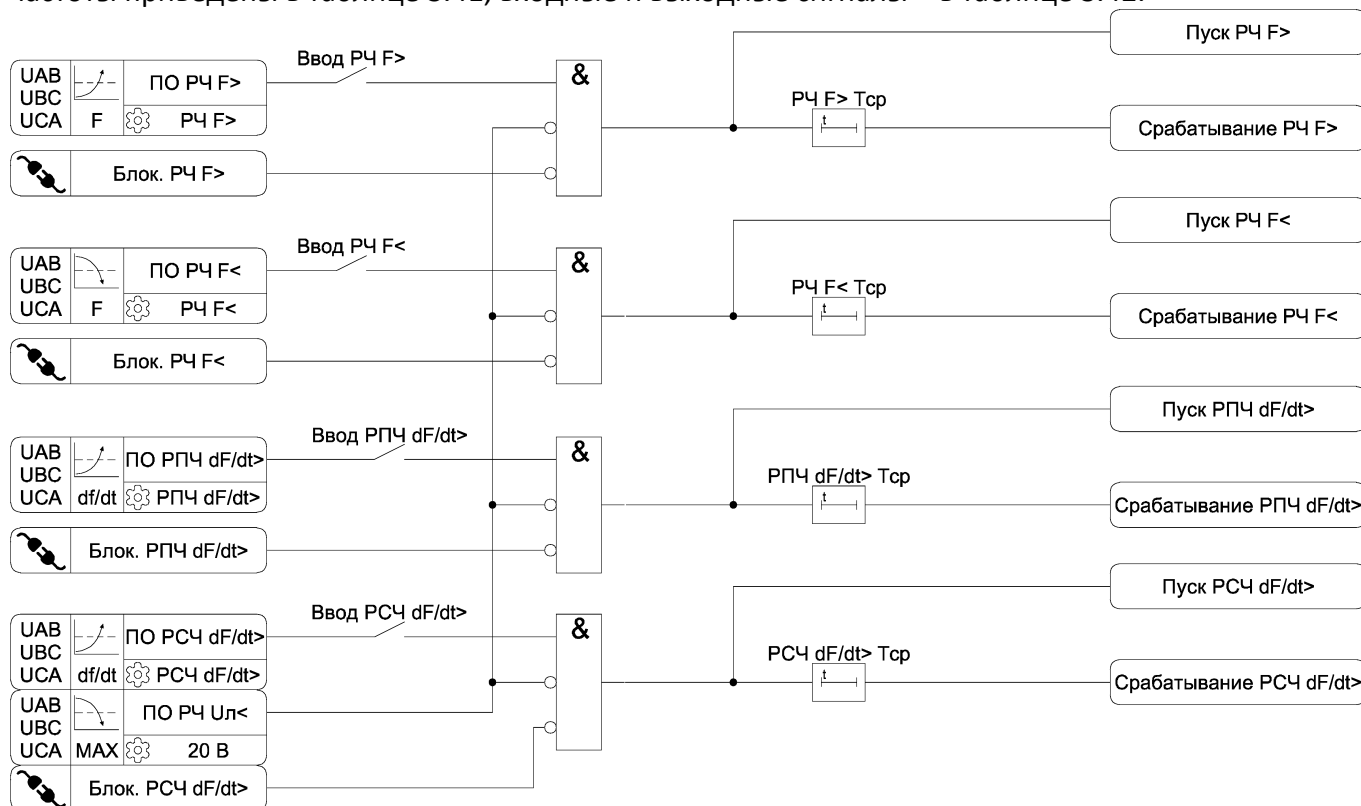


Рисунок 3.27 – Функциональные схемы алгоритмов защиты повышения и снижения частоты

Таблица 3.41 – 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 3.41

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
РПЧ $dF/dt > T_{cp}$	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 $dF/dt > T_{cp}$	0,00 – 100,00	0,30	0,01	Уставка по времени срабатывания защиты по скорости снижения частоты, с

Таблица 3.42 – 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 $U_{л} <^{4)}$	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		

3.23 Защита от снижения давления элегаза (SF6)

3.23.1 Функциональная схема алгоритма защиты от снижения давления элегаза представлена на рисунке 3.28. Настраиваемые параметры защиты от снижения давления элегаза приведены в таблице 3.43, входные и выходные сигналы – в таблице 3.44.

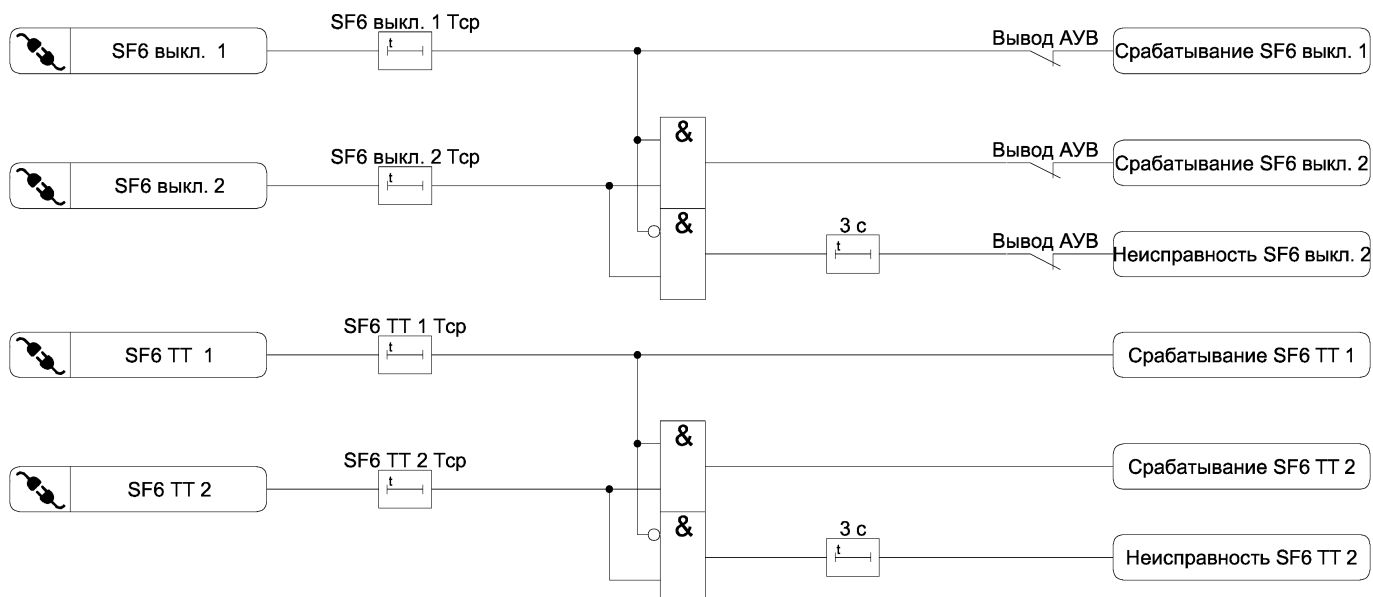


Рисунок 3.28 – Функциональная схема алгоритма защиты от снижения давления элегаза

Таблица 3.43 – Параметры защиты от снижения давления элегаза

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
SF6 выкл. 1 Тср	0,00 – 10,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания первой ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе, с
SF6 выкл. 2 Тср	0,00 – 10,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе, с
SF6 ТТ 1 Тср	0,00 – 10,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания первой ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ, с
SF6 ТТ 2 Тср	0,00 – 10,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ, с

Таблица 3.44 – Логические сигналы защиты от снижения давления элегаза

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	SF6 выкл. 1	Датчик первой ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	SF6 выкл. 2	Датчик второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	SF6 ТТ 1	Датчик первой ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	SF6 ТТ 2	Датчик второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
Выход	Срабатывание SF6 выкл. 1	Срабатывание первой ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Срабатывание SF6 выкл. 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Неисправность SF6 выкл. 2	Неисправность цепей второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Срабатывание SF6 ТТ 1	Срабатывание первой ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Срабатывание SF6 ТТ 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Неисправность SF6 ТТ 2	Неисправность цепей второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ

3.23.2 Первые ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе и ТТ действуют на сигнализацию.

3.23.3 Вторая ступень защиты от снижения давления элегаза в выключателе действует на блокирование управления выключателем и ускорение УРОВ. Возможен перевод действия второй ступени защиты на отключение и блокирование включения (программный ключ «SF6 выкл. 2 на откл.»).

3.23.4 Вторая ступень защиты от снижения давления элегаза в ТТ действует на блокирование включения. Возможен перевод действия второй ступени защиты на отключение выключателя и блокирование включения (программный ключ «SF6 выкл. 2 на откл.»).

3.23.5 Вторые ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе и ТТ срабатывают только при срабатывании первых ступеней. В противном случае с выдержкой времени 3 с формируются сигналы неисправности «Неисправность SF6 выкл. 2» и «Неисправность SF6 ТТ 2».

3.24 Оперативное управление выключателем

3.24.1 Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем представлена на рисунке 3.29. Настраиваемые параметры функции оперативного управления выключателем приведены в таблице 3.45, входные и выходные сигналы – в таблице 3.46.

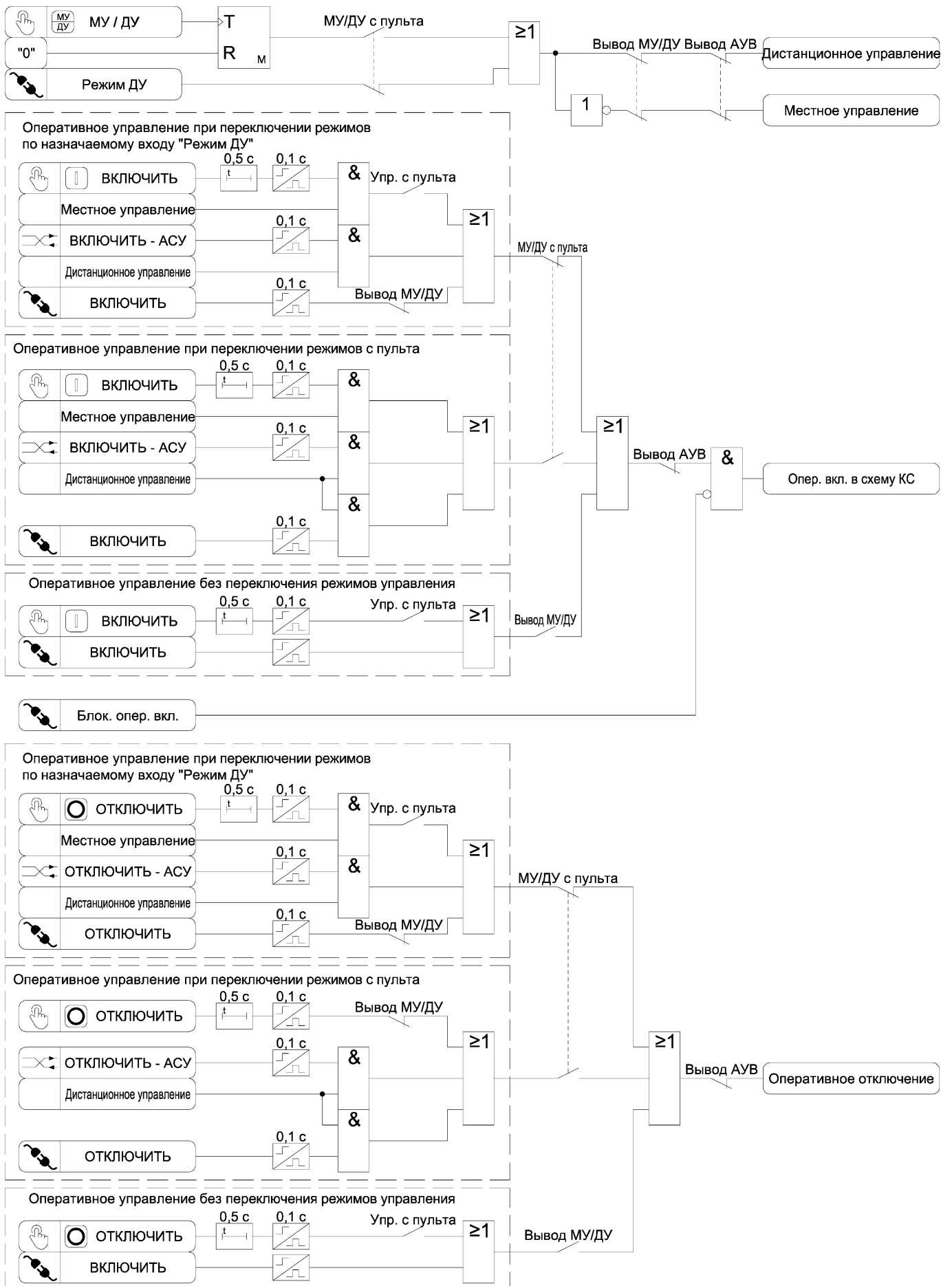


Рисунок 3.29 а) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

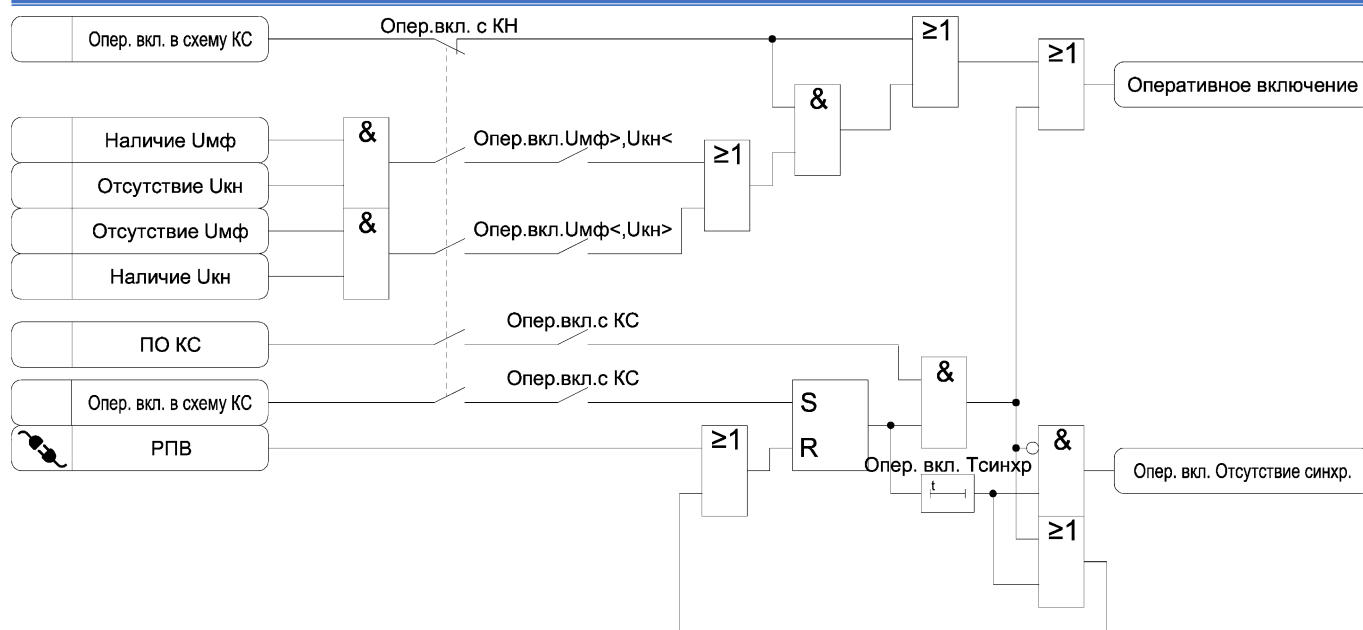


Рисунок 3.29 б) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

Таблица 3.45 – 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.Умф>,Укн<	☐ – ☒	☐	-	Ввод оперативного включения с контролем наличия напряжения Умф и отсутствия напряжения Укн
Опер.вкл.Умф<,Укн>	☐ – ☒	☐	-	Ввод оперативного включения с контролем отсутствия напряжения Умф и наличием напряжения Укн
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 3.46 – 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	Наличие Umф	Наличие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения и симметрией напряжения
	Отсутствие Umф	Отсутствие напряжений UAB, UBC, UCA с контролем цепей напряжения
	Наличие Uкн	Наличие напряжения Uкн с контролем цепей напряжения
	Отсутствие Uкн	Отсутствие напряжения Uкн с контролем цепей напряжения
	ПО КС	Пусковой орган наличия синхронизма напряжений
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

3.24.2 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.

3.24.3 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.

3.24.4 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».

3.24.5 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».

3.24.6 На рисунке 3.30 приведена упрощенная схема выбора режимов управления выключателем.

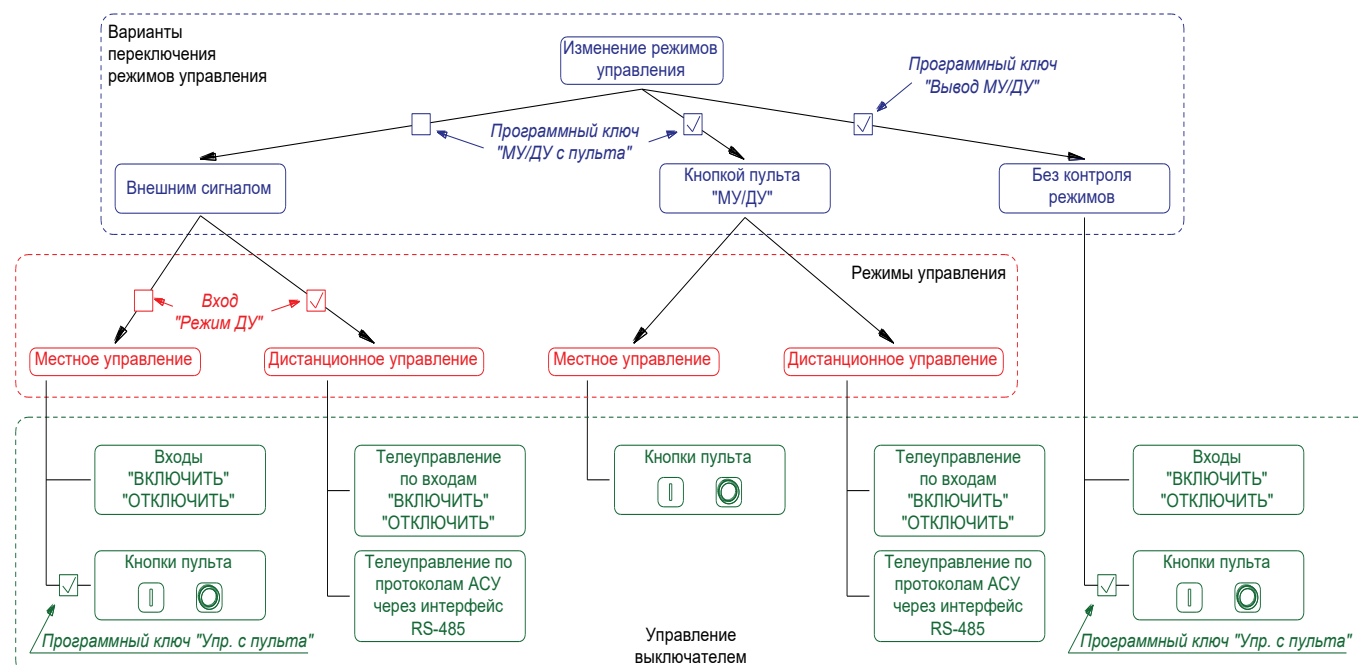


Рисунок 3.30 – Выбор режимов управления

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

3.25 Состояние защит

3.25.1 Функциональная схема формирования сигналов состояния защит представлена на рисунке 3.31. Настраиваемые параметры функции состояния защит приведены в таблице 3.47, входные и выходные сигналы – в таблице 3.48.

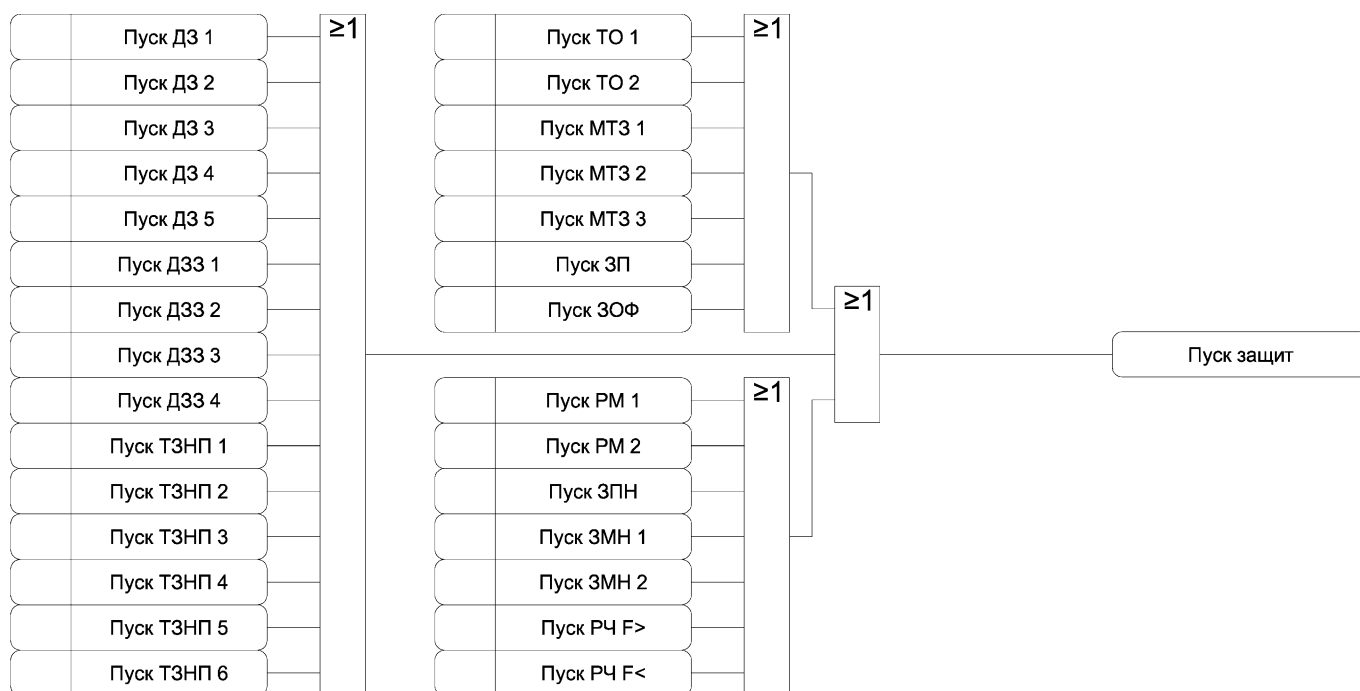


Рисунок 3.31 а) – Функциональная схема алгоритма формирования сигналов состояния защит

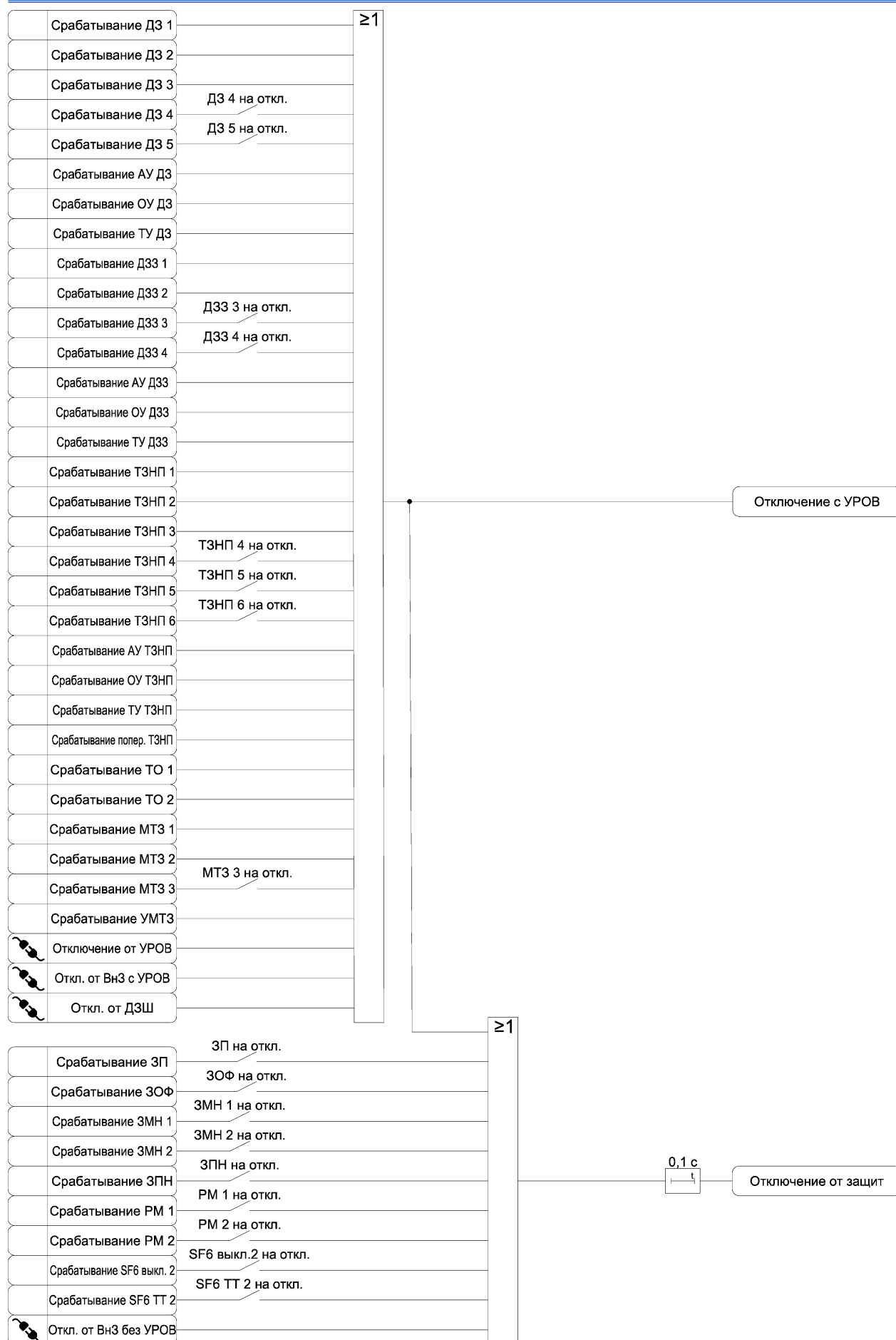


Рисунок 3.31 б) – Функциональная схема алгоритма формирования сигналов состояния защит

Таблица 3.47 – Параметры функции состояния защит

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
ДЗ 4 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ДЗ 4 на отключение выключателя
ДЗ 5 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ДЗ 5 на отключение выключателя
ДЗЗ 3 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ДЗЗ 3 на отключение выключателя
ДЗЗ 4 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ДЗЗ 4 на отключение выключателя
ТЗНП 4 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ТЗНП 4 на отключение выключателя
ТЗНП 5 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ТЗНП 5 на отключение выключателя
ТЗНП 6 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ТЗНП 6 на отключение выключателя
МТЗ 3 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания МТЗ 3 на отключение выключателя
ЗП на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания ЗП 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
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
SF6 выкл.2 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания второй ступени защиты от снижения давления элегаза выключателя на отключение
SF6 ТТ 2 на откл.	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания второй ступени защиты от снижения давления элегаза ТТ на отключение

Таблица 3.48 – Логические сигналы функции состояния защит

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	Отключение от УРОВ	Отключение от УРОВ нижестоящих защит
	Откл. от ВнЗ с УРОВ	Отключение выключателя от внешней защиты с действием на УРОВ
	Откл. от ВнЗ без УРОВ	Отключение выключателя от внешней защиты без действия на УРОВ
	Откл. от ДЗШ	Сигнал отключения выключателя от ДЗШ
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
	Пуск ДЗ 4	Пуск ДЗ 4
	Срабатывание ДЗ 4	Срабатывание ДЗ 4
	Пуск ДЗ 5	Пуск ДЗ 5
	Срабатывание ДЗ 5	Срабатывание ДЗ 5
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ТУ ДЗ	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗ
	Пуск ДЗЗ 1	Пуск ДЗЗ 1
	Срабатывание ДЗЗ 1	Срабатывание ДЗЗ 1
	Пуск ДЗЗ 2	Пуск ДЗЗ 2
	Срабатывание ДЗЗ 2	Срабатывание ДЗЗ 2
	Пуск ДЗЗ 3	Пуск ДЗЗ 3
	Срабатывание ДЗЗ 3	Срабатывание ДЗЗ 3
	Пуск ДЗЗ 4	Пуск ДЗЗ 4
	Срабатывание ДЗЗ 4	Срабатывание ДЗЗ 4
	Срабатывание АУ ДЗЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗЗ
	Срабатывание ОУ ДЗЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗЗ
	Срабатывание ТУ ДЗЗ	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗЗ
	Пуск ТЗНП 1	Пуск ТЗНП 1
	Срабатывание ТЗНП 1	Срабатывание ТЗНП 1
	Пуск ТЗНП 2	Пуск ТЗНП 2
	Срабатывание ТЗНП 2	Срабатывание ТЗНП 2
	Пуск ТЗНП 3	Пуск ТЗНП 3
	Срабатывание ТЗНП 3	Срабатывание ТЗНП 3
	Пуск ТЗНП 4	Пуск ТЗНП 4
	Срабатывание ТЗНП 4	Срабатывание ТЗНП 4
	Пуск ТЗНП 5	Пуск ТЗНП 5
	Срабатывание ТЗНП 5	Срабатывание ТЗНП 5
	Пуск ТЗНП 6	Пуск ТЗНП 6
	Срабатывание ТЗНП 6	Срабатывание ТЗНП 6
	Срабатывание АУ ТЗНП	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание ОУ ТЗНП	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание ТУ ТЗНП	Срабатывание телеускоряемой ступени ТЗНП

Продолжение таблицы 3.48

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Срабатывание попер. ТЗНП	Срабатывание поперечной ТЗНП
	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 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
	Пуск РЧ F>	Пуск защиты от повышения частоты
	Пуск РЧ F<	Пуск защиты от снижения частоты
	Срабатывание SF6 выкл. 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Срабатывание SF6 ТТ 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
Выход	Пуск защит	Пуск защит
	Отключение с УРОВ	Отключение выключателя с действием на УРОВ
	Отключение от защит	Срабатывание защит на отключение выключателя

3.26 Управление выключателем

3.26.1 Функциональные схемы алгоритмов включения и отключения выключателя представлены на рисунке 3.32. Настраиваемые параметры функции управления выключателем приведены в таблице 3.49, входные и выходные сигналы – в таблице 3.50.

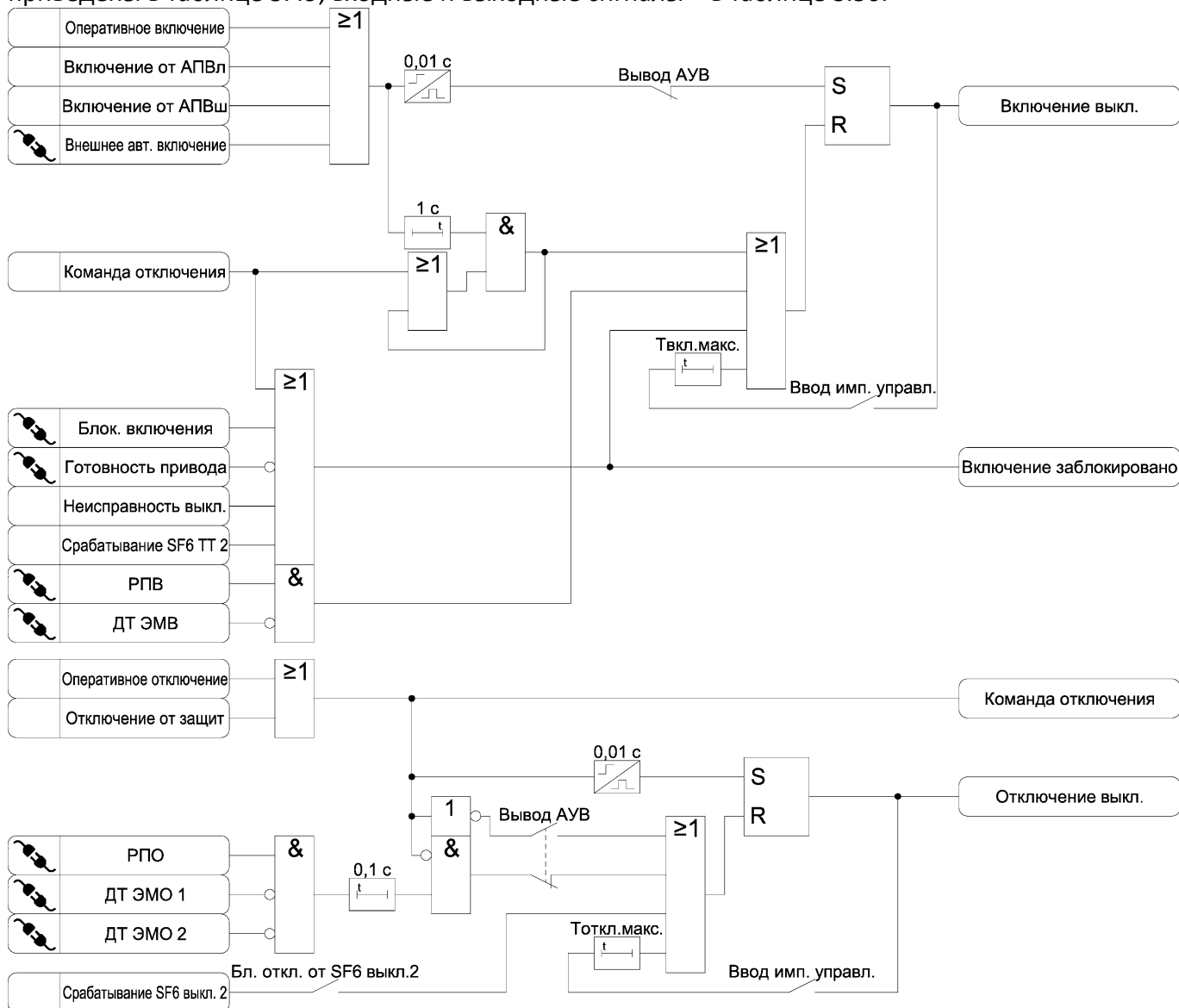


Рисунок 3.32 – Функциональная схема алгоритма управления выключателем

Таблица 3.49 – 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
Бл. откл. от SF6 выкл.2	☐ – ☒	☐	-	Ввод срабатывания второй ступени защиты от снижения давления элегаза выключателя на блокирование отключения
Вывод АУВ	☐ – ☒	☐	-	Вывод автоматики управления выключателем

Таблица 3.50 – 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
	ДТ ЭМВ	Датчик тока электромагнита включения
	ДТ ЭМО 1	Датчик тока электромагнита отключения 1
	ДТ ЭМО 2	Датчик тока электромагнита отключения 2
Вход	Включение от АПВл	Включение выключателя от функции АПВ линии
	Включение от АПВш	Включение выключателя от функции АПВ шин
	Оперативное включение	Сигнал оперативного включения выключателя
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя
	Отключение от защит	Срабатывание защит на отключение выключателя
	Срабатывание SF6 ТТ 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Срабатывание SF6 выкл. 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Неисправность выкл.	Неисправность выключателя
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

3.26.2 В устройстве реализована функция блокировки многократных включений выключателя.

3.26.3 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. 3.27).

3.27 Диагностика выключателя

3.27.1 Функциональная схема диагностики выключателя представлена на рисунке 3.33. Настраиваемые параметры функции диагностики выключателя приведены в таблице 3.51, входные и выходные сигналы – в таблице 3.52.

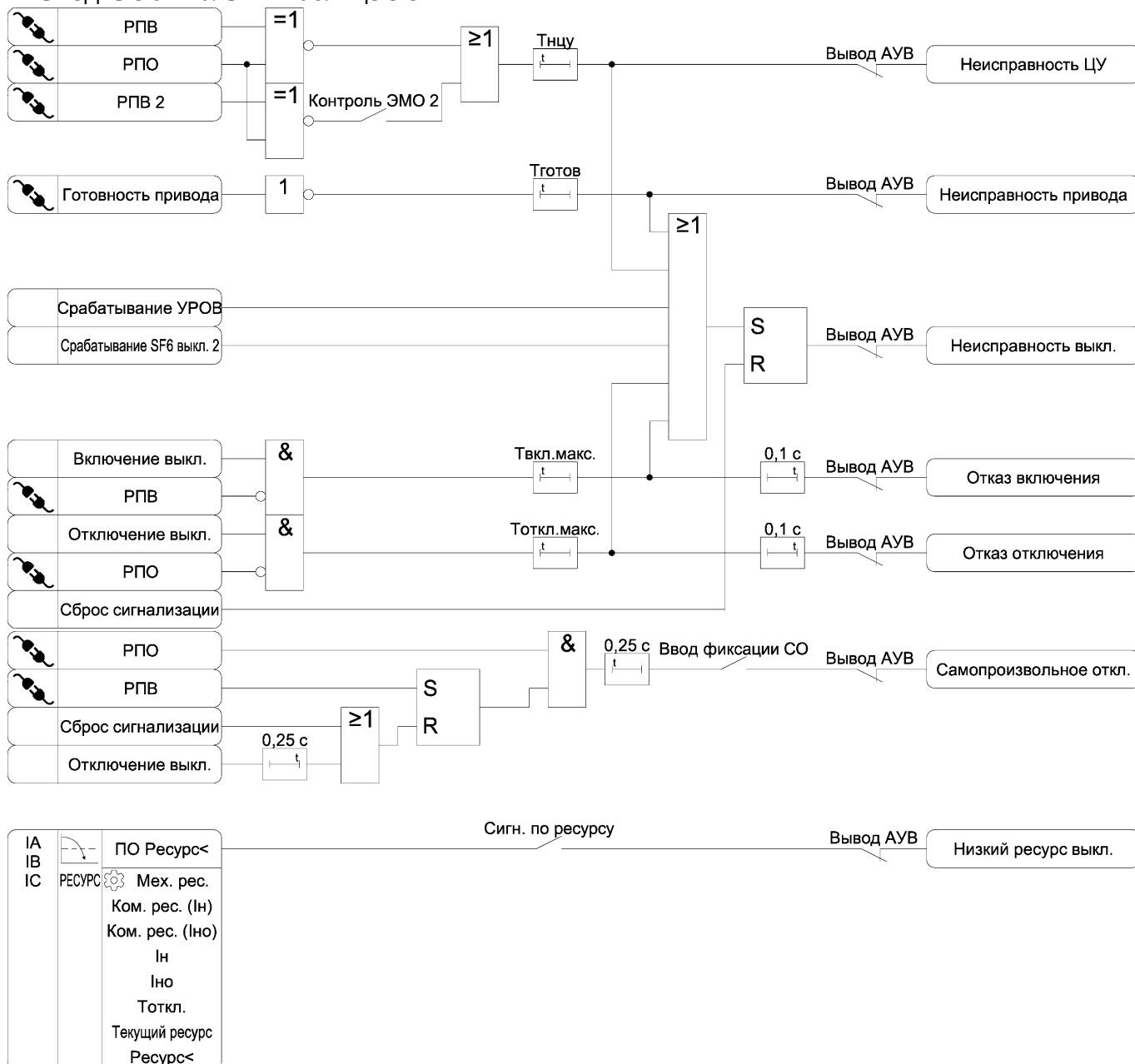


Рисунок 3.33 – Функциональная схема алгоритма диагностики выключателя

Таблица 3.51 – 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
Контроль ЭМО 2	☐ – ☒	☐		Ввод контроля ЭМО 2
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. (In)	0 – 100000	50000	1	Коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе, цикл ВО
Ком. рес. (Ino)	0 – 500	100	1	Коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе отключения, цикл ВО
In	0,50 – 500,00	5,00	0,01	Номинальный ток выключателя, А
Ino	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 3.52 – 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
	РПВ 2	Реле положения выключателя – включено второго электромагнита отключения
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	Готовность привода	Сигнал готовности привода к включению выключателя
Вход	Срабатывание УРОВ	Срабатывание УРОВ
	Срабатывание SF6 выкл. 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	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		

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

- при максимальном фазном токе не более номинального тока выключателя:

$$КР = МР \cdot \left(\frac{КР(I_H)}{МР} \right)^{\frac{I_{\max}}{I_H}}, \quad (3.19)$$

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

$$КР = КР(I_{Ho}) \cdot \left(\frac{КР(I_H)}{КР(I_{Ho})} \right)^{\frac{\ln\left(\frac{I_{Ho}}{I_{\max}}\right)}{\ln\left(\frac{I_{Ho}}{I_H}\right)}}, \quad (3.20)$$

где КР – израсходованный ресурс выключателя, %;

МР – механический ресурс выключателя (задается уставкой);

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

КР(I_{Ho}) – коммутационный ресурс выключателя при номинальном токе отключения (задается уставкой);

I_{макс} – максимальный из трех фазных токов, А;

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

I_{Ho} – номинальный ток отключения выключателя (задается уставкой), А.

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

3.27.4 При отключении выключателя с током I_{макс} > I_{Ho} остаточный ресурс выключателя снижается до нуля.

3.28 Защита электромагнитов управления

3.28.1 Функциональная схема алгоритма защиты электромагнитов управления представлена на рисунке 3.34. Настраиваемые параметры защиты электромагнитов управления приведены в таблице 3.53, входные и выходные сигналы – в таблице 3.54.



Рисунок 3.34 – Функциональная схема алгоритма защиты электромагнитов управления

Таблица 3.53 – Параметры защиты электромагнитов управления

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Защита ЭМ Тср	1,00 – 5,00	1,00	0,01	Уставка по времени защиты электромагнитов управления, с

Таблица 3.54 – Логические сигналы защиты электромагнитов управления

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	ДТ ЭМВ	Датчик тока электромагнита включения
	ДТ ЭМО 1	Датчик тока электромагнита отключения 1
	ДТ ЭМО 2	Датчик тока электромагнита отключения 2
Выход	Сраб. Защиты ЭМО 1 и ЭМВ	Срабатывание защиты ЭМО 1 и ЭМВ на отключение автоматического выключателя цепей управления
	Сраб. Защиты ЭМО 2	Срабатывание защиты ЭМО 2 на отключение автоматического выключателя цепей управления

3.29 Контроль измерительных цепей напряжения (КЦН)

3.29.1 Функциональная схема КЦН представлена на рисунке 3.35. Настраиваемые параметры КЦН приведены в таблице 3.55, входные и выходные сигналы – в таблице 3.56.

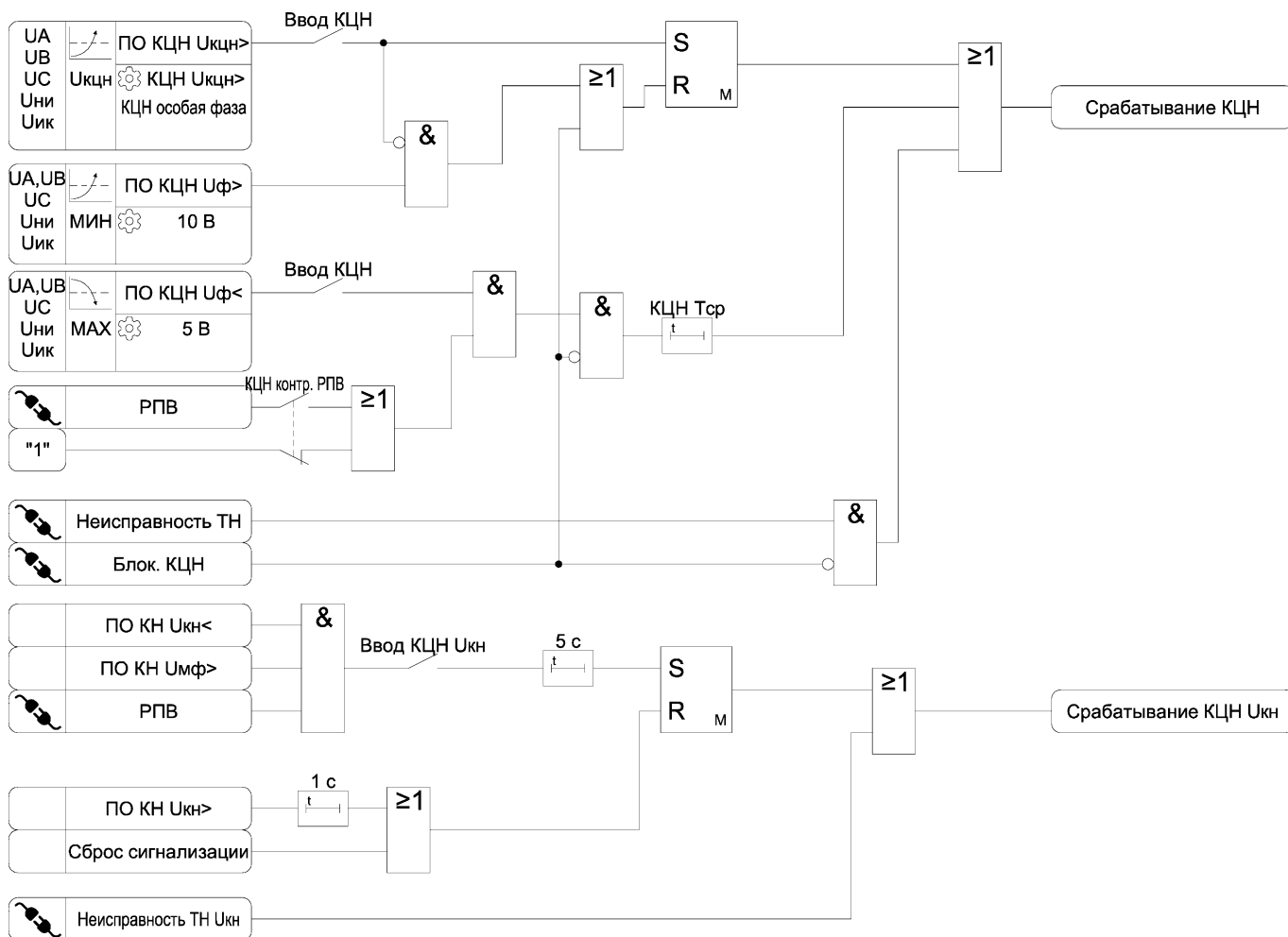


Рисунок 3.35 – Функциональная схема алгоритма КЦН

Таблица 3.55 – Параметры КЦН

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод КЦН	☐ – ☒	☐	-	Ввод КЦН
КЦН особая фаза	1 – 3	1	1	Выбор особой фазы обмотки со схемой соединения «звезда» (1 – фаза А, 2 – фаза В, 3 – фаза С)
КЦН Укцн>	5 – 30	20	1	Уставка по напряжению срабатывания КЦН, В
КЦН Тср	0,1 – 20,00	1,00	0,01	Уставка по времени срабатывания КЦН, с
КЦН контр. РПВ	☐ – ☒	☐	-	Контроль РПВ для КЦН при исчезновении всех напряжений
Ввод КЦН Укн	☐ – ☒	☐	-	Ввод КЦН цепей Укн

Таблица 3.56 – Логические сигналы КЦН

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
ПО	ПО КЦН $U_{кцн} > ^{1)}$	Пусковой орган КЦН по небалансу напряжения обмоток звезды и разомкнутого треугольника
	ПО КЦН $U_{ф} > ^{1)}$	Пусковой орган повышения фазных напряжений функции КЦН
	ПО КЦН $U_{ф} < ^{2)}$	Пусковой орган снижения фазных напряжений функции КЦН
	Неисправность ТН	Сигнал неисправности ЦН
	Неисправность ТН Укн	Сигнал неисправности цепей напряжения Укн
	Блок. КЦН	Блокирование КЦН
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
Вход	Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
	ПО КН $U_{мф} >$	Пусковой орган наличия напряжений U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}
	ПО КН $U_{кн} >$	Пусковой орган наличия напряжения Укн
	ПО КН $U_{кн} <$	Пусковой орган отсутствия напряжения Укн
Выход	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
	Срабатывание КЦН Укн	Неисправность измерительных цепей напряжения Укн
¹⁾ Коэффициент возврата не менее 0,93 ²⁾ Коэффициент возврата не более 1,07		

3.29.2 Принцип действия КЦН основан на сравнении обмоток звезды и разомкнутого треугольника.

3.29.3 В устройстве реализовано три варианта подключения вторичных цепей ТН. При включении по схеме «особая фаза А» напряжение срабатывания функции КЦН рассчитывается по формуле:

$$U_{кцн} = \left| \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_A + \frac{\bar{U}_{ни} - \bar{U}_{ик}}{\sqrt{3}} \right| \quad (3.21)$$

при включении по схеме «особая фаза В»:

$$U_{кцн} = \left| \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_B + \frac{\bar{U}_{ни} - \bar{U}_{ик}}{\sqrt{3}} \right| \quad (3.22)$$

при включении по схеме «особая фаза С»:

$$U_{кцн} = \left| \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_C + \frac{\bar{U}_{ни} - \bar{U}_{ик}}{\sqrt{3}} \right| \quad (3.23)$$

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

$\bar{U}_{ни}, \bar{U}_{ик}$ – вторичные значения напряжений разомкнутого треугольника.

Под особой фазой понимается фаза обмотки со схемой соединения «звезда», вектор которой сонаправлен с напряжением $U_{ни}$.

3.29.4 При исчезновении всех пяти напряжений КЦН срабатывает с выдержкой времени «КЦН Тср».

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

3.29.6 В устройстве предусмотрен контроль целостности цепей напряжения Укн. Функция КЦН срабатывает при отсутствии напряжения Укн, если при этом выключатель включен и присутствуют напряжения U_A, U_B, U_C .

3.30 Функции сигнализации

3.30.1 Функциональная схема алгоритма сигнализации представлена на рисунке 3.36. Настраиваемые параметры функции сигнализации приведены в таблице 3.57. Входные и выходные сигналы алгоритма сигнализации приведены в таблице 3.58.

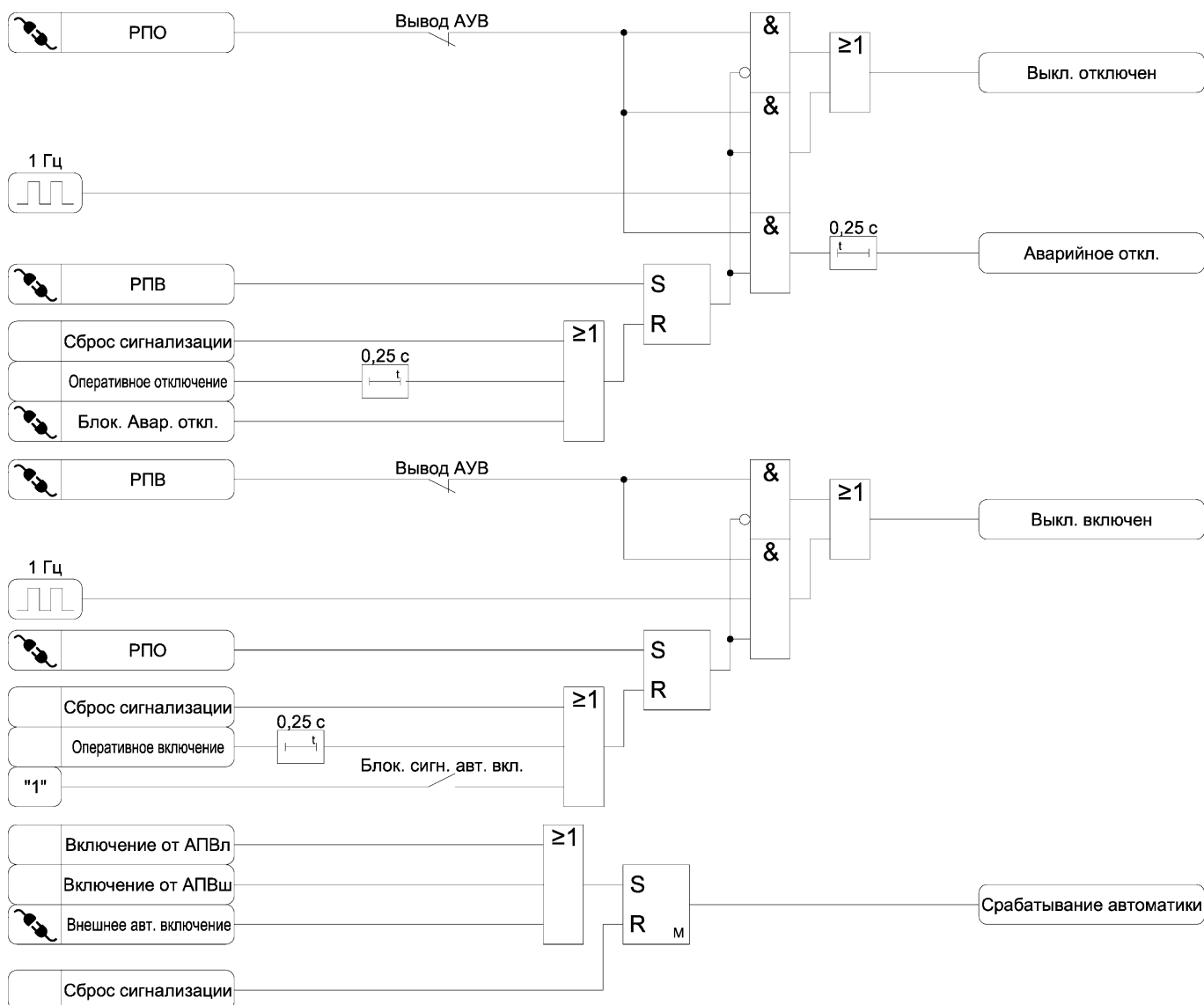


Рисунок 3.36 а) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

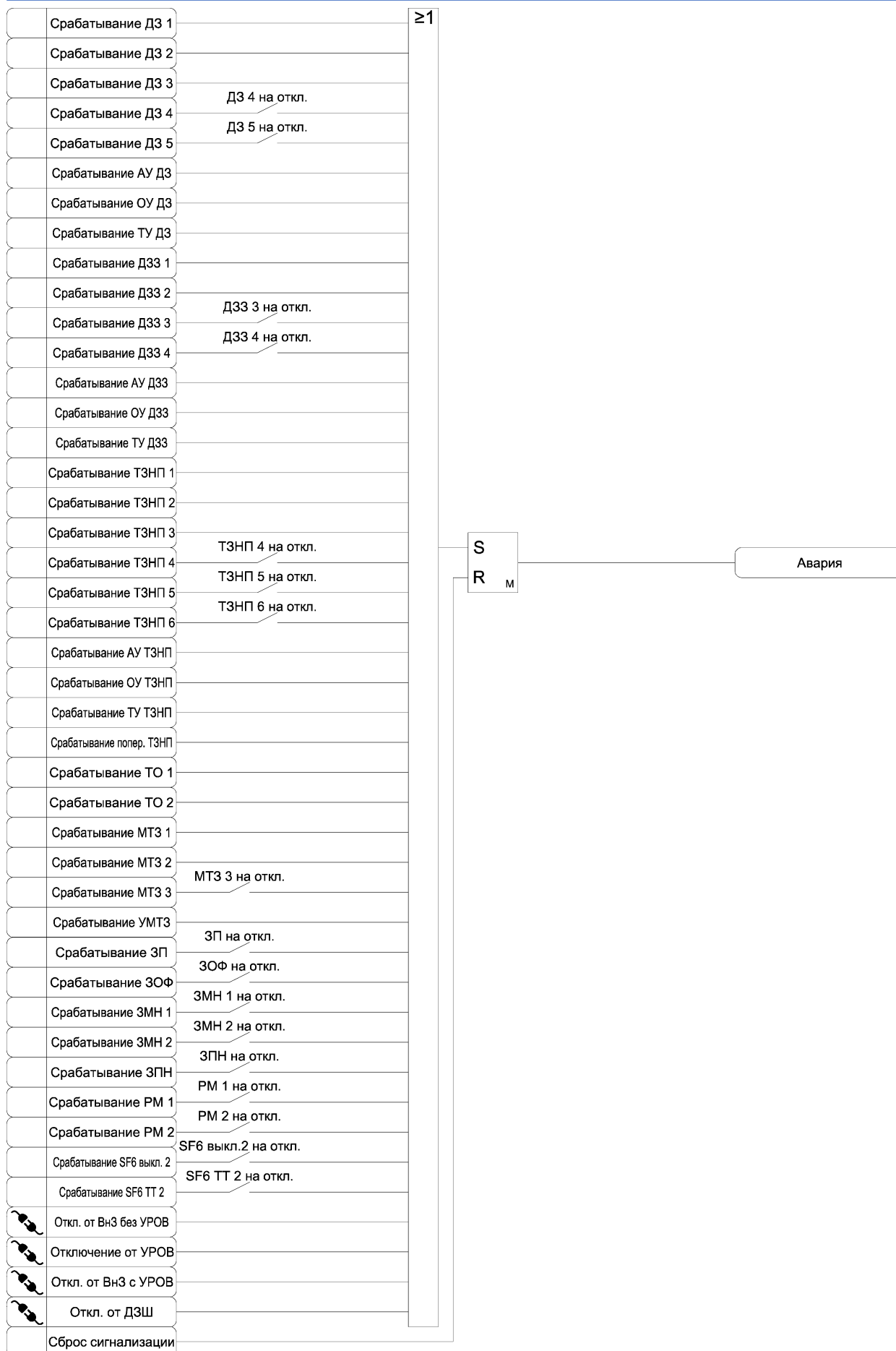


Рисунок 3.36 б) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

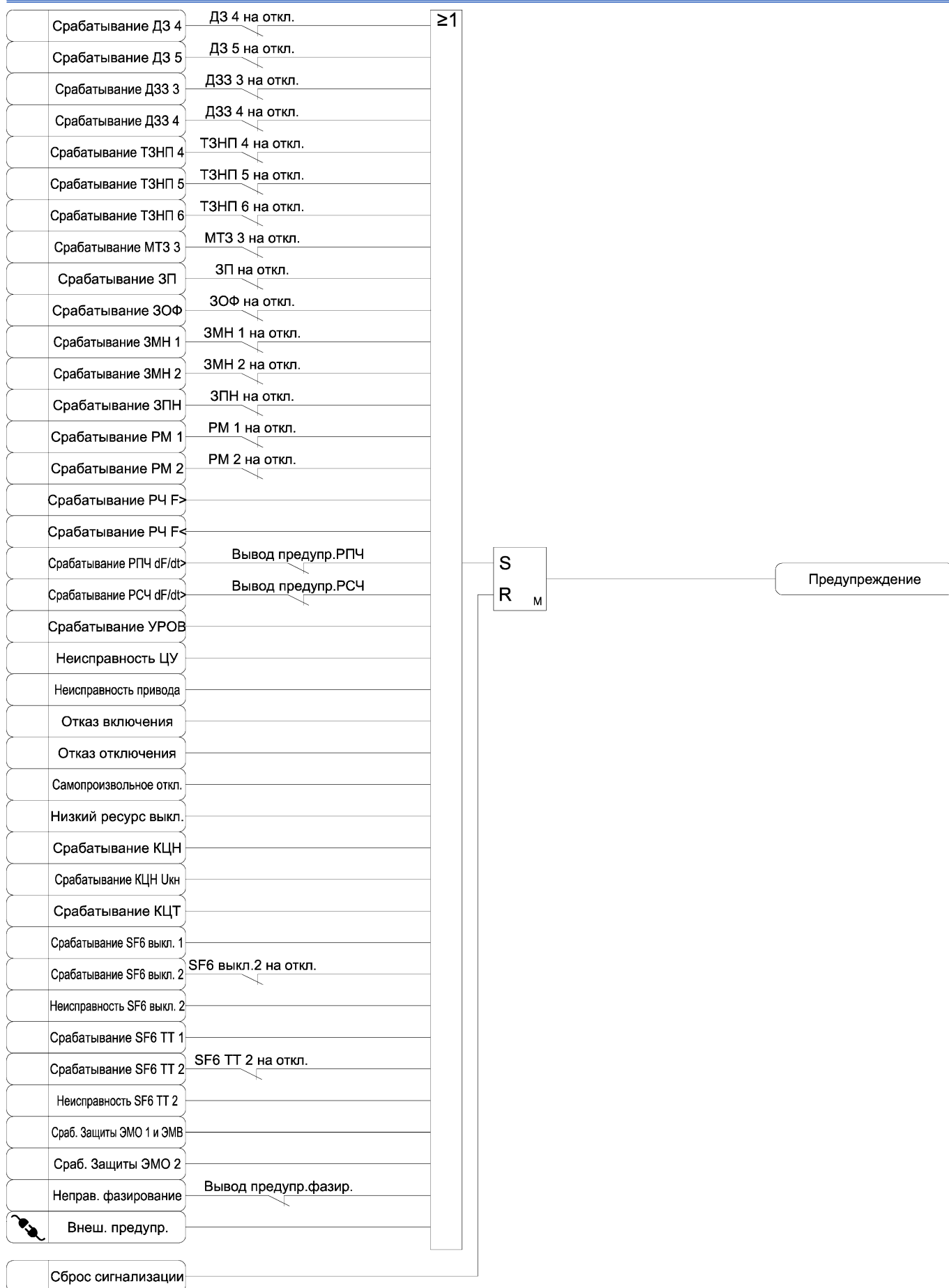


Рисунок 3.36 в) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

Таблица 3.57 – Параметры функции сигнализации

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Блок. сигн. авт. вкл.	☐ – ☒	☐	-	Блокирование сигнализации автоматического включения
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 3.58 – Логические сигналы алгоритма сигнализации

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
	РПВ	Реле положения выключателя – включено
	РПО	Реле положения выключателя – отключено
	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
	Откл. от ДЗШ	Сигнал отключения выключателя от ДЗШ
Вход	Срабатывание ДЗ 1	Срабатывание ДЗ 1
	Срабатывание ДЗ 2	Срабатывание ДЗ 2
	Срабатывание ДЗ 3	Срабатывание ДЗ 3
	Срабатывание ДЗ 4	Срабатывание ДЗ 4
	Срабатывание ДЗ 5	Срабатывание ДЗ 5
	Срабатывание АУ ДЗ	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ОУ ДЗ	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ТУ ДЗ	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗ
	Срабатывание ДЗ3 1	Срабатывание ДЗ3 1
	Срабатывание ДЗ3 2	Срабатывание ДЗ3 2
	Срабатывание ДЗ3 3	Срабатывание ДЗ3 3
	Срабатывание ДЗ3 4	Срабатывание ДЗ3 4
	Срабатывание АУ ДЗ3	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ДЗ3
	Срабатывание ОУ ДЗ3	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ДЗ3
	Срабатывание ТУ ДЗ3	Срабатывание телеускоряемой ступени ДЗ3
	Срабатывание ТЗНП 1	Срабатывание ТЗНП 1
	Срабатывание ТЗНП 2	Срабатывание ТЗНП 2
	Срабатывание ТЗНП 3	Срабатывание ТЗНП 3
	Срабатывание ТЗНП 4	Срабатывание ТЗНП 4
	Срабатывание ТЗНП 5	Срабатывание ТЗНП 5
	Срабатывание ТЗНП 6	Срабатывание ТЗНП 6

Продолжение таблицы 3.58

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Срабатывание АУ ТЗНП	Срабатывание автоматически ускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание ОУ ТЗНП	Срабатывание оперативно ускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание ТУ ТЗНП	Срабатывание телеускоряемой ступени ТЗНП
	Срабатывание попер. ТЗНП	Срабатывание поперечной ТЗНП
	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 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 УРОВ	Срабатывание УРОВ
	Включение от АПВл	Включение выключателя от функции АПВ линии
	Включение от АПВш	Включение выключателя от функции АПВ шин
	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
	Срабатывание SF6 выкл. 1	Срабатывание первой ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Срабатывание SF6 выкл. 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Неисправность SF6 выкл. 2	Неисправность цепей второй ступени защиты от снижения давления элегаза в выключателе
	Срабатывание SF6 ТТ 1	Срабатывание первой ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Срабатывание SF6 ТТ 2	Срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Неисправность SF6 ТТ 2	Неисправность цепей второй ступени защиты от снижения давления элегаза в ТТ
	Оперативное включение	Сигнал оперативного включения выключателя
	Оперативное отключение	Сигнал оперативного отключения выключателя

Продолжение таблицы 3.58

Тип сигнала	Наименование сигнала	Комментарий
Вход	Сраб. Защиты ЭМО 1 и ЭМВ	Срабатывание защиты ЭМО 1 и ЭМВ на отключение автоматического выключателя цепей управления
	Сраб. Защиты ЭМО 2	Срабатывание защиты ЭМО 2 на отключение автоматического выключателя цепей управления
	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
	Самопроизвольное откл.	Отключение выключателя без команды управления
	Низкий ресурс выкл.	Низкий остаточный ресурс выключателя
	Срабатывание КЦН	Неисправность измерительных цепей напряжения
	Срабатывание КЦН Укн	Неисправность измерительных цепей напряжения Укн
	Неправ. фазирование	Сигнал неправильного фазирования цепей тока или напряжения
	Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
Выход	Выкл. отключен	Сигнализация отключенного положения выключателя
	Выкл. включен	Сигнализация включенного положения выключателя
	Аварийное откл.	Аварийное отключение выключателя
	Предупреждение	Срабатывание предупредительной сигнализации
	Авария	Срабатывание аварийной сигнализации
	Срабатывание автоматики	Срабатывание автоматики

3.30.2 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.

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

3.30.4 Альтернативным способом сигнализации автоматических переключений является коммутирование лампы бесконтактными дискретными выходами «Выкл. отключен» и «Выкл. включен». В этом случае применение шинки мигающего света не требуется.

3.30.5 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.

3.30.6 Сброс сигнализации осуществляется кнопкой «СБРОС» на лицевой панели пульта, командой АСУ или по входному подключаемому логическому сигналу «Сброс сигнализации» (см. рисунок 3.37).



Рисунок 3.37 – Функциональная схема алгоритма сброса сигнализации

3.31 Определение места повреждения (ОМП)

3.31.1 Настраиваемые параметры функции ОМП приведены в таблице 3.59. Входные и выходные сигналы алгоритма ОМП приведены в таблице 3.60.

Таблица 3.59 – Параметры ОМП

Наименование уставки	Диапазон изменения	Значение по умолчанию	Шаг изменения	Комментарий
Ввод ОМП	☐ – ☒	☐	-	Ввод ОМП
ОМП кол-во участков	1 – 4	1	1	Количество однородных участков линии
ОМП L уч.1	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина участка 1, км
ОМП X1 уд. уч.1	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности участка 1, Ом/км
ОМП R1 уд. уч.1	0,010 – 10,000	0,200	0,001	Удельное активное сопротивление прямой последовательности участка 1, Ом/км
ОМП X0 уд. уч.1	0,010 – 10,000	1,300	0,001	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности участка 1, Ом/км
ОМП R0 уд. уч.1	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности участка 1, Ом/км
ОМП X0 отв. уч.1	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Реактивное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 1, Ом
ОМП R0 отв. уч.1	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Активное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 1, Ом
ОМП Xm уд. уч.1	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное реактивное сопротивление взаимоиндукции с параллельной линией участка 1, Ом
ОМП Rm уд. уч.1	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное активное сопротивление взаимоиндукции с параллельной линией участка 1, Ом
ОМП L уч.2	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина участка 2, км
ОМП X1 уд. уч.2	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности участка 2, Ом/км
ОМП R1 уд. уч.2	0,010 – 10,000	0,200	0,001	Удельное активное сопротивление прямой последовательности участка 2, Ом/км
ОМП X0 уд. уч.2	0,010 – 10,000	1,300	0,001	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности участка 2, Ом/км
ОМП R0 уд. уч.2	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности участка 2, Ом/км
ОМП X0 отв. уч.2	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Реактивное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 2, Ом

ОМП R0 отв. уч.2	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Активное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 2, Ом
ОМП Xm уд. уч.2	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное реактивное сопротивление взаимоиנדукции с параллельной линией участка 2, Ом
ОМП Rm уд. уч.2	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное активное сопротивление взаимоиנדукции с параллельной линией участка 2, Ом
ОМП L уч.3	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина участка 3, км
ОМП X1 уд. уч.3	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности участка 3, Ом/км
ОМП R1 уд. уч.3	0,010 – 10,000	0,200	0,001	Удельное активное сопротивление прямой последовательности участка 3, Ом/км
ОМП X0 уд. уч.3	0,010 – 10,000	1,300	0,001	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности участка 3, Ом/км
ОМП R0 уд. уч.3	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности участка 3, Ом/км
ОМП X0 отв. уч.3	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Реактивное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 3, Ом
ОМП R0 отв. уч.3	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Активное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 3, Ом
ОМП Xm уд. уч.3	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное реактивное сопротивление взаимоиנדукции с параллельной линией участка 3, Ом
ОМП Rm уд. уч.3	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное активное сопротивление взаимоиנדукции с параллельной линией участка 3, Ом
ОМП L уч.4	0,01 – 50,00	10,00	0,01	Длина участка 4, км
ОМП X1 уд. уч.4	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности участка 4, Ом/км
ОМП R1 уд. уч.4	0,010 – 10,000	0,200	0,001	Удельное активное сопротивление прямой последовательности участка 4, Ом/км
ОМП X0 уд. уч.4	0,010 – 10,000	1,300	0,001	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности участка 4, Ом/км
ОМП R0 уд. уч.4	0,010 – 10,000	0,400	0,001	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности участка 4, Ом/км
ОМП X0 отв. уч.4	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Реактивное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 4, Ом
ОМП R0 отв. уч.4	0,000 – 100,000	0,000	0,001	Активное сопротивление нулевой последовательности ответвления в конце участка 4, Ом

ОМП X_m уд. уч.4	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное реактивное сопротивление взаимной индукции с параллельной линией участка 4, Ом
ОМП R_m уд. уч.4	0,000 – 10,000	0,000	0,001	Удельное активное сопротивление взаимной индукции с параллельной линией участка 4, Ом
ОМП по ДЗ 2	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗ 2
ОМП по ДЗ 3	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗ 3
ОМП по ДЗ 4	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗ 4
ОМП по ДЗ 5	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗ 5
ОМП по ДЗЗ 2	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗЗ 2
ОМП по ДЗЗ 3	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗЗ 3
ОМП по ДЗЗ 4	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ДЗЗ 4
ОМП по ТЗНП 2	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ТЗНП 2
ОМП по ТЗНП 3	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ТЗНП 3
ОМП по ТЗНП 4	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ТЗНП 4
ОМП по ТЗНП 5	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ТЗНП 5
ОМП по ТЗНП 6	☐ – ☒	☐	-	Работа ОМП при пуске ТЗНП 6
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 3.60 – 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 ДЗ 4	Пуск ДЗ 4
	Пуск ДЗ 5	Пуск ДЗ 5
	Пуск ДЗЗ 1	Пуск ДЗЗ 1
	Пуск ДЗЗ 2	Пуск ДЗЗ 2
	Пуск ДЗЗ 3	Пуск ДЗЗ 3
	Пуск ДЗЗ 4	Пуск ДЗЗ 4
	Пуск ТЗНП 1	Пуск ТЗНП 1
	Пуск ТЗНП 2	Пуск ТЗНП 2
	Пуск ТЗНП 3	Пуск ТЗНП 3
	Пуск ТЗНП 4	Пуск ТЗНП 4
	Пуск ТЗНП 5	Пуск ТЗНП 5
	Пуск ТЗНП 6	Пуск ТЗНП 6
	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 ABC	КЗ в контурах ABC
ОМП Контур AB	КЗ в контуре AB
ОМП Контур BC	КЗ в контуре BC
ОМП Контур CA	КЗ в контуре CA
ОМП Результат готов	Сигнал готовности результата ОМП. Сбрасывается при сбросе сигнализации.
ОМП Недостоверность	Недостоверность результата ОМП

3.31.2 Функция ОМП предназначена для определения расстояния до места однофазных, двухфазных и трехфазных КЗ в сетях с заземленной нейтралью на линиях с односторонним и двусторонним питанием. Функция ОМП вводится программным ключом «Ввод ОМП».

Расчет выполняется при пуске ДЗ, ДЗЗ, ТЗНП, ТО, МТЗ. Предусмотрен пуск ОМП от внешних защит по сигналу "Пуск ОМП". Время фиксации параметров КЗ выбирается автоматически, когда результат наиболее достоверен.

3.31.3 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».

3.31.4 Результат ОМП записывается в архив событий устройства.

3.31.5 Определение вида короткого замыкания происходит согласно блок-схеме на рисунке 3.38.

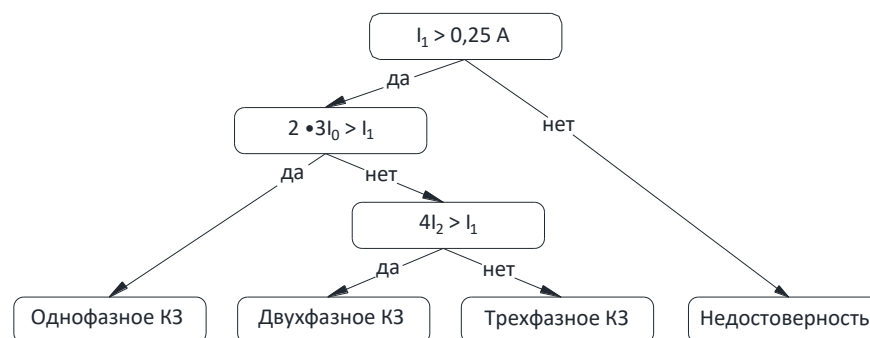


Рисунок 3.38 – Блок-схема определения вида короткого замыкания

3.31.6 Для однофазных и двухфазных КЗ поврежденные фазы выбираются по максимальному действующему значению фазного тока, для трехфазного КЗ поврежденными считаются все три фазы, расчет выполняется для контура АВ.

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

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

$$L_{\text{ОМП}} = \frac{\text{Im} \left(\frac{\bar{U}_{\Phi 12} \cdot K_{\text{ТН}}}{(\bar{I}_{\Phi 1} - \bar{I}_{\Phi 2}) \cdot K_{\text{ТТ}}} \right)}{X_{1\text{уд}}} \quad (3.24)$$

где $\bar{U}_{\Phi 12}$ – вторичное значение линейного напряжения поврежденного контура;

$\bar{I}_{\Phi 1}, \bar{I}_{\Phi 2}$ – вторичные значения фазных токов поврежденного контура.

$K_{\text{ТН}}$ – коэффициент трансформации трансформатора напряжения;

$K_{\text{ТТ}}$ – коэффициент трансформации трансформаторов тока;

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

3.31.9 Расчет расстояния при однофазных КЗ выполняется с учетом влияния тока нулевой последовательности параллельной линии и отклонения тока нулевой последовательности к трансформаторам с заземленными нейтралью.

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

3.32 Переключение групп уставок

3.32.1 В устройстве реализовано четыре группы уставок.

3.32.2 Переключение между группами уставок осуществляется подачей сигналов на подключаемые логические входы «Группа уставок 1», «Группа уставок 2», «Группа уставок 3» и «Группа уставок 4».

3.32.3 Переключение группы уставок блокируется при пуске функций защит и автоматики.

3.33 Регистрация событий и аварий

3.33.1 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.

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

3.34 Осциллографирование аварийных событий

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

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

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

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

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

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

3.35 Функция измерения

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

3.35.2 Перечень измеряемых параметров приведен в таблице 3.61. Отображение и передача в АСУ измеряемых и вычисленных параметров сети осуществляется для первой гармонической составляющей токов и напряжений.

Таблица 3.61 – 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 Укн, 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
3I0п	Ток нулевой последовательности параллельной линии, А	Да
U1	Напряжение прямой последовательности, В	Да
U2	Напряжение обратной последовательности, В	Да
3U0	Напряжение нулевой последовательности, В	Да
Uни	Напряжение НИ обмотки разомкнутого треугольника, В	Нет
Uик	Напряжение ИК обмотки разомкнутого треугольника, В	Нет
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(φ)	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

3.35.3 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).

3.36 Самодиагностика

3.36.1 В процессе эксплуатации устройства осуществляется непрерывный контроль его работоспособности.

3.36.2 Контроль работоспособности устройства осуществляется по светодиоду «РАБОТА» на лицевой панели пульта, а также по контактам выходного реле «K5 Отказ».

При выявлении функцией самодиагностики неисправности, препятствующей работе устройства светодиод «РАБОТА» на лицевой панели пульта гаснет, контакты выходного реле «K5 Отказ» замыкаются, срабатывание остальных выходных реле блокируется.

3.36.3 В устройстве предусмотрена индикация наличия оперативного питания по светодиоду «ПИТАНИЕ» на лицевой панели пульта. При снижении напряжения оперативного питания ниже (165 ± 5) В светодиод «ПИТАНИЕ» гаснет.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Функциональные схемы алгоритмов устройства

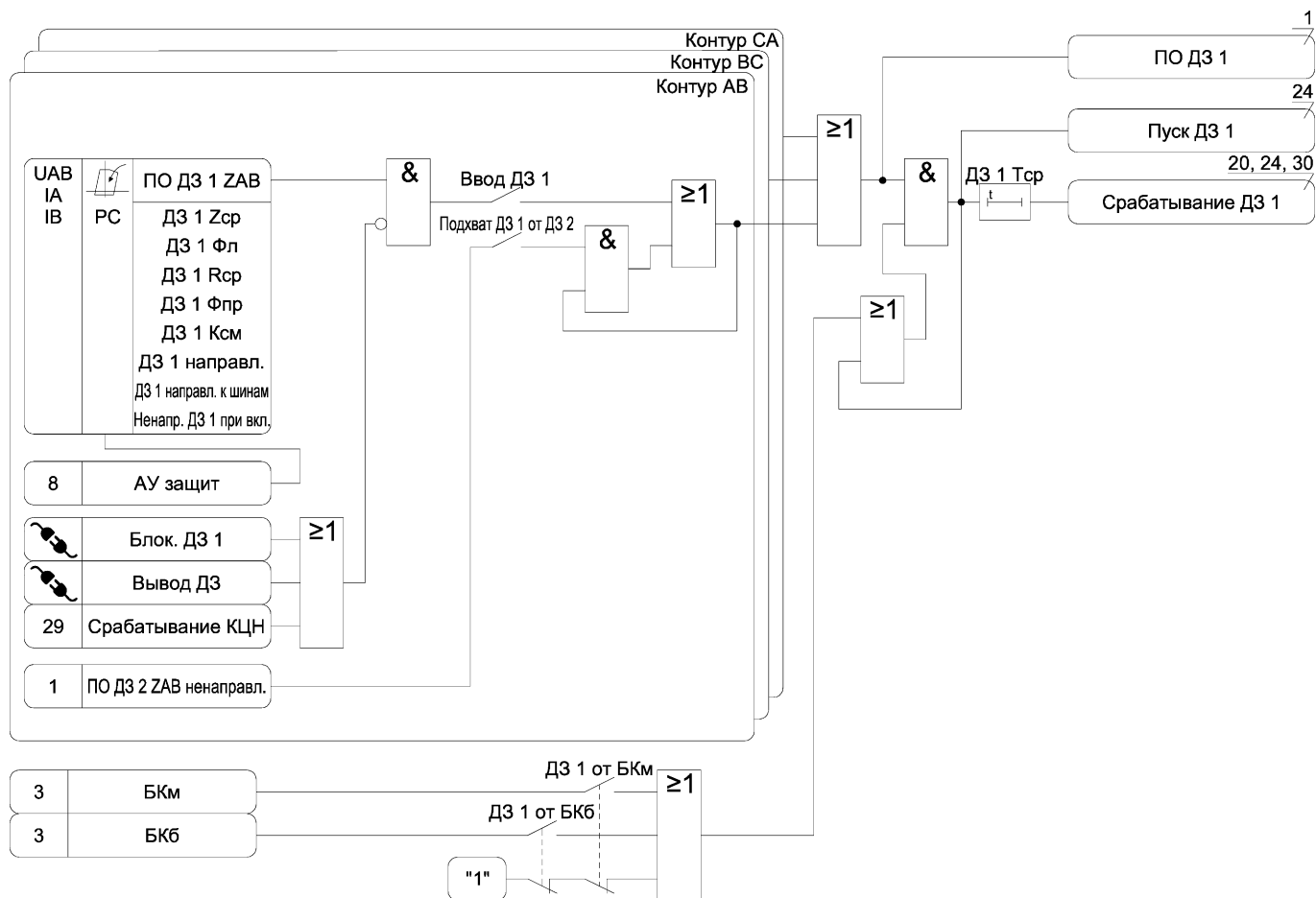


Рисунок А.1 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

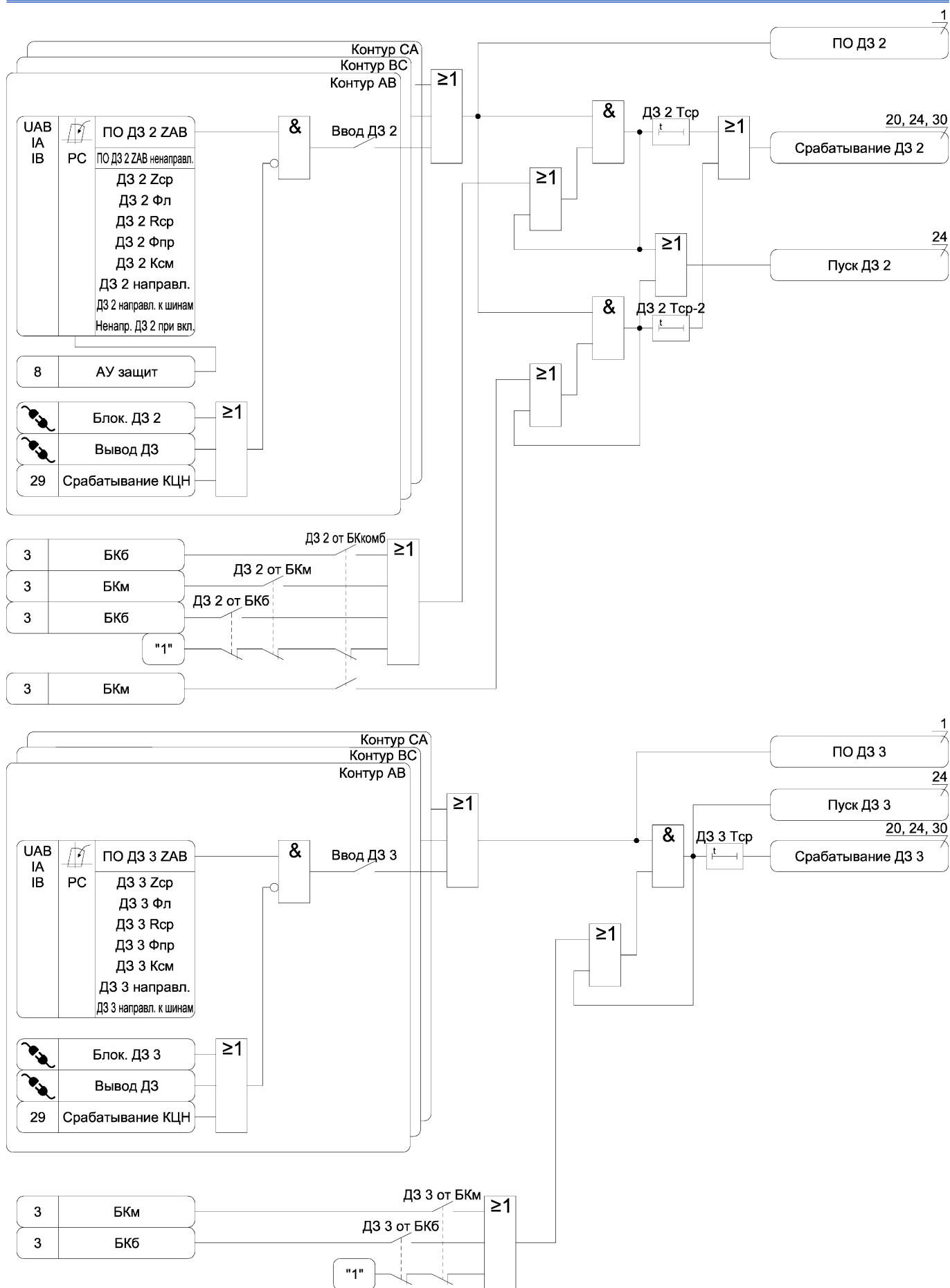


Рисунок А.1 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

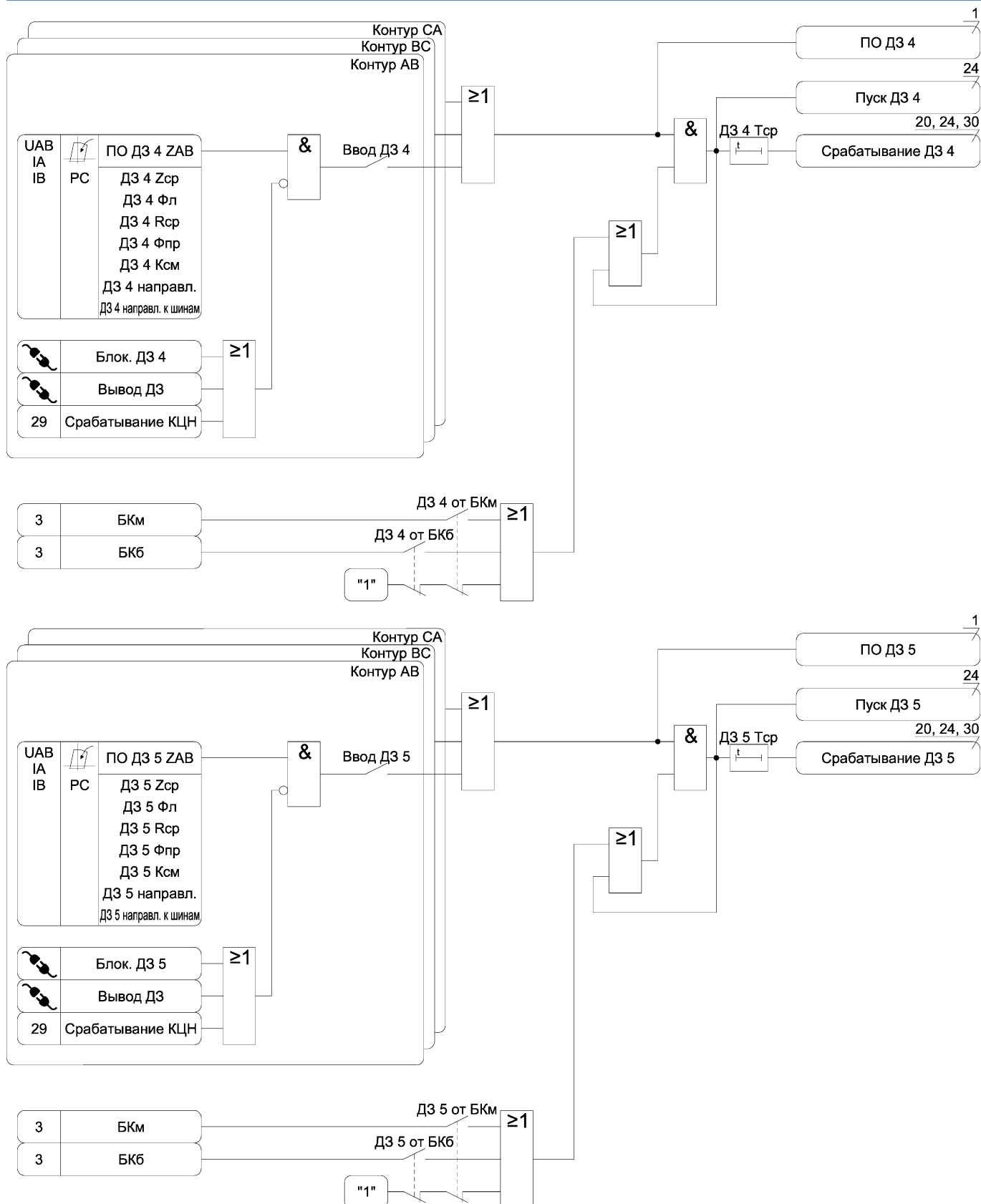


Рисунок А.1 г) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

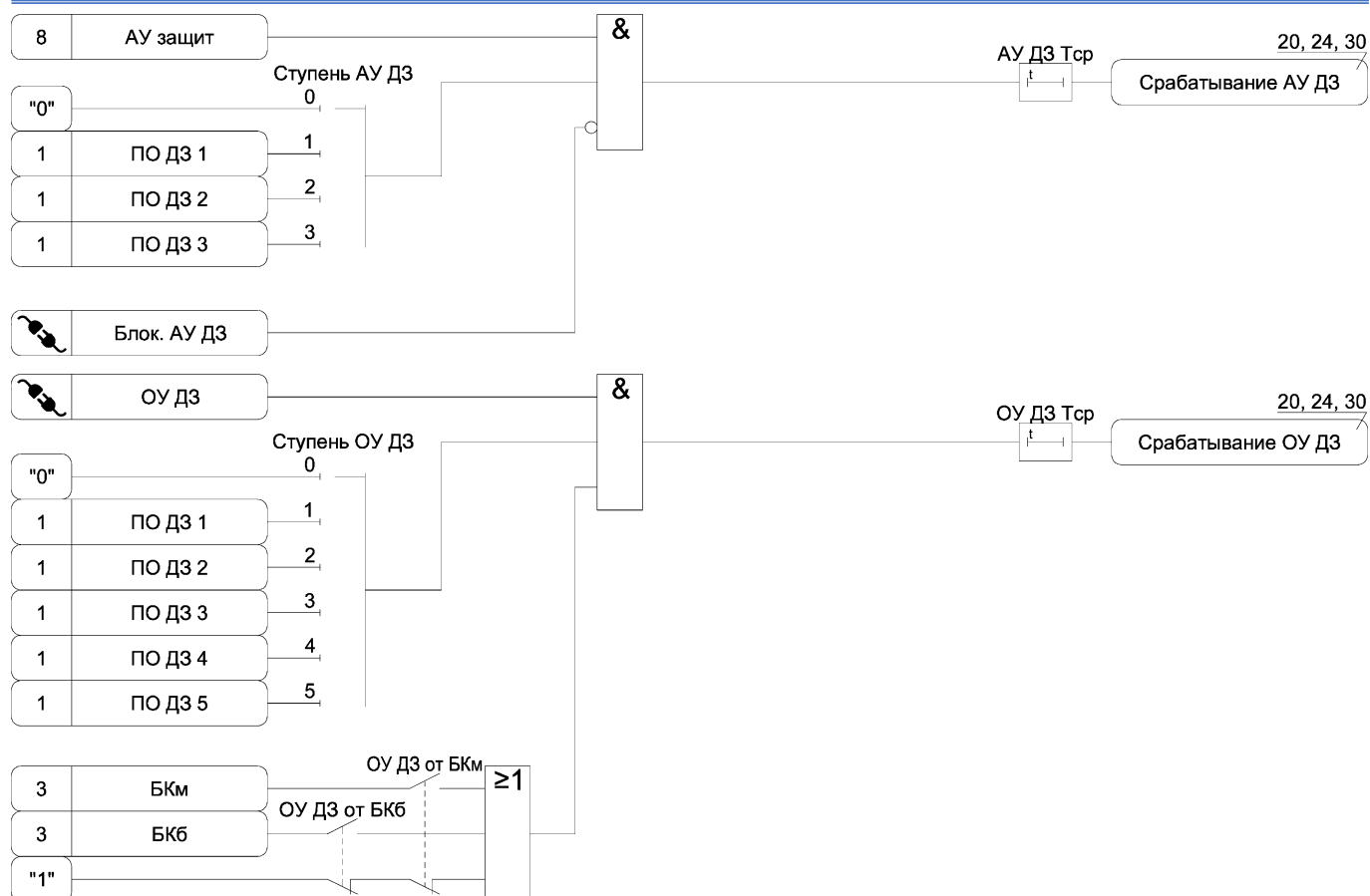


Рисунок А.1 д) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

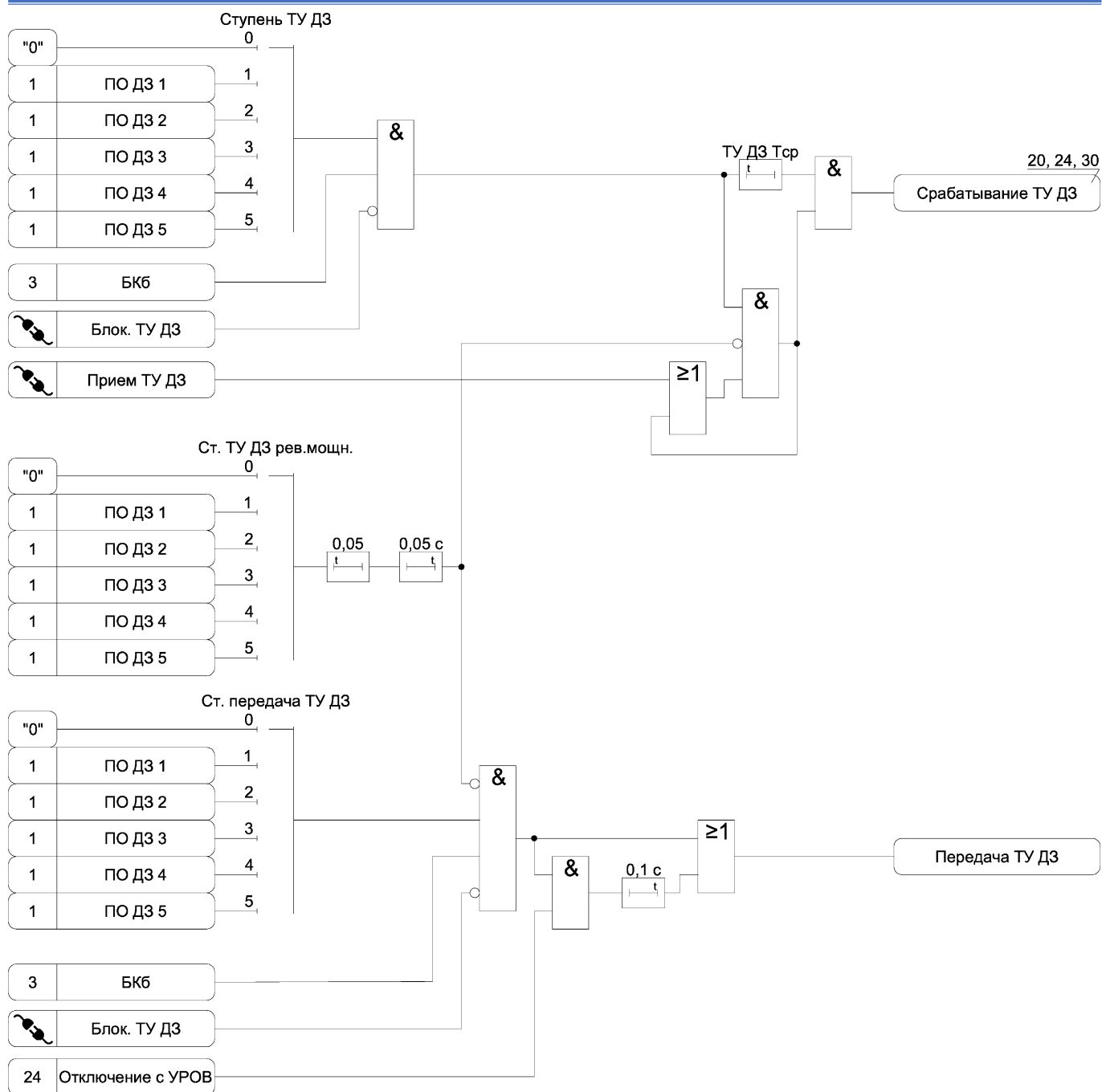


Рисунок А.1 е) – Функциональная схема алгоритма ДЗ

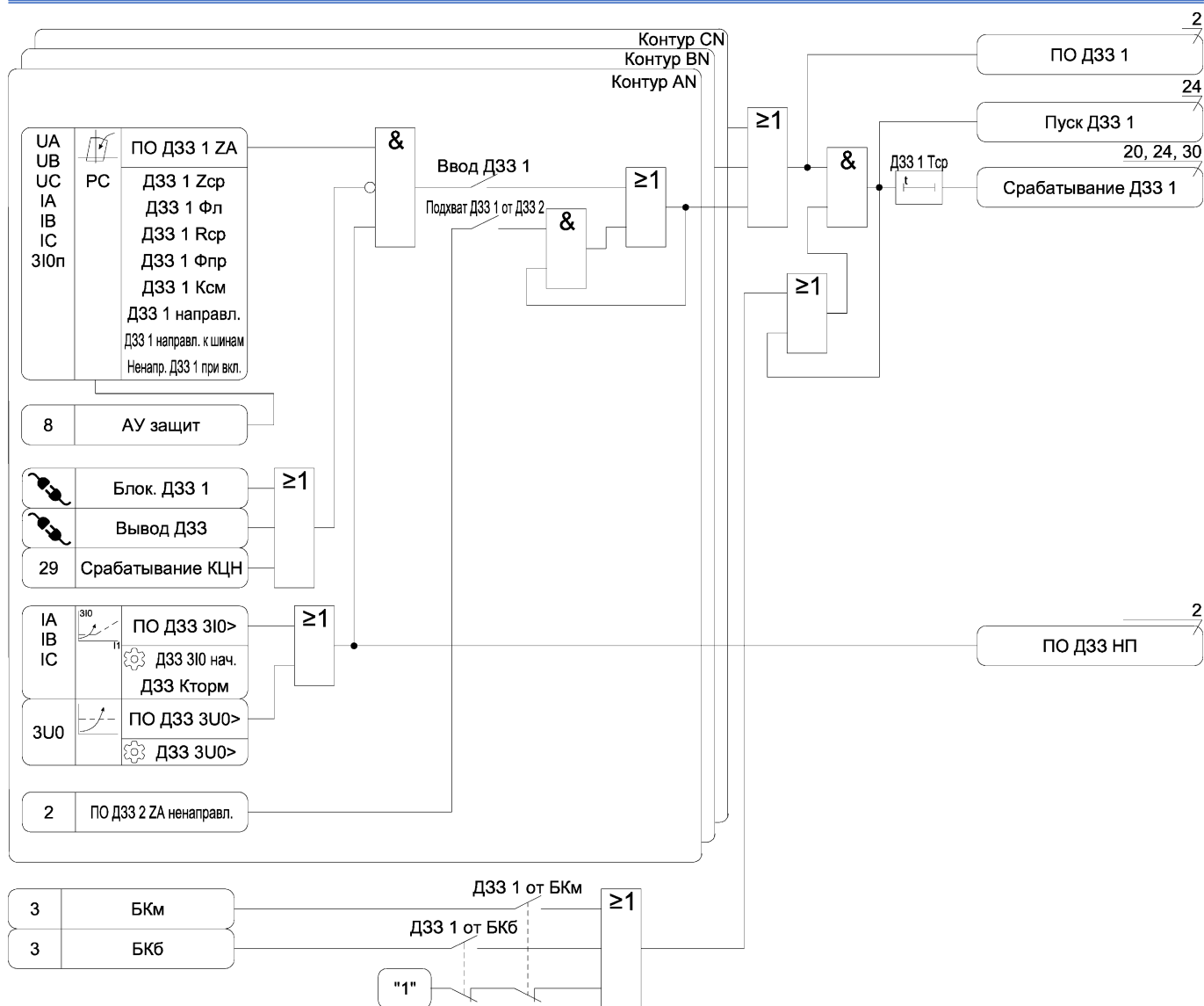


Рисунок А.2 а) – Функциональная схема алгоритма ДЗЗ

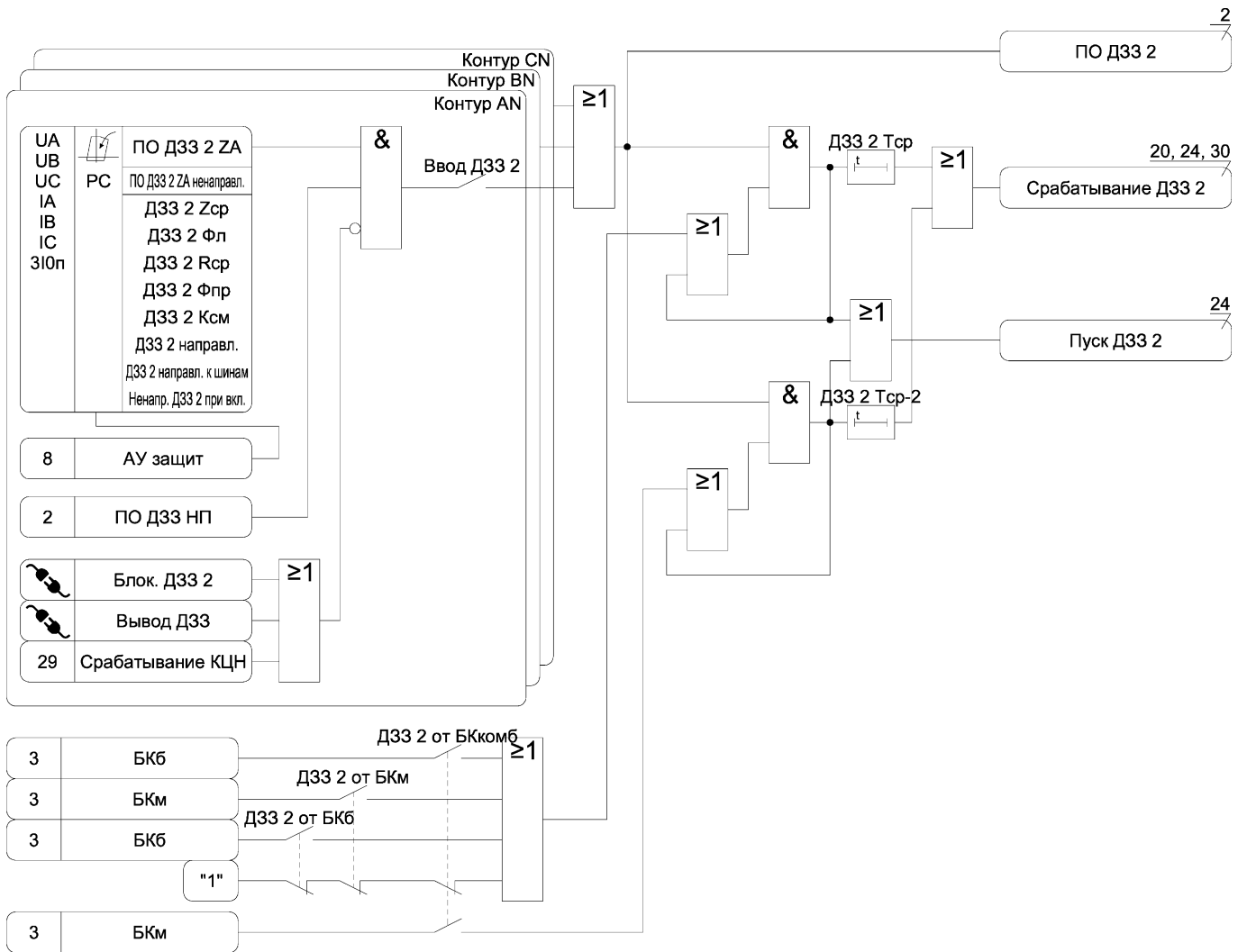


Рисунок А.2 б) – Функциональная схема алгоритма ДЗЗ

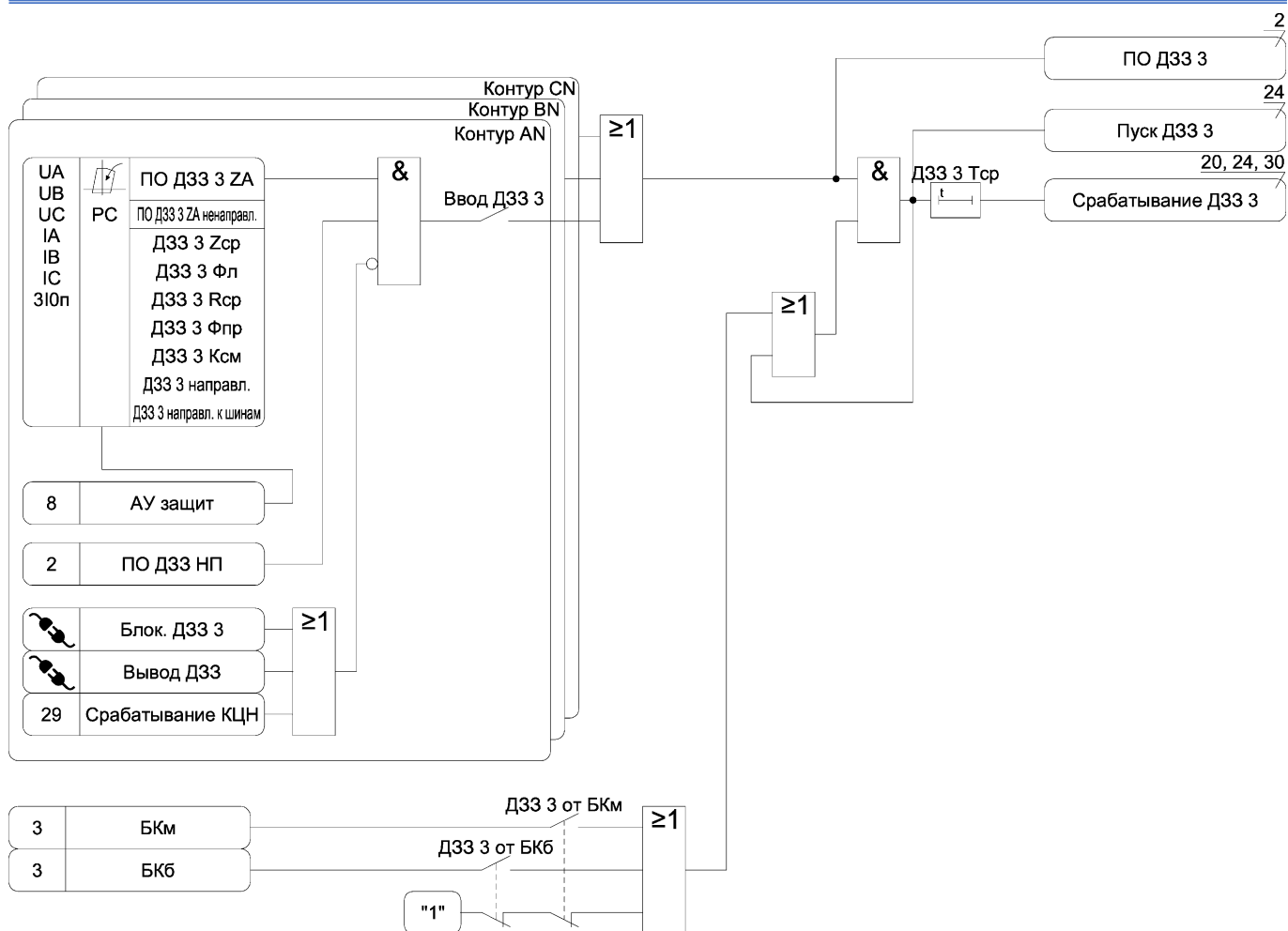
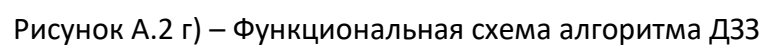


Рисунок А.2 в) – Функциональная схема алгоритма Д33



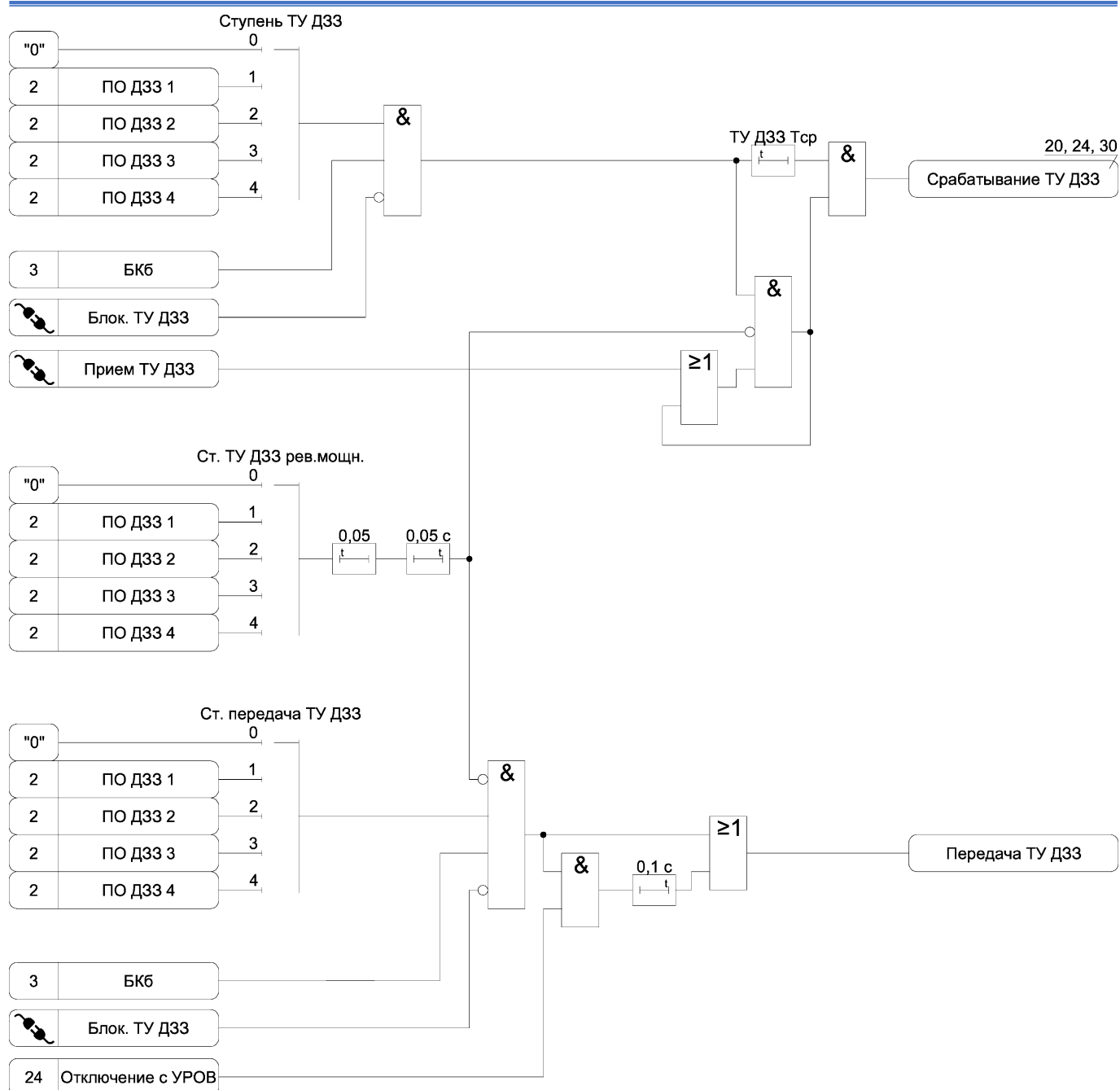


Рисунок А.2 д) – Функциональная схема алгоритма ДЗЗ

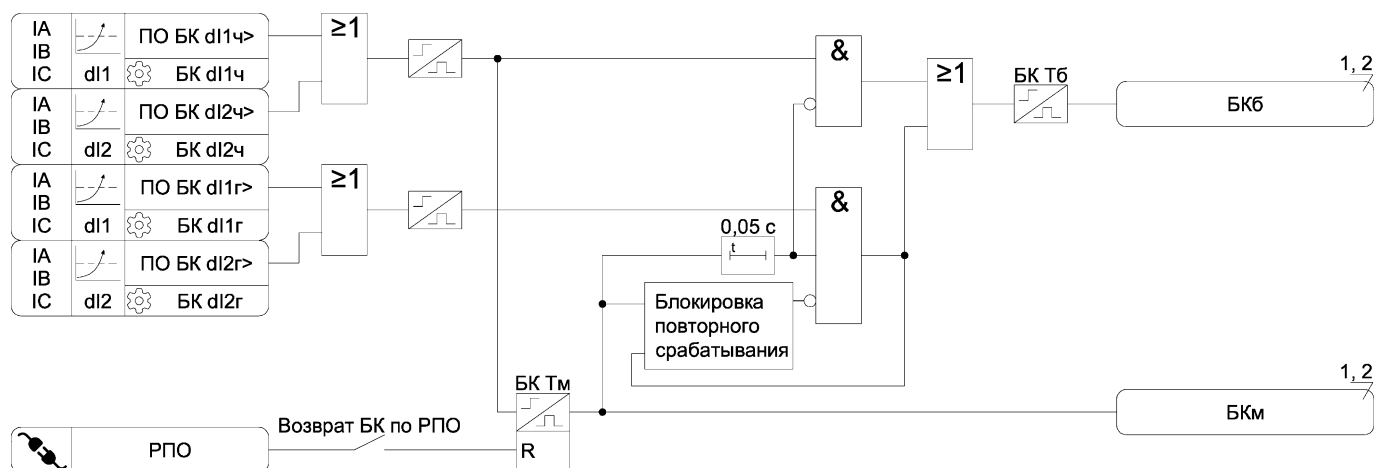


Рисунок А.3 – Функциональная схема алгоритма БК

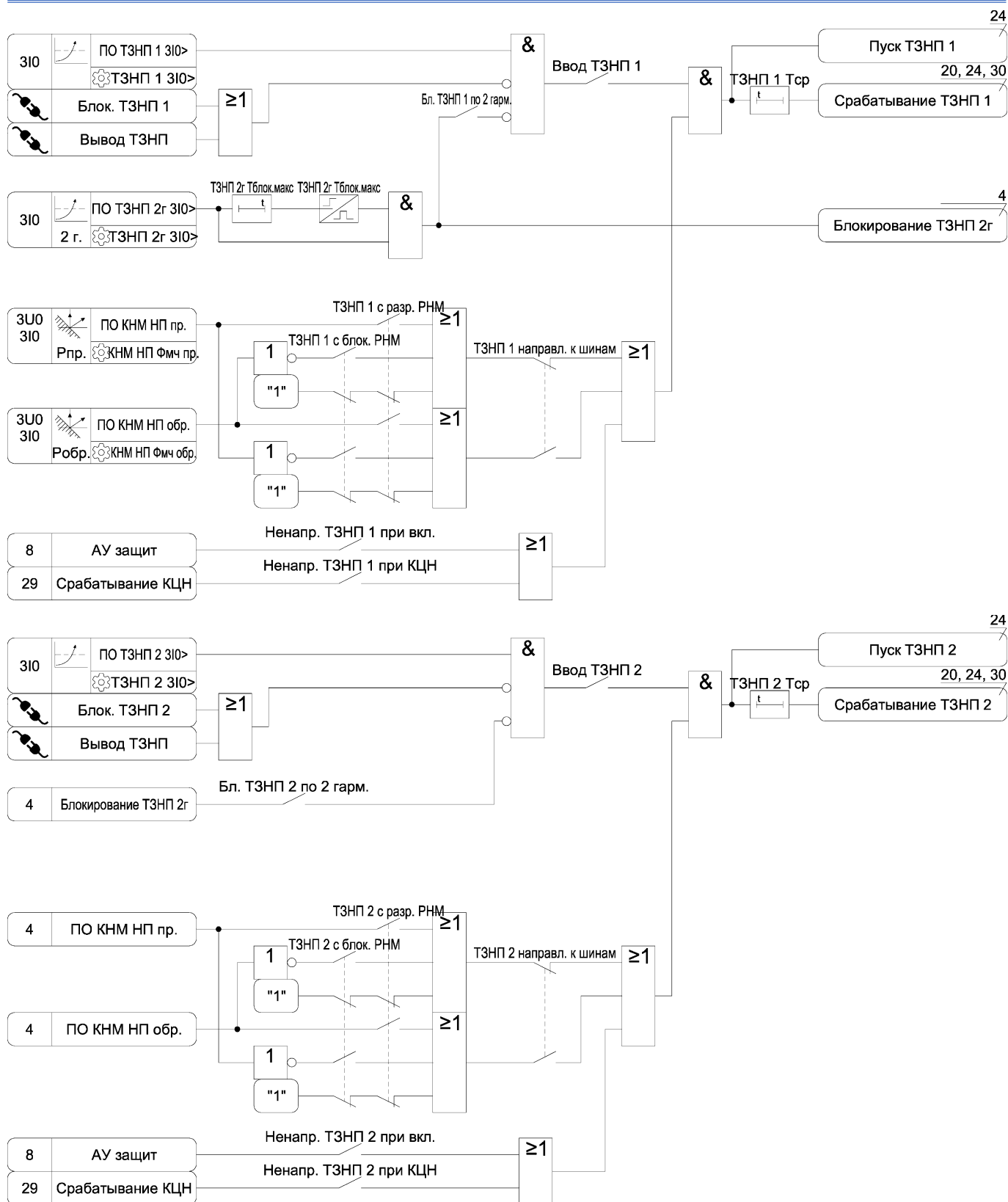


Рисунок А.4 а) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

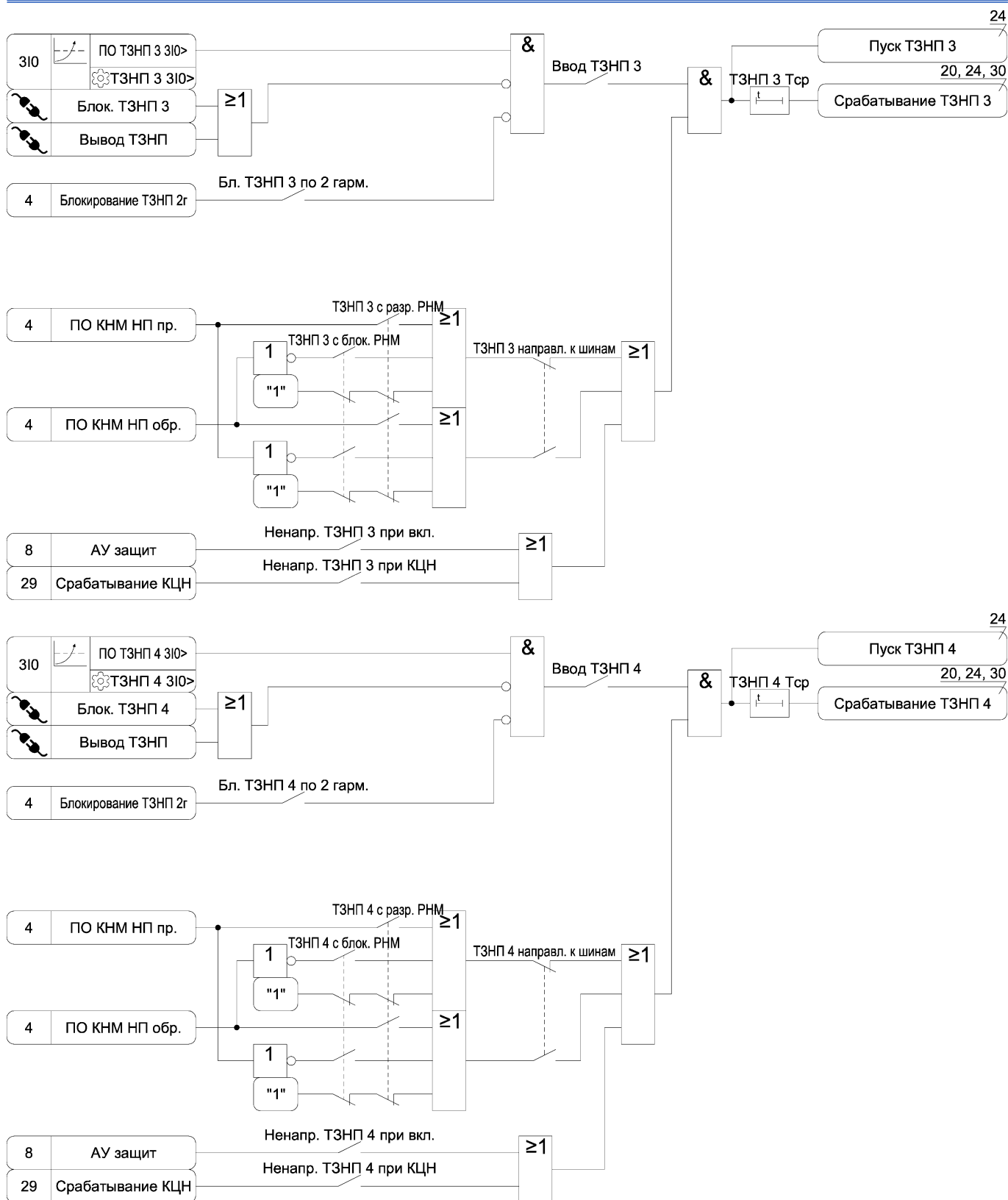


Рисунок А.4 б) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

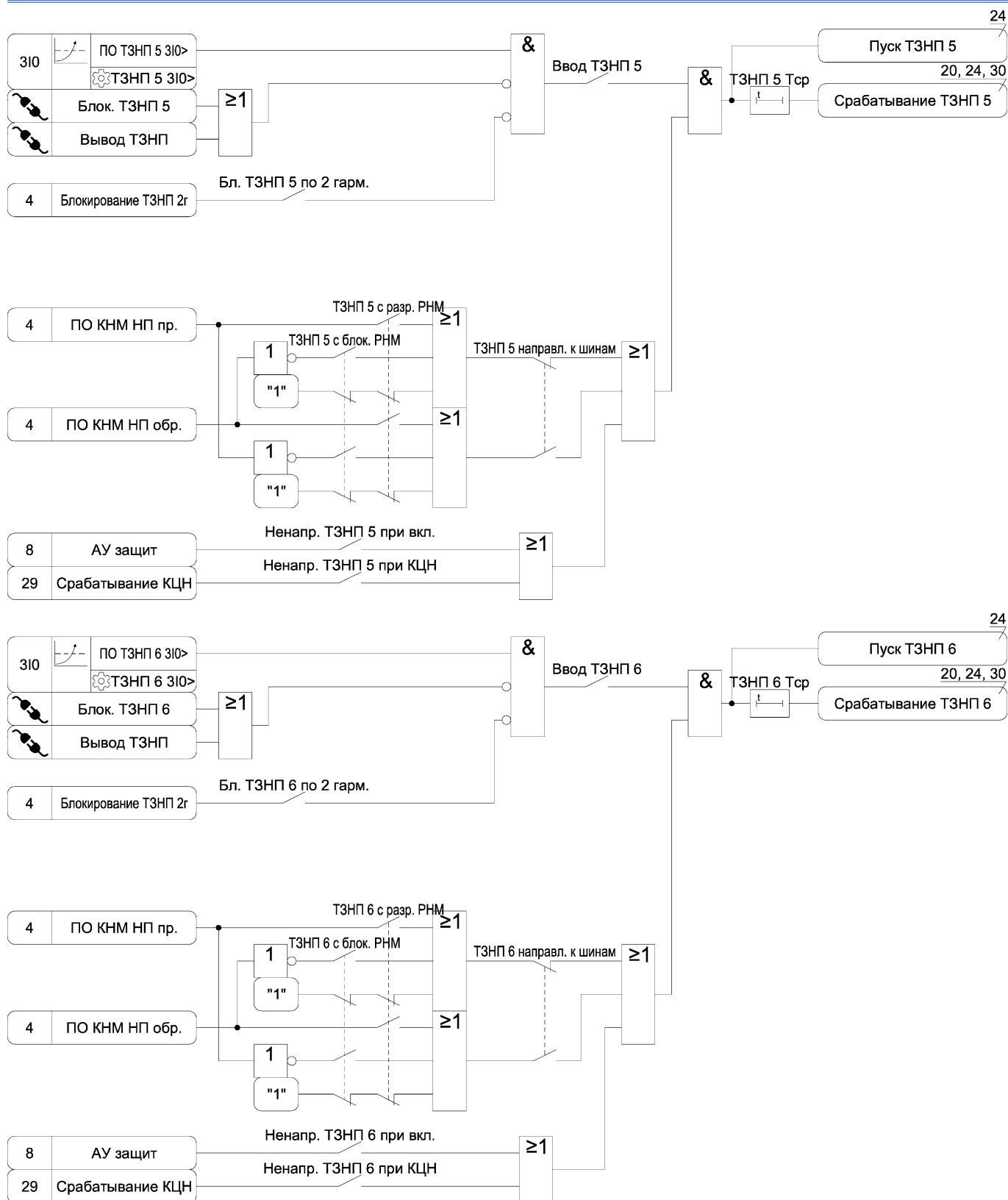


Рисунок А.4 в) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

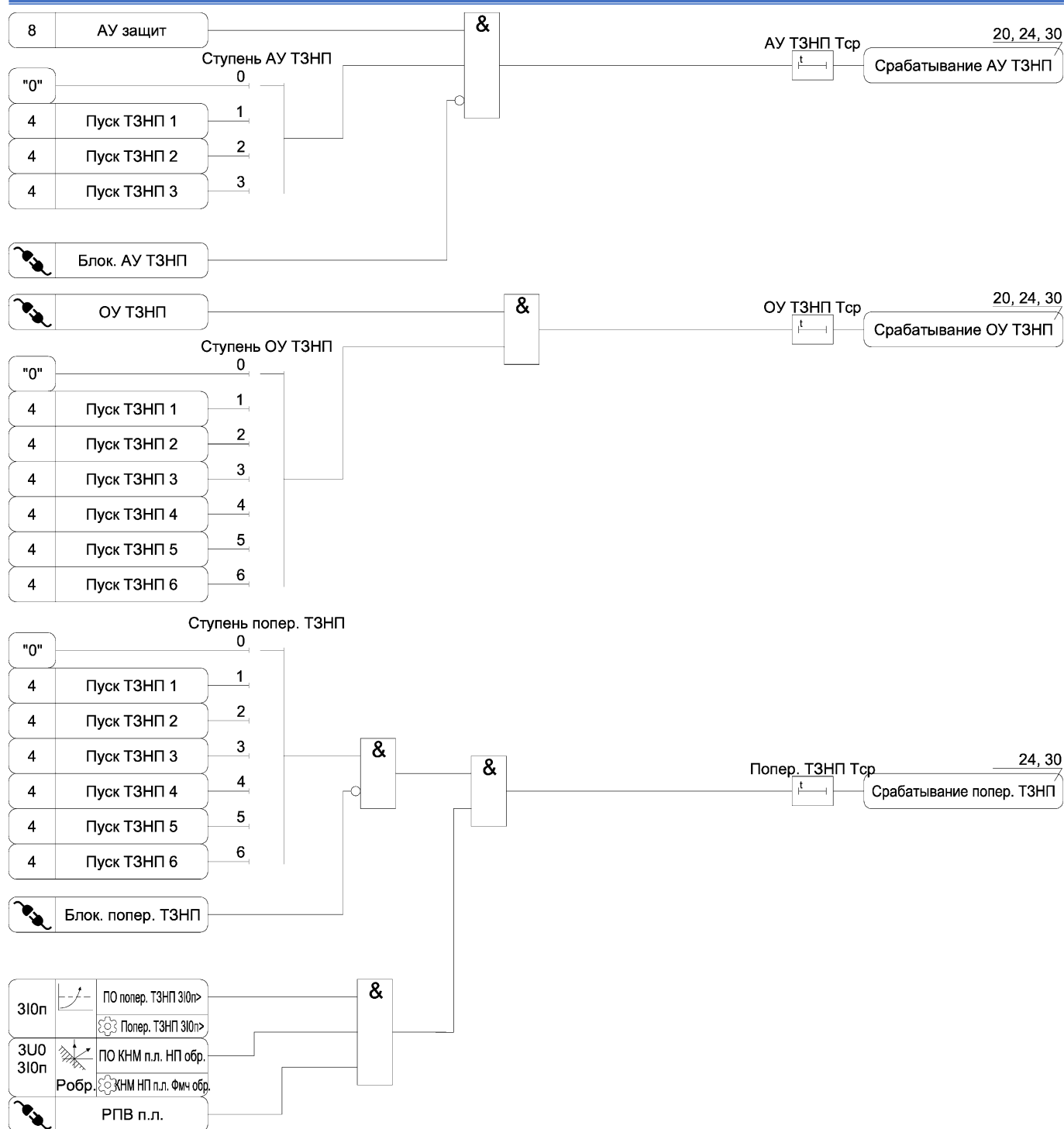


Рисунок А.4 г) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

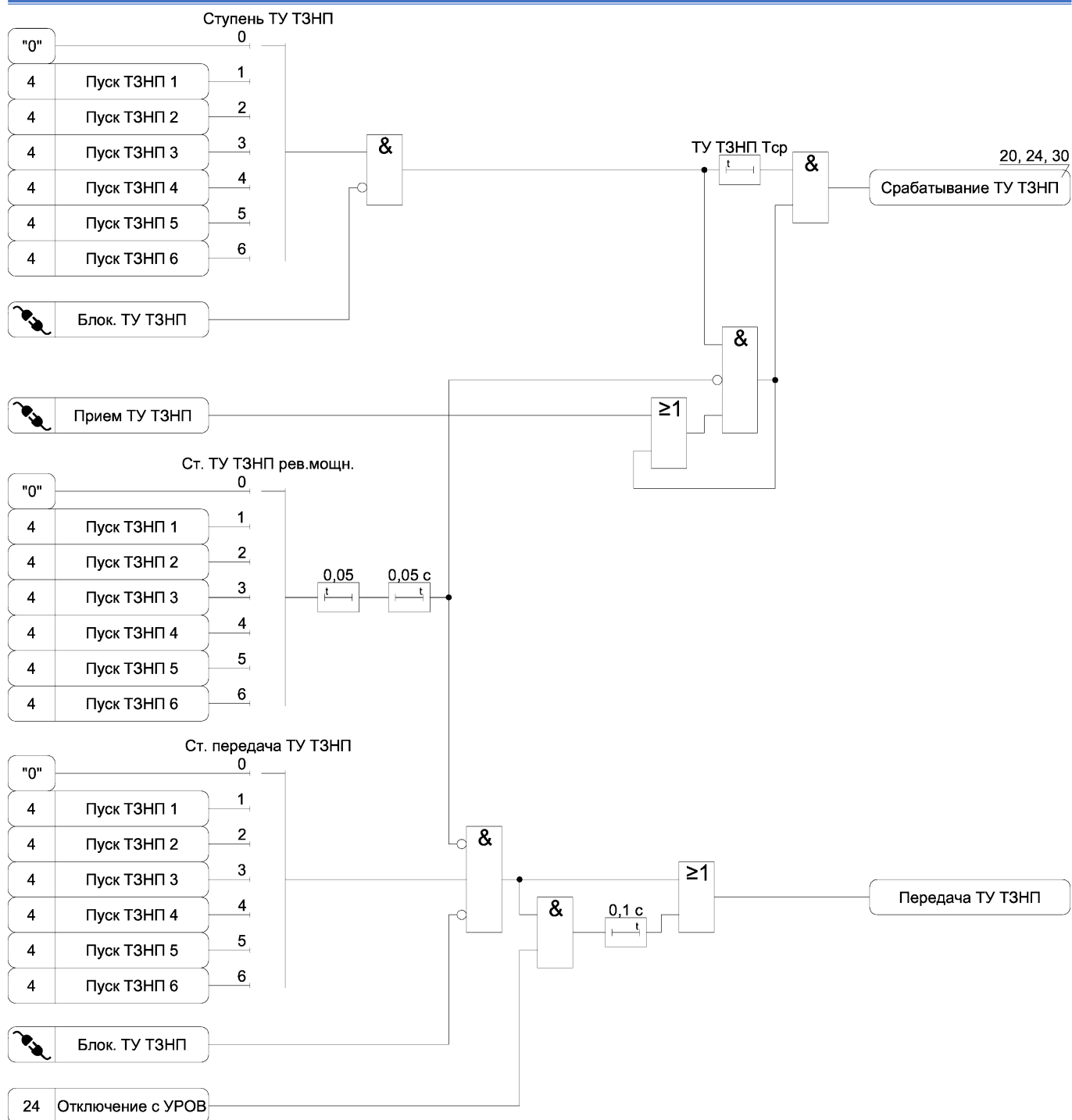


Рисунок А.4 д) – Функциональная схема алгоритма ТЗНП

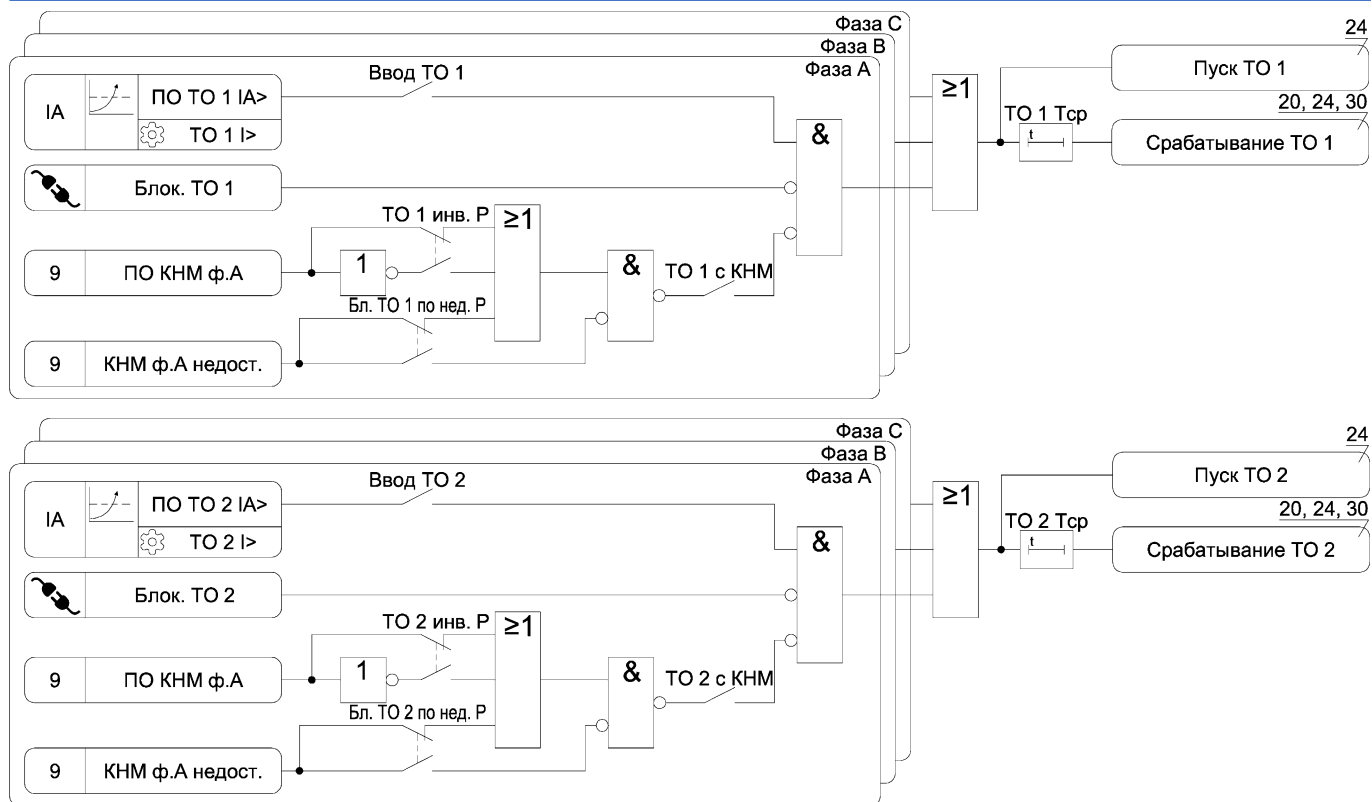


Рисунок А.5 – Функциональная схема алгоритма ТО

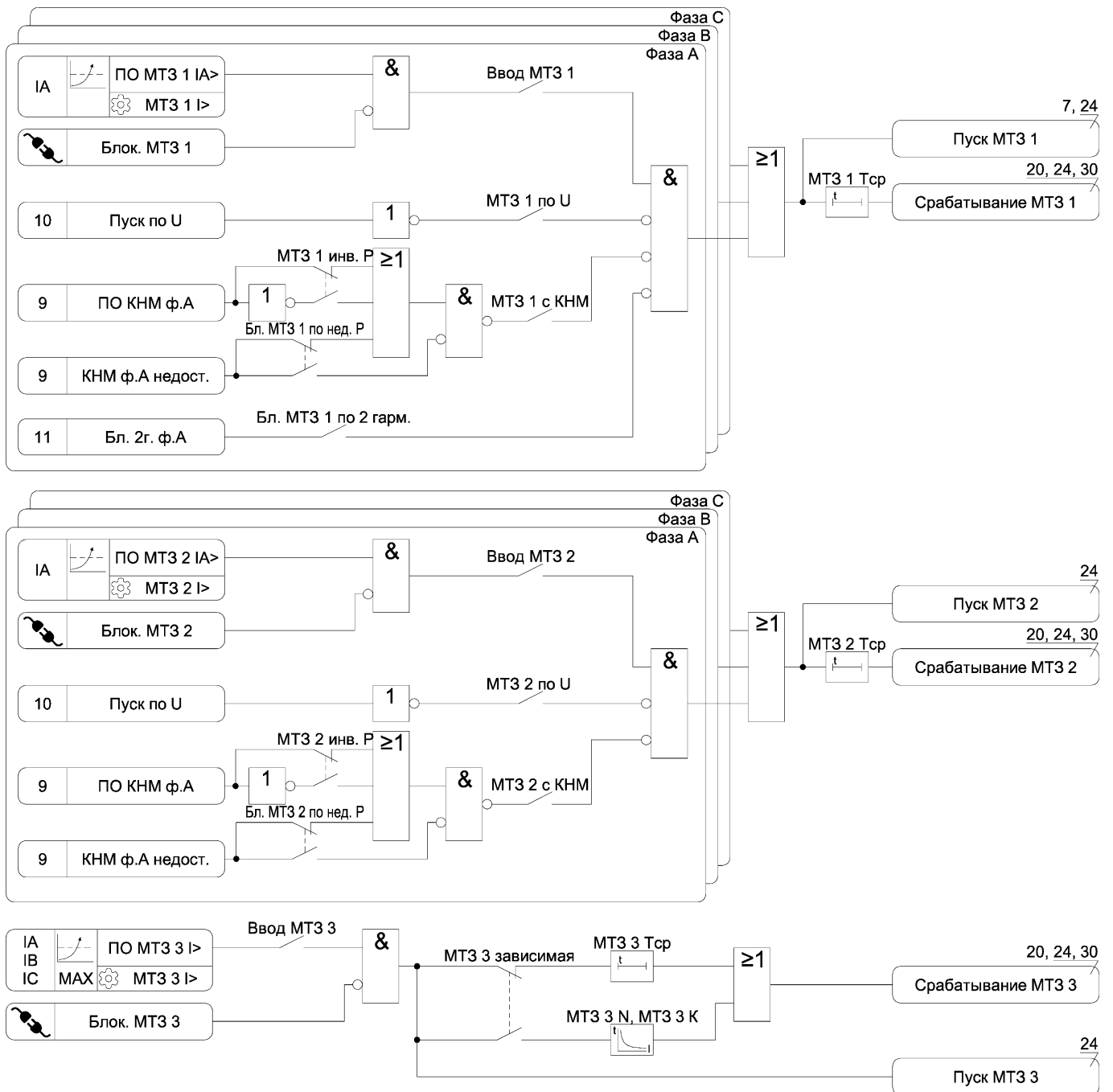


Рисунок А.6 – Функциональная схема алгоритма МТЗ

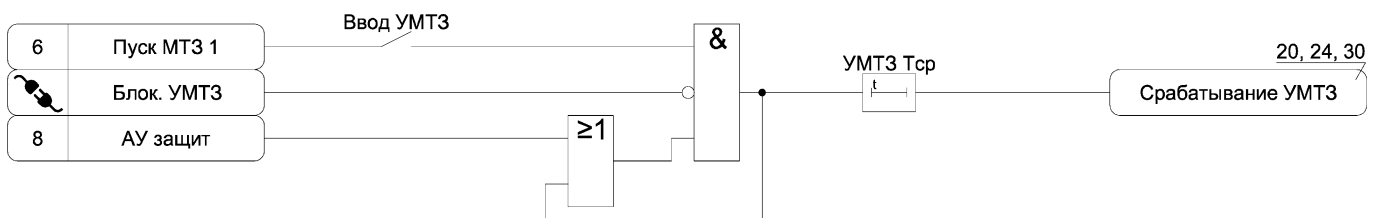


Рисунок А.7 – Функциональная схема алгоритма УМТЗ

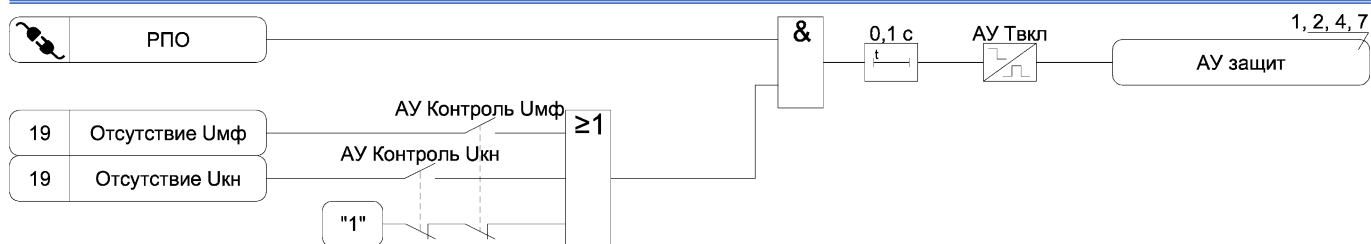


Рисунок А.8 – Функциональная схема алгоритма распознавания включения линии

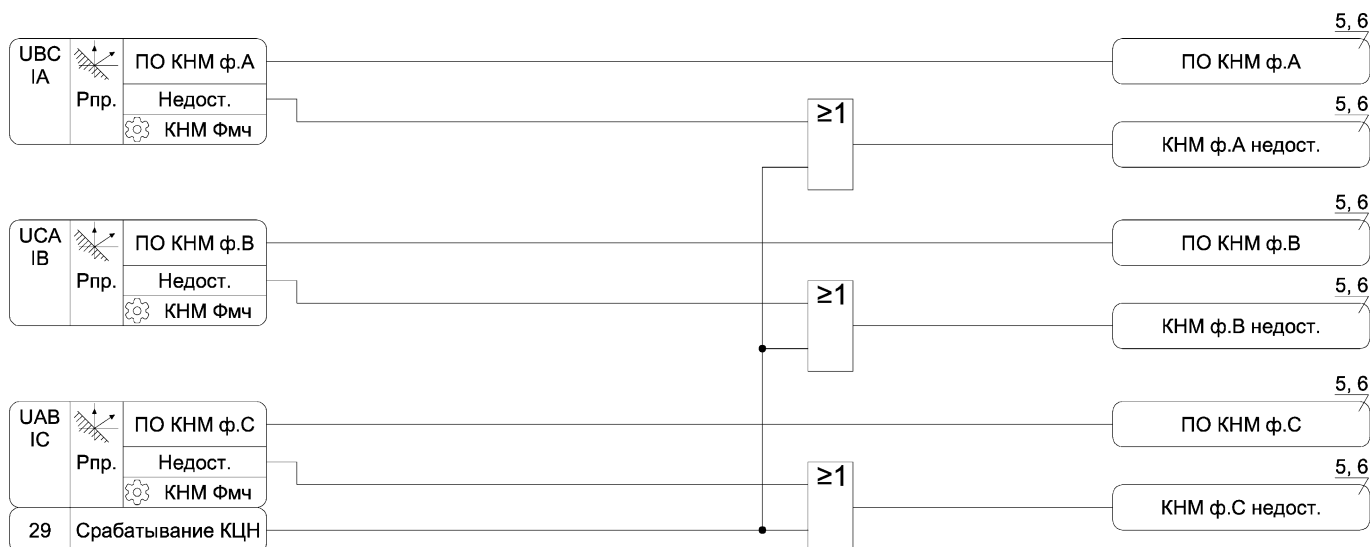


Рисунок А.9 – Функциональная схема алгоритма КНМ

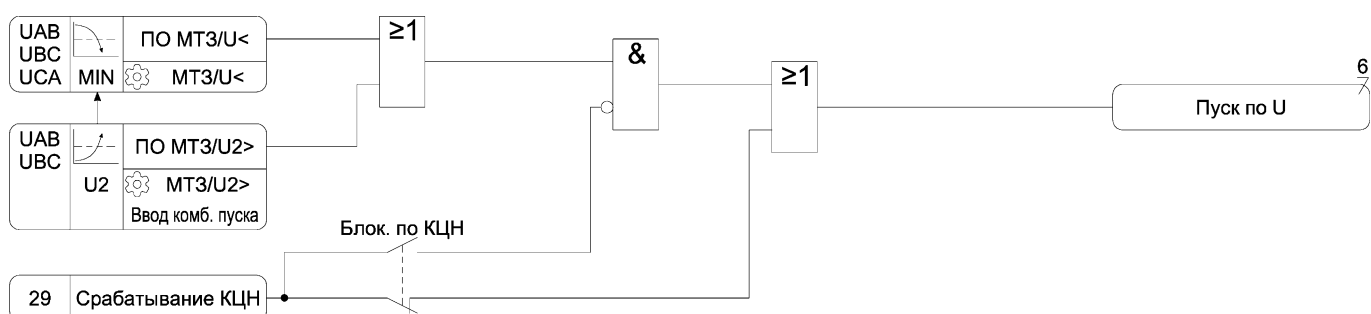


Рисунок А.10 – Функциональная схема алгоритма пуска по напряжению МТЗ

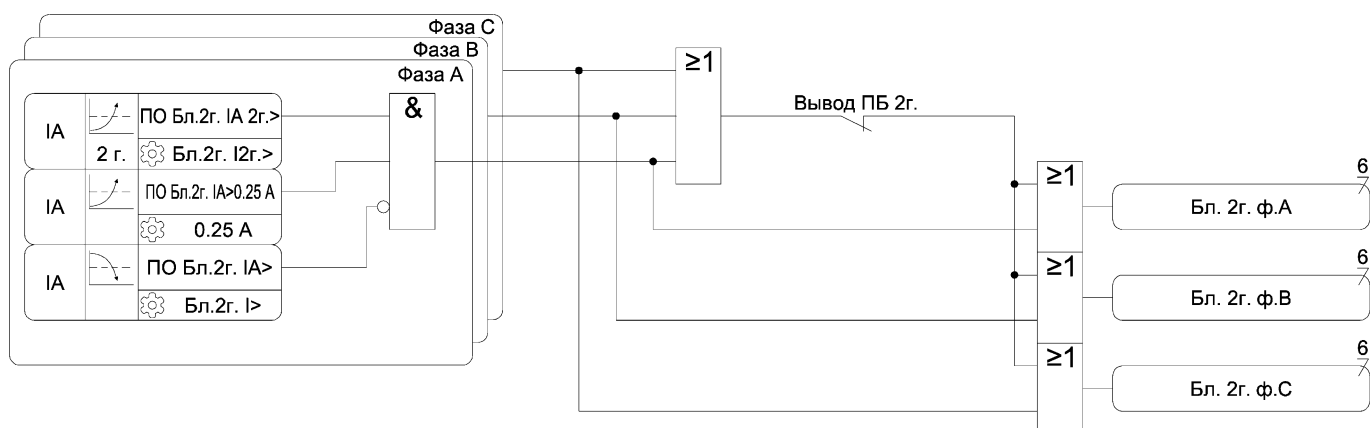


Рисунок А.11 – Функциональная схема алгоритма блокировки по второй гармонике

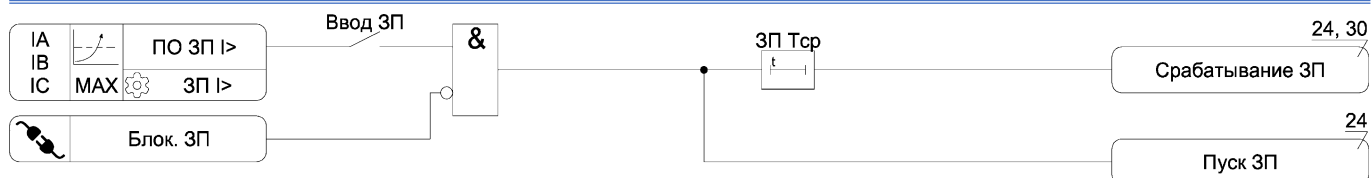


Рисунок А.12 – Функциональная схема алгоритма 3П

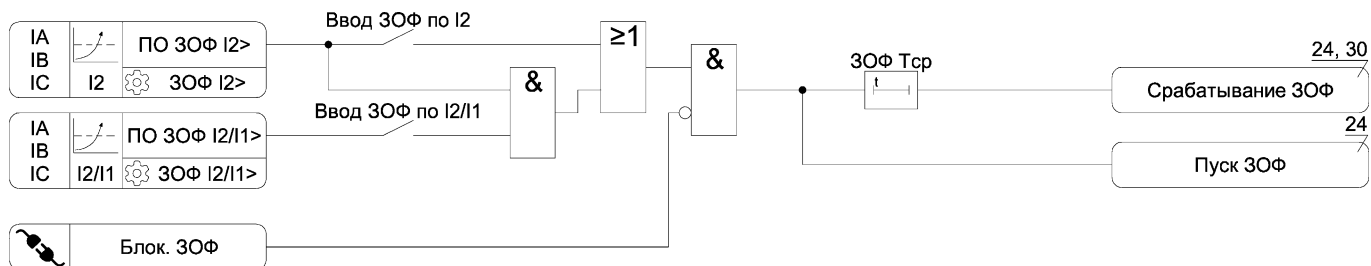


Рисунок А.13 – Функциональная схема алгоритма 3ОФ

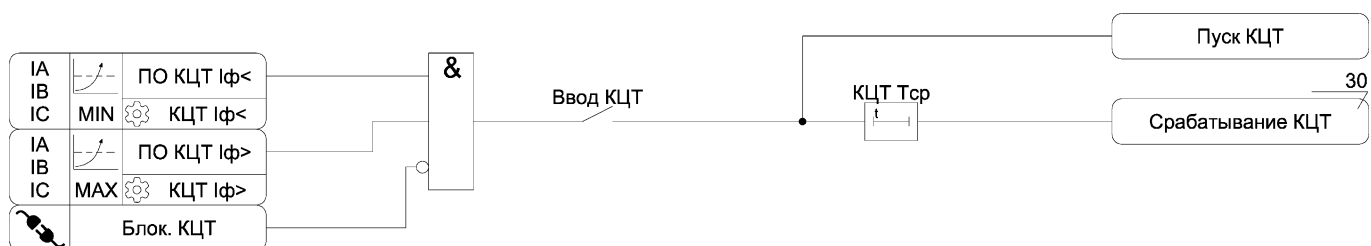


Рисунок А.14 – Функциональная схема алгоритма КЦТ

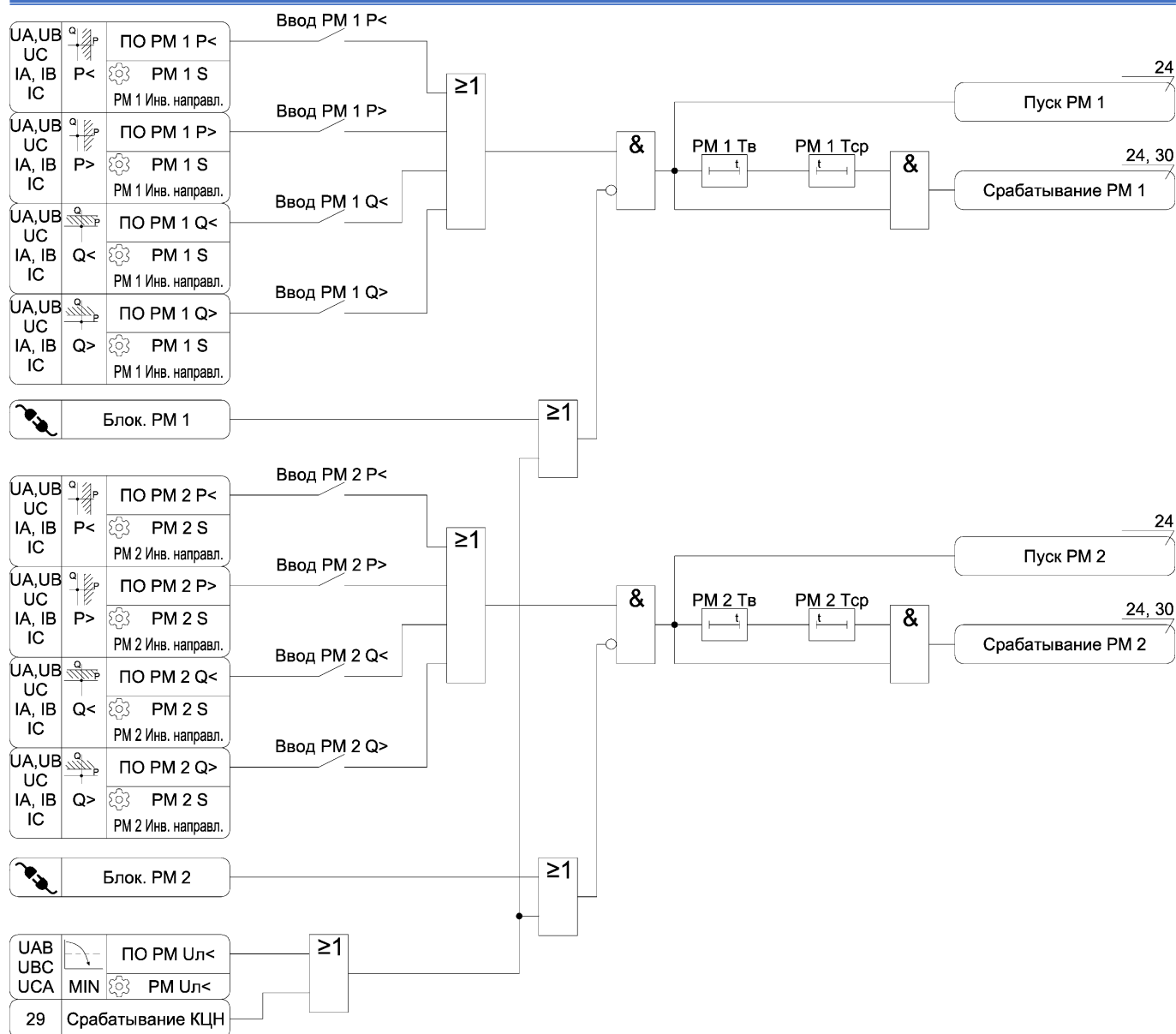


Рисунок А.15 – Функциональная схема алгоритма защиты по направлению мощности

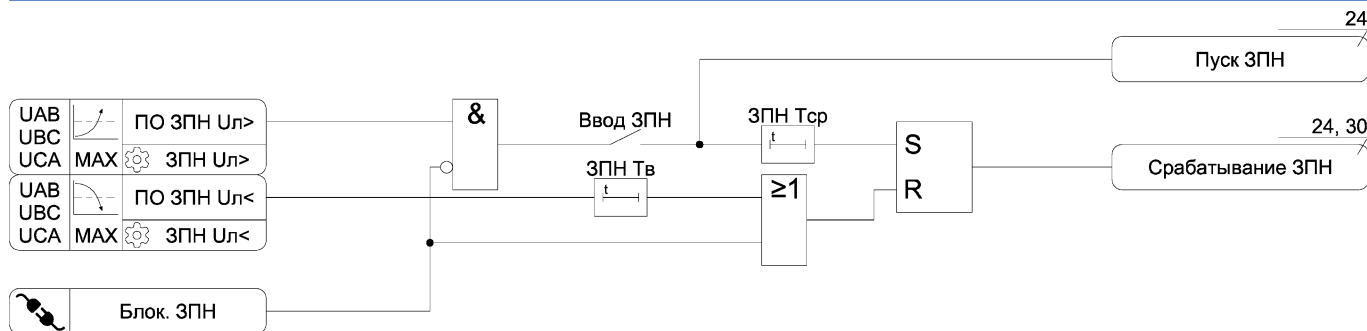


Рисунок А.16 – Функциональная схема алгоритма ЗПН

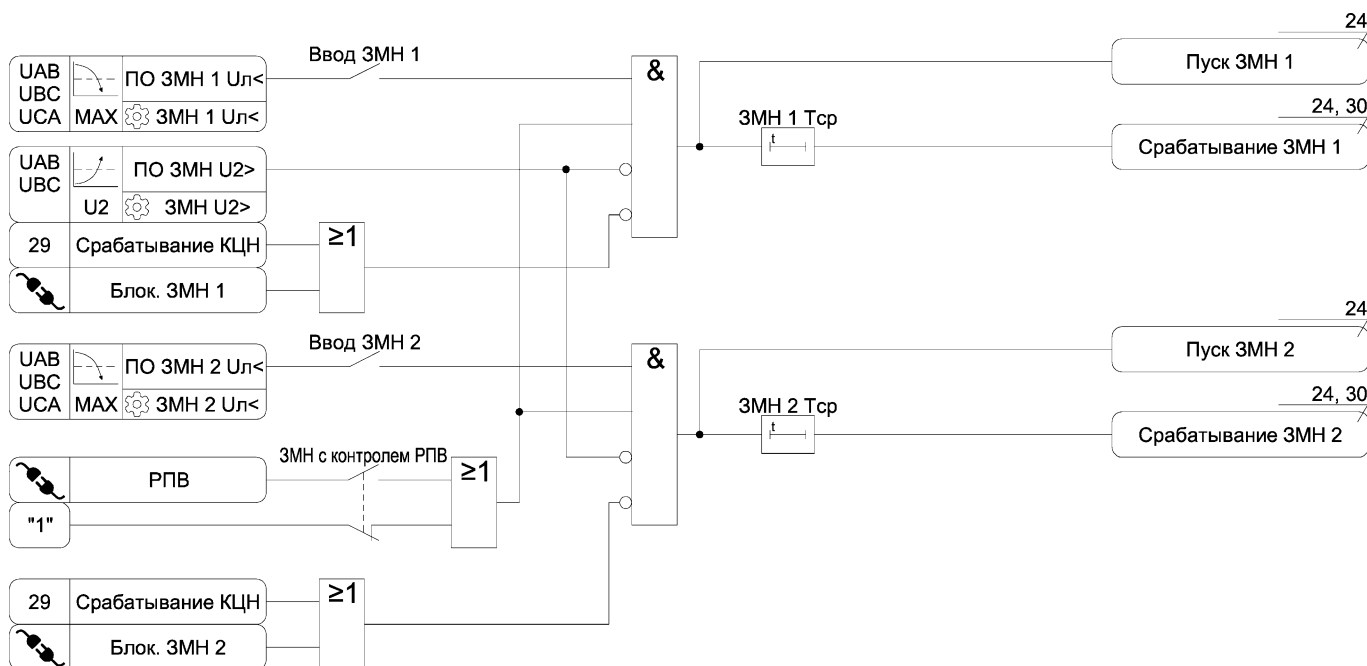


Рисунок А.17 – Функциональная схема алгоритма ЗМН

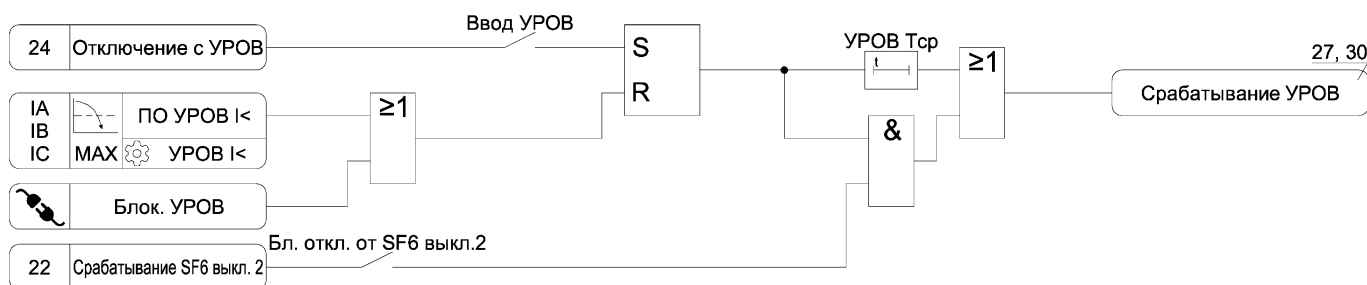


Рисунок А.18 – Функциональная схема алгоритма УРОВ

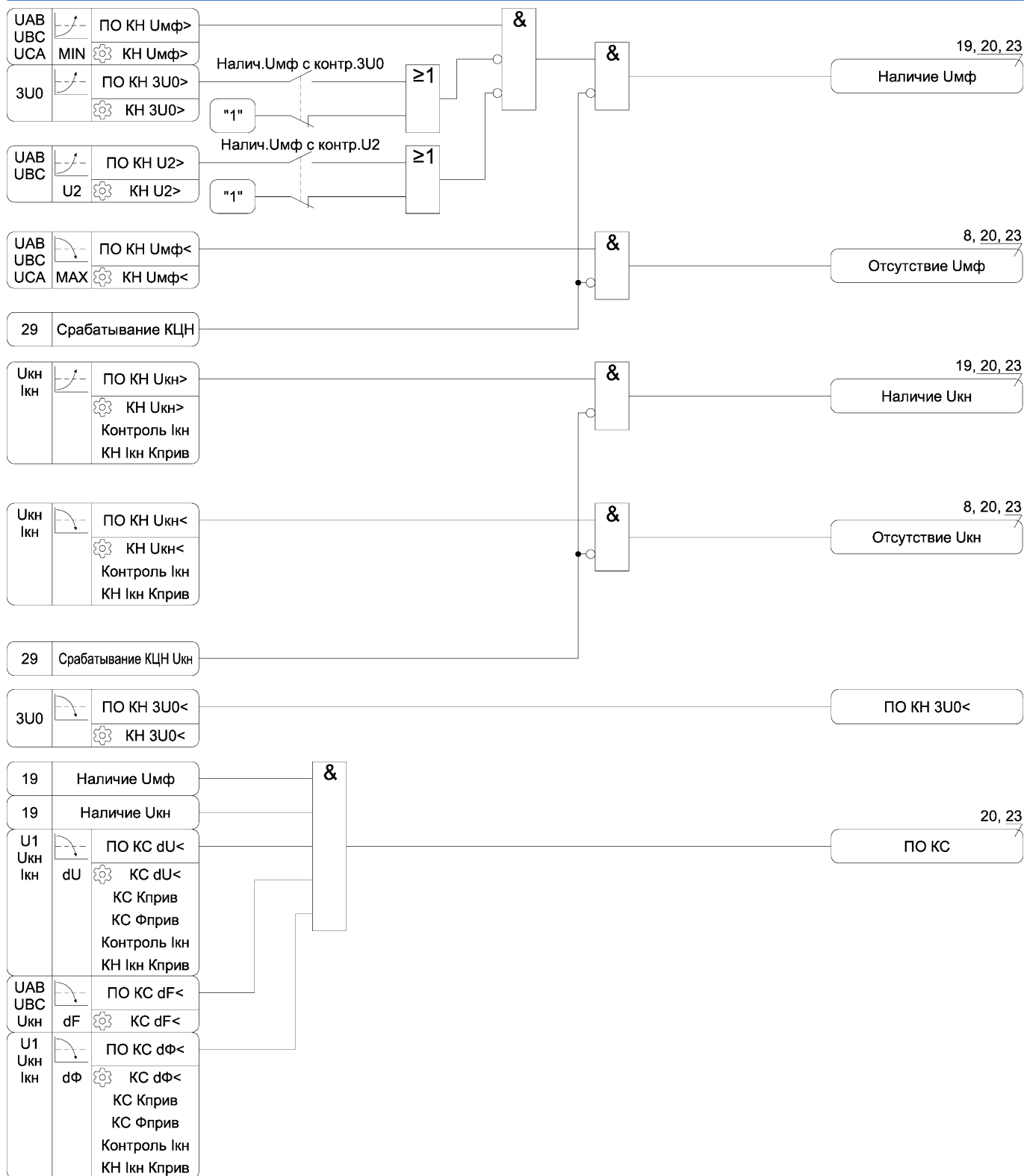


Рисунок А.19 – Функциональная схема алгоритма КН и КС

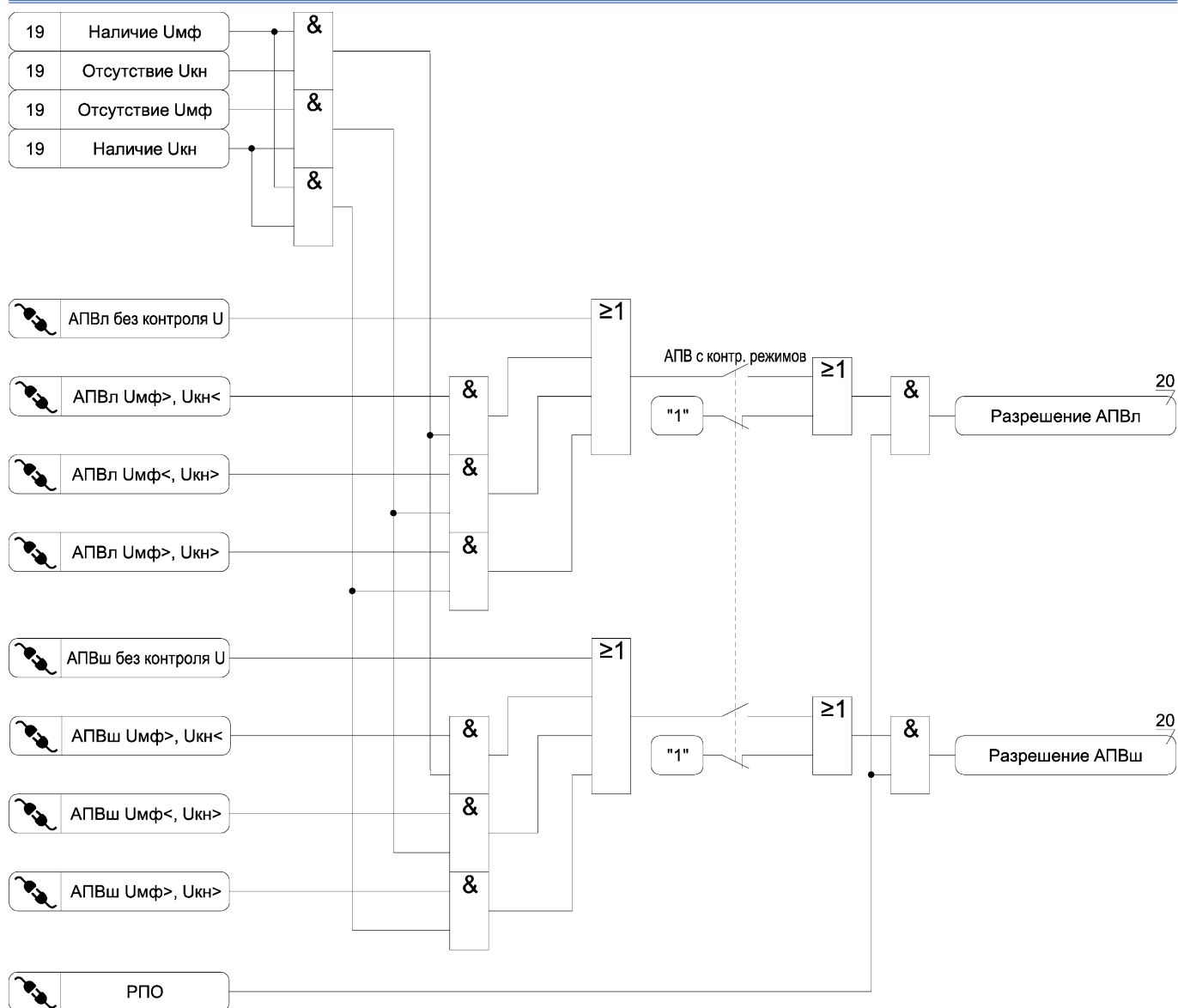


Рисунок А.20 а) – Функциональная схема алгоритма АПВ

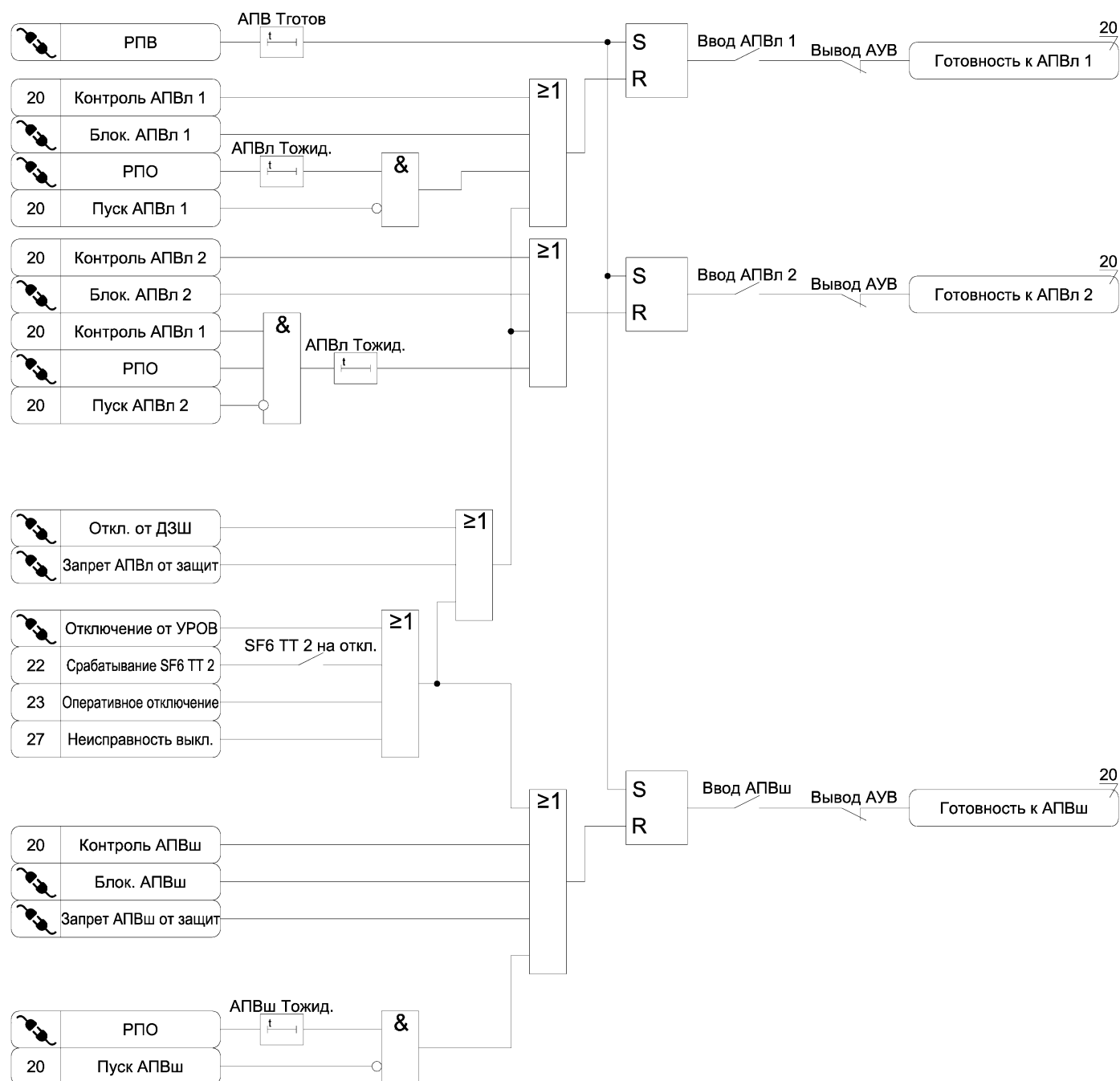


Рисунок А.20 б) – Функциональная схема алгоритма АПВ

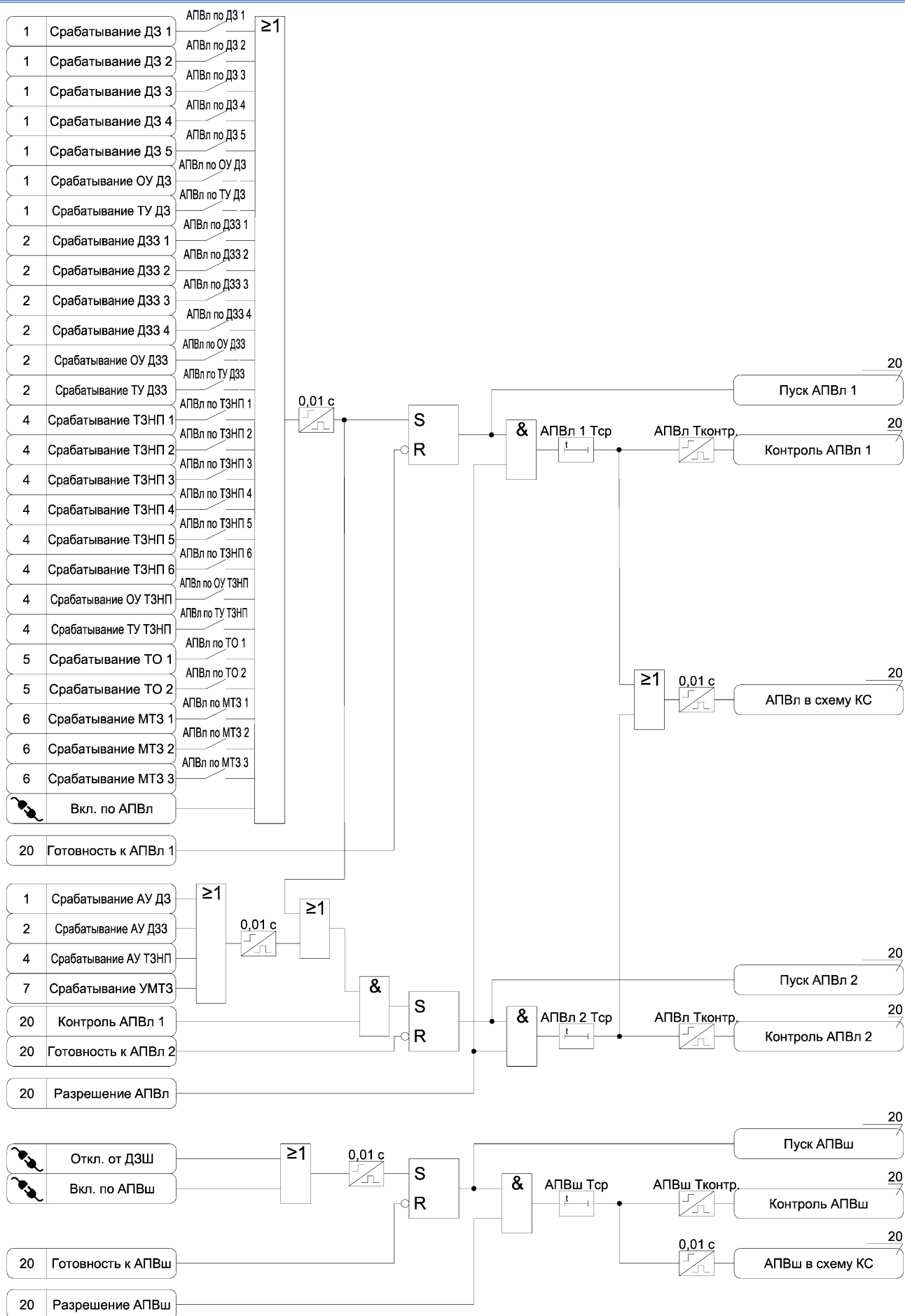


Рисунок А.20 в) – Функциональная схема алгоритма АПУ

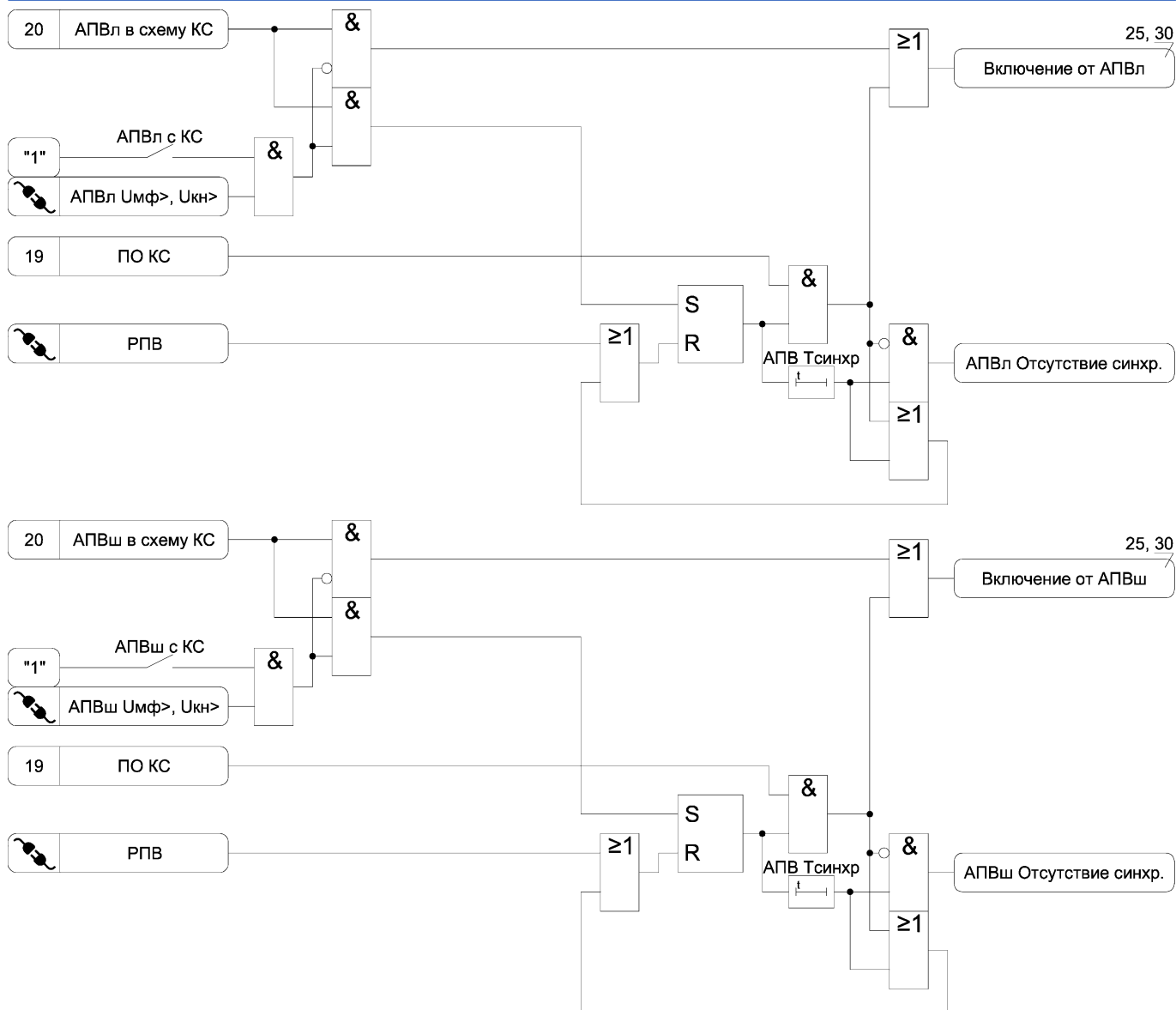


Рисунок А.20 г) – Функциональная схема алгоритма АПВ

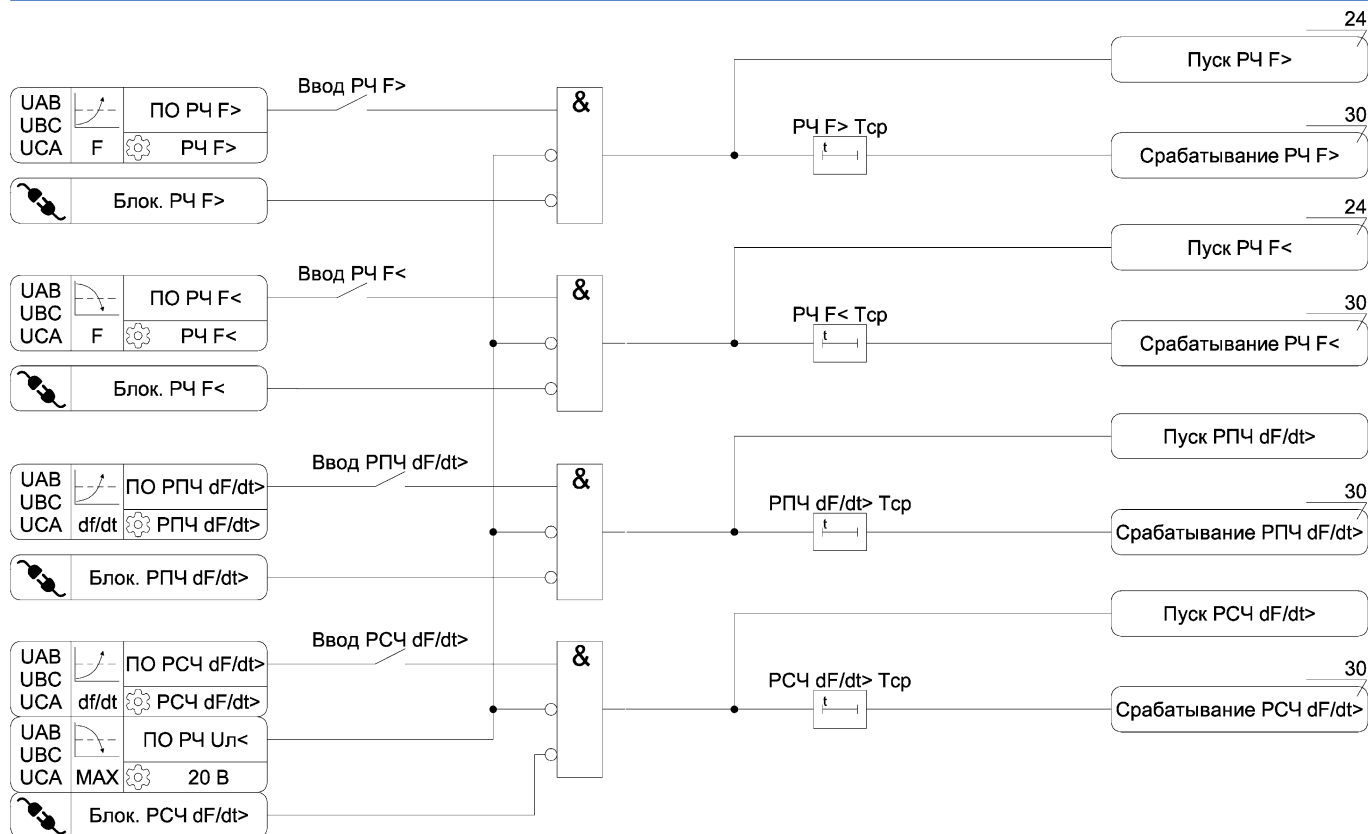


Рисунок А.21 – Функциональная схема алгоритма защиты от повышения и снижения частоты

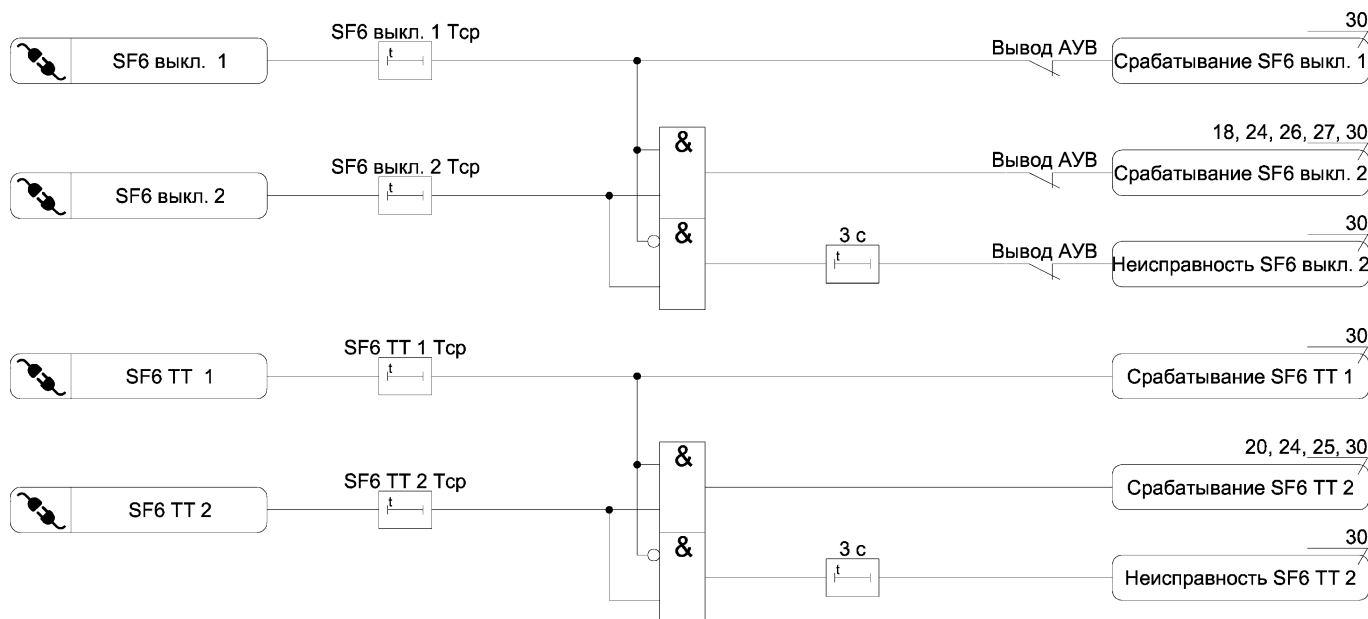


Рисунок А.22 – Функциональная схема алгоритма защиты от снижения давления элегаза

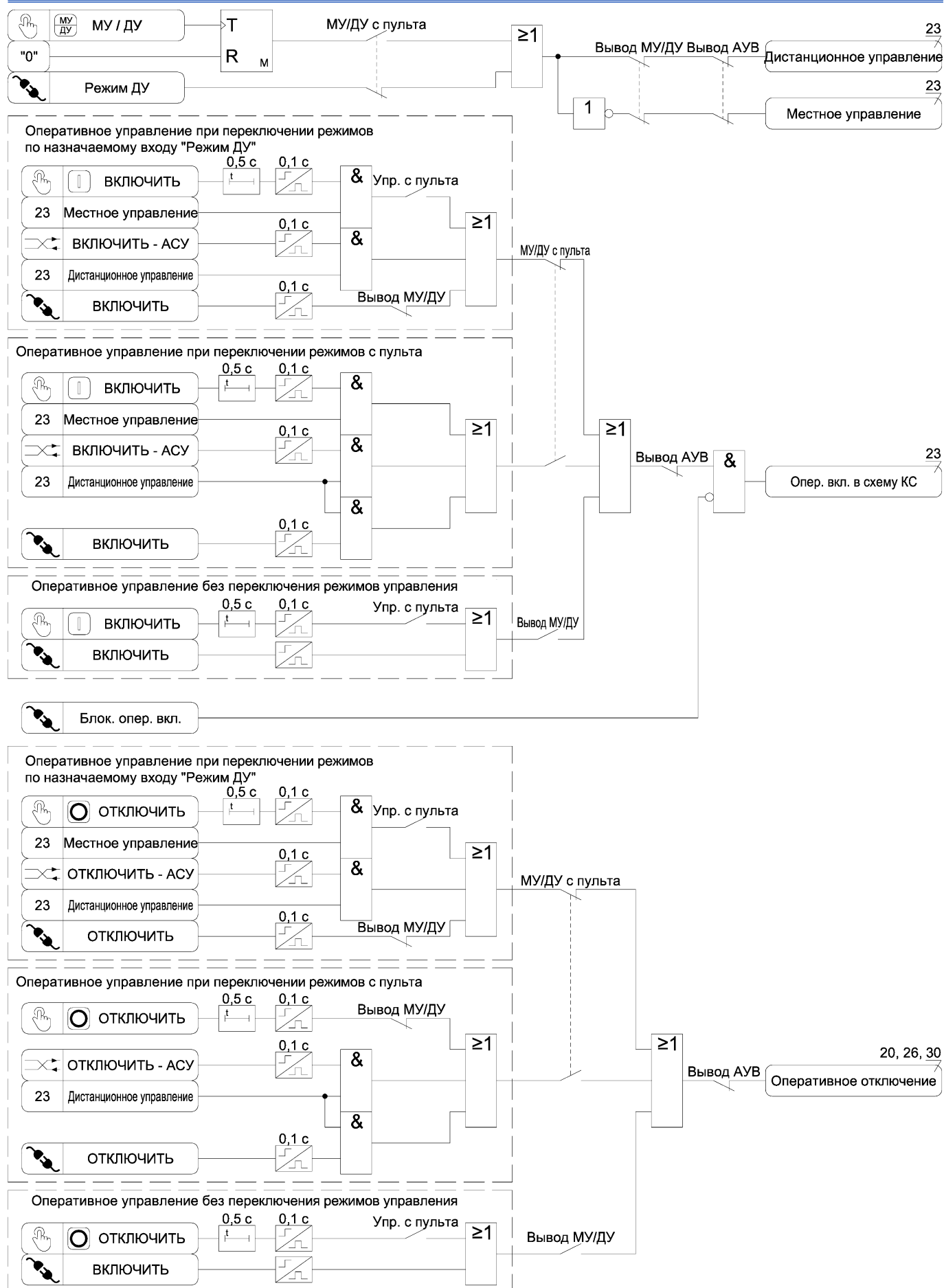


Рисунок А.23 а) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

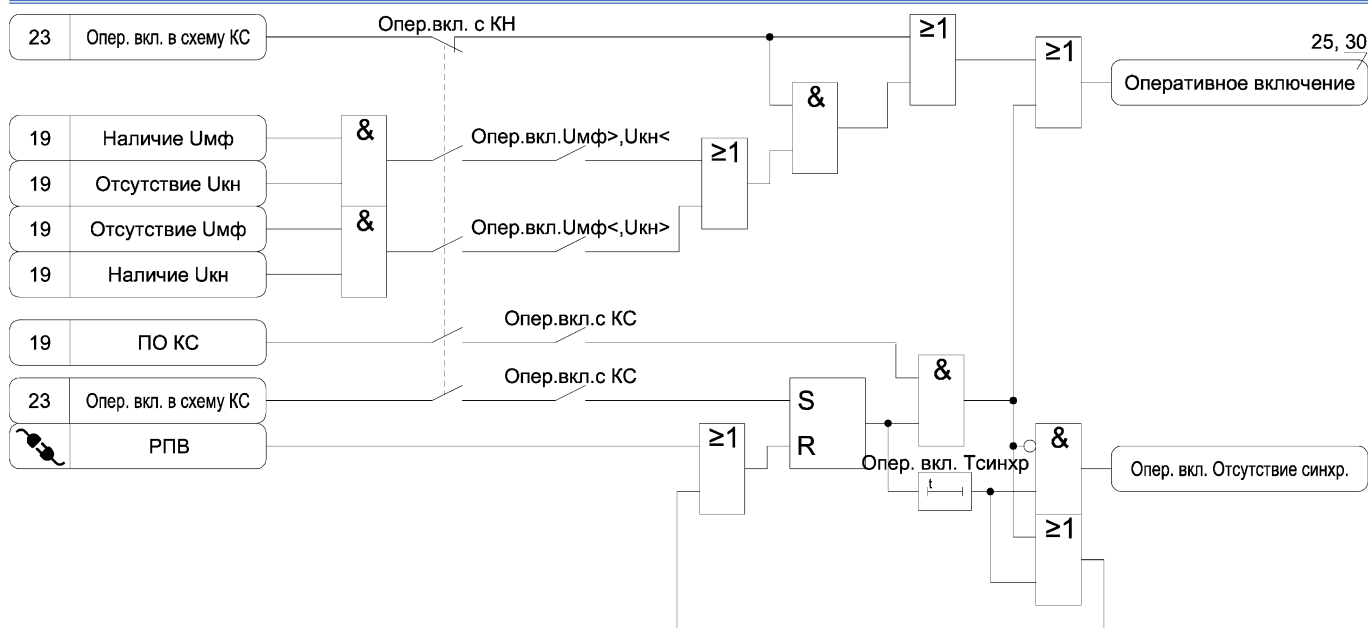


Рисунок А.23 б) – Функциональная схема алгоритма оперативного управления выключателем

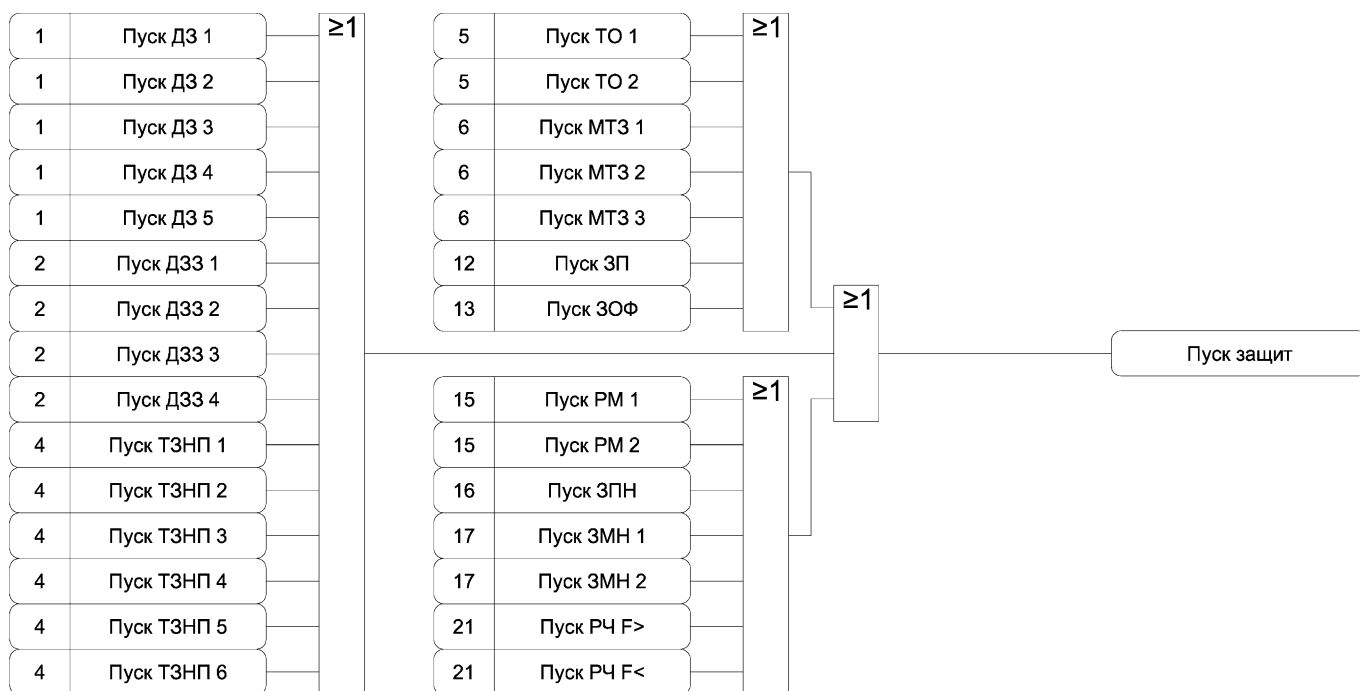


Рисунок А.24 а) – Функциональная схема алгоритма состояния защит

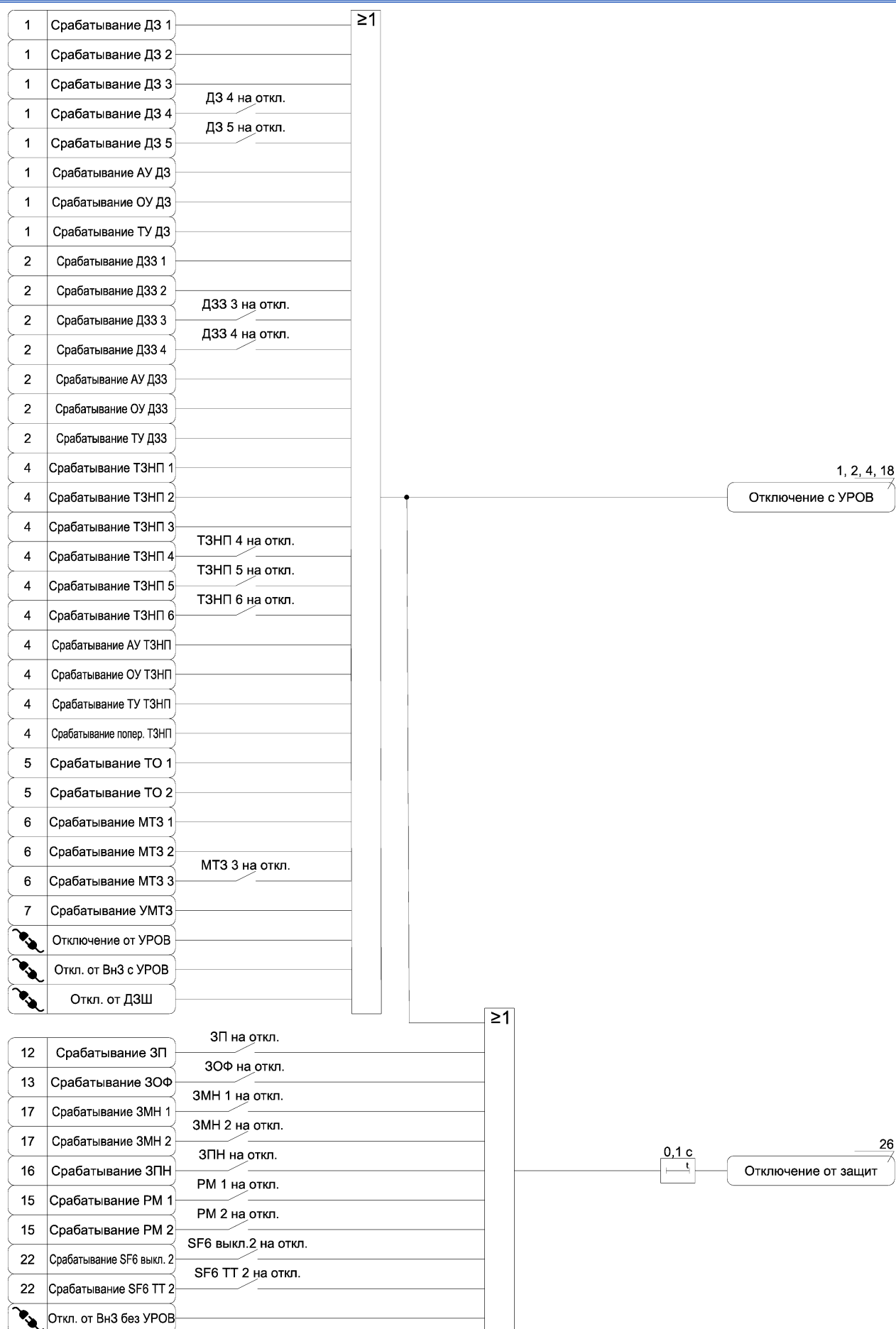


Рисунок А.24 б) – Функциональная схема алгоритма состояния защит

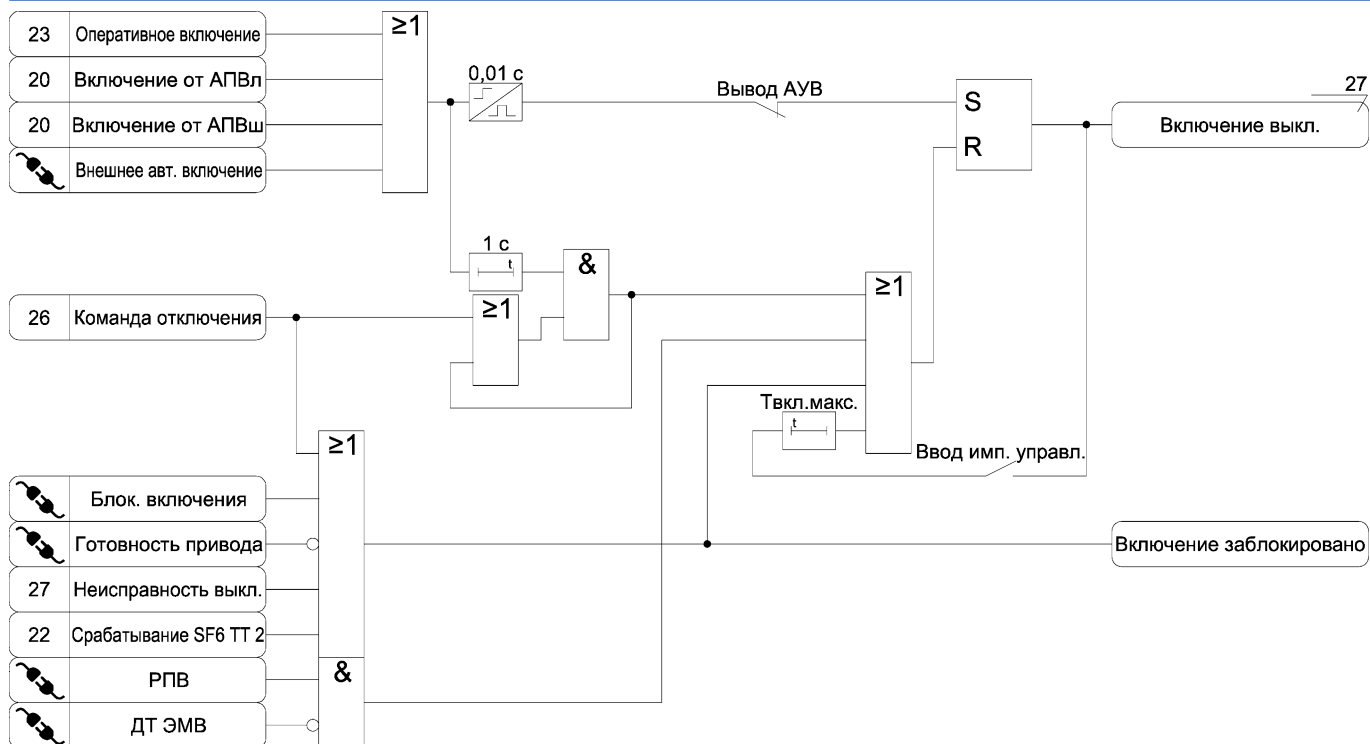


Рисунок А.25 – Функциональная схема алгоритма включения выключателя

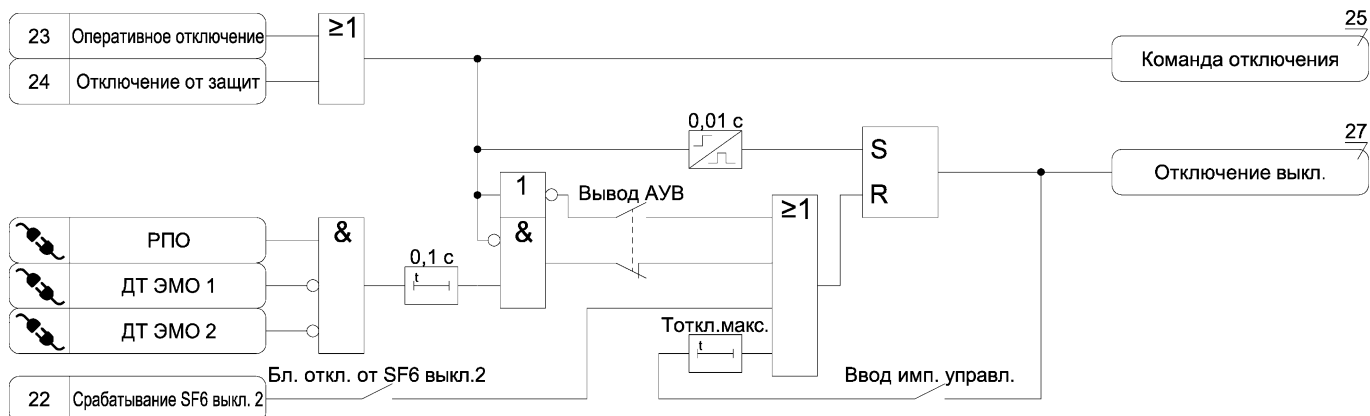
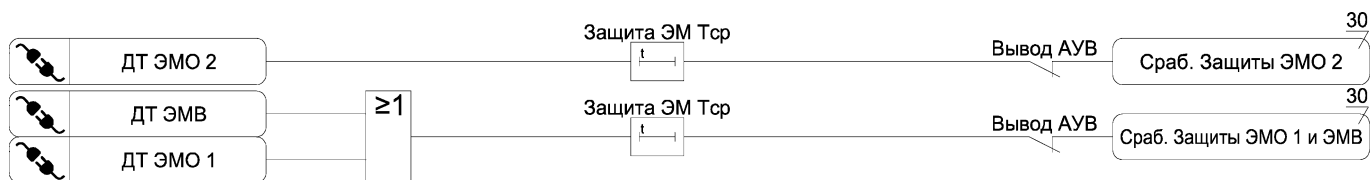
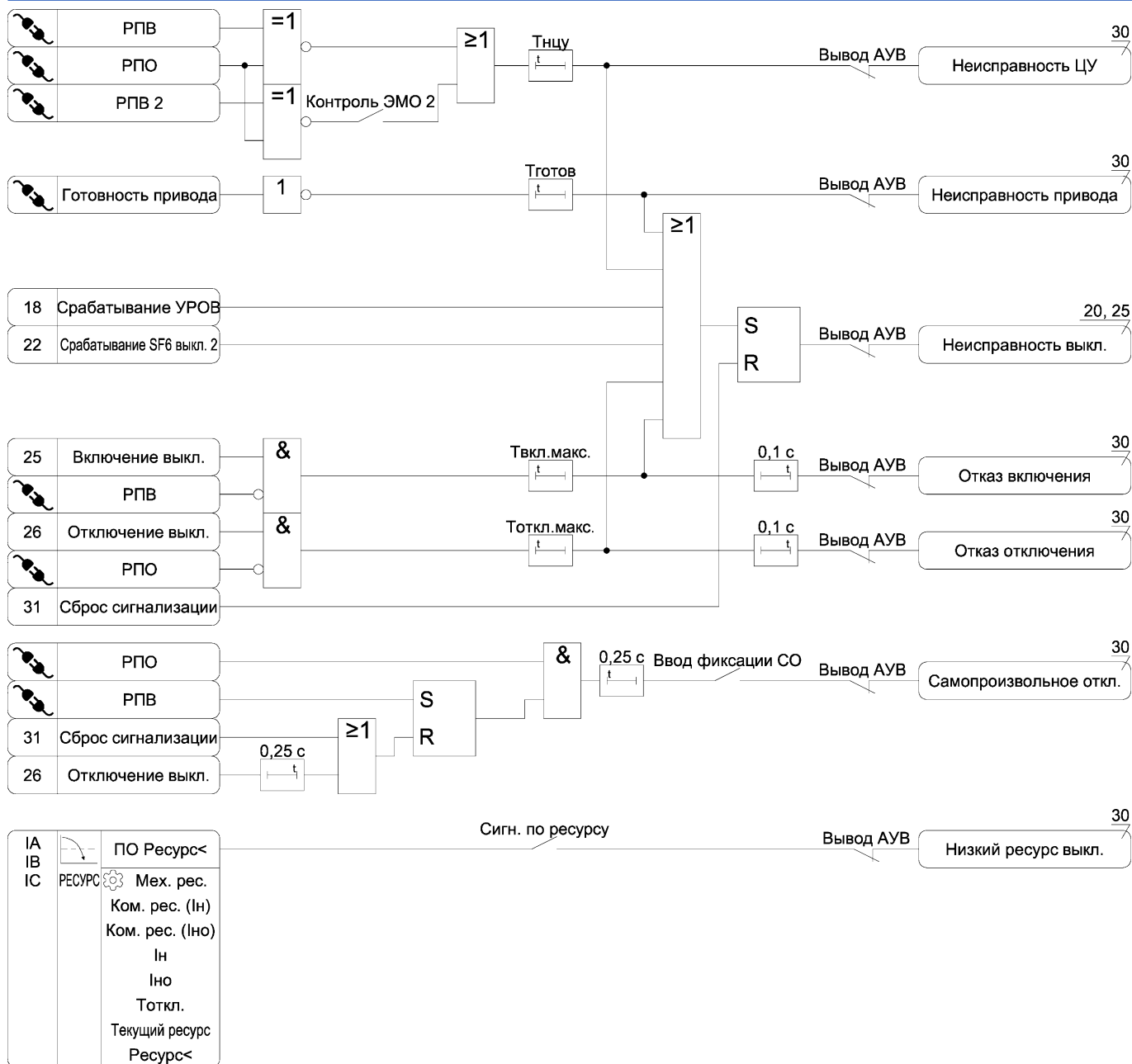


Рисунок А.26 – Функциональная схема алгоритма отключения выключателя



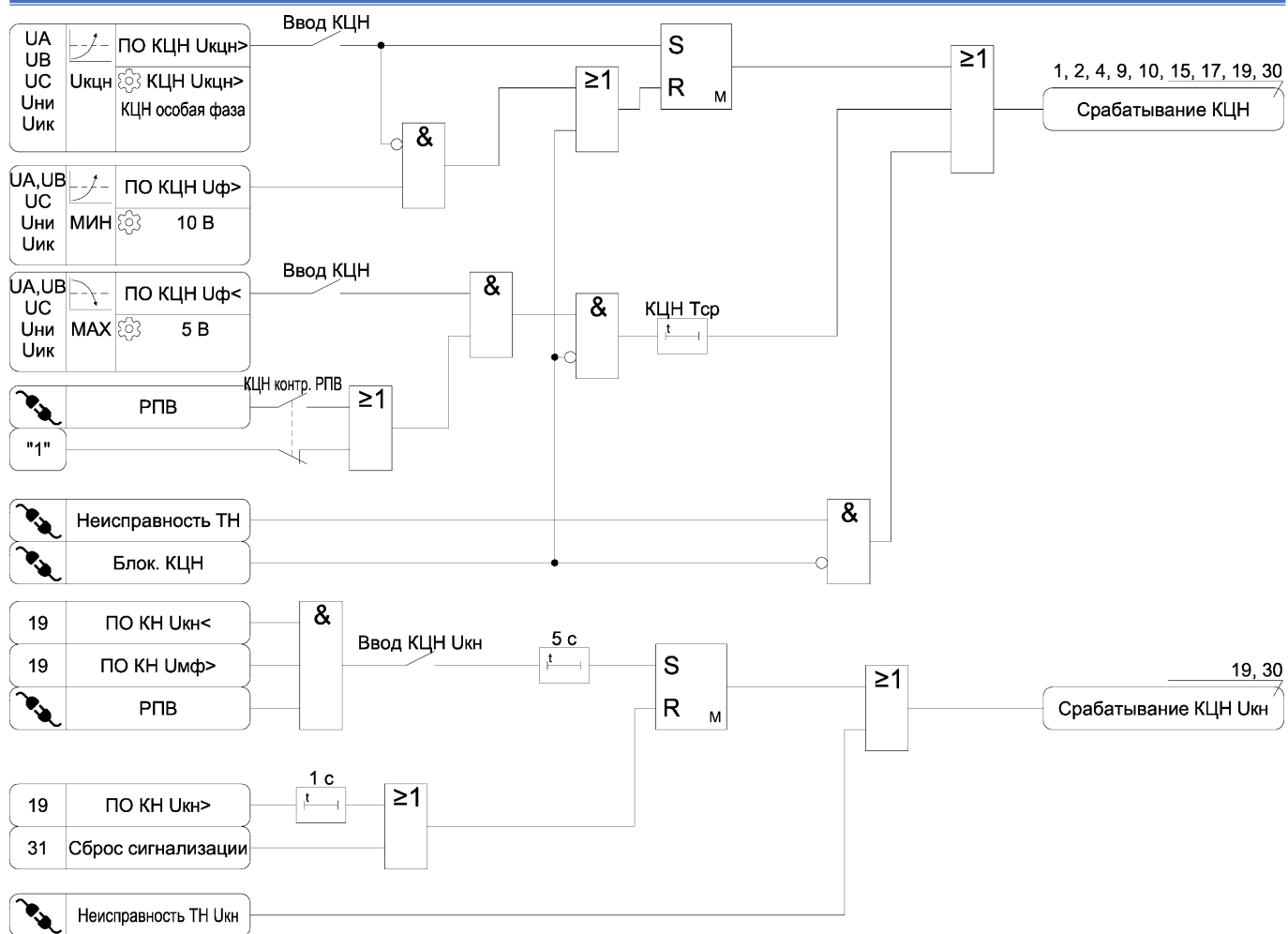


Рисунок А.29 – Функциональная схема алгоритма КЦН

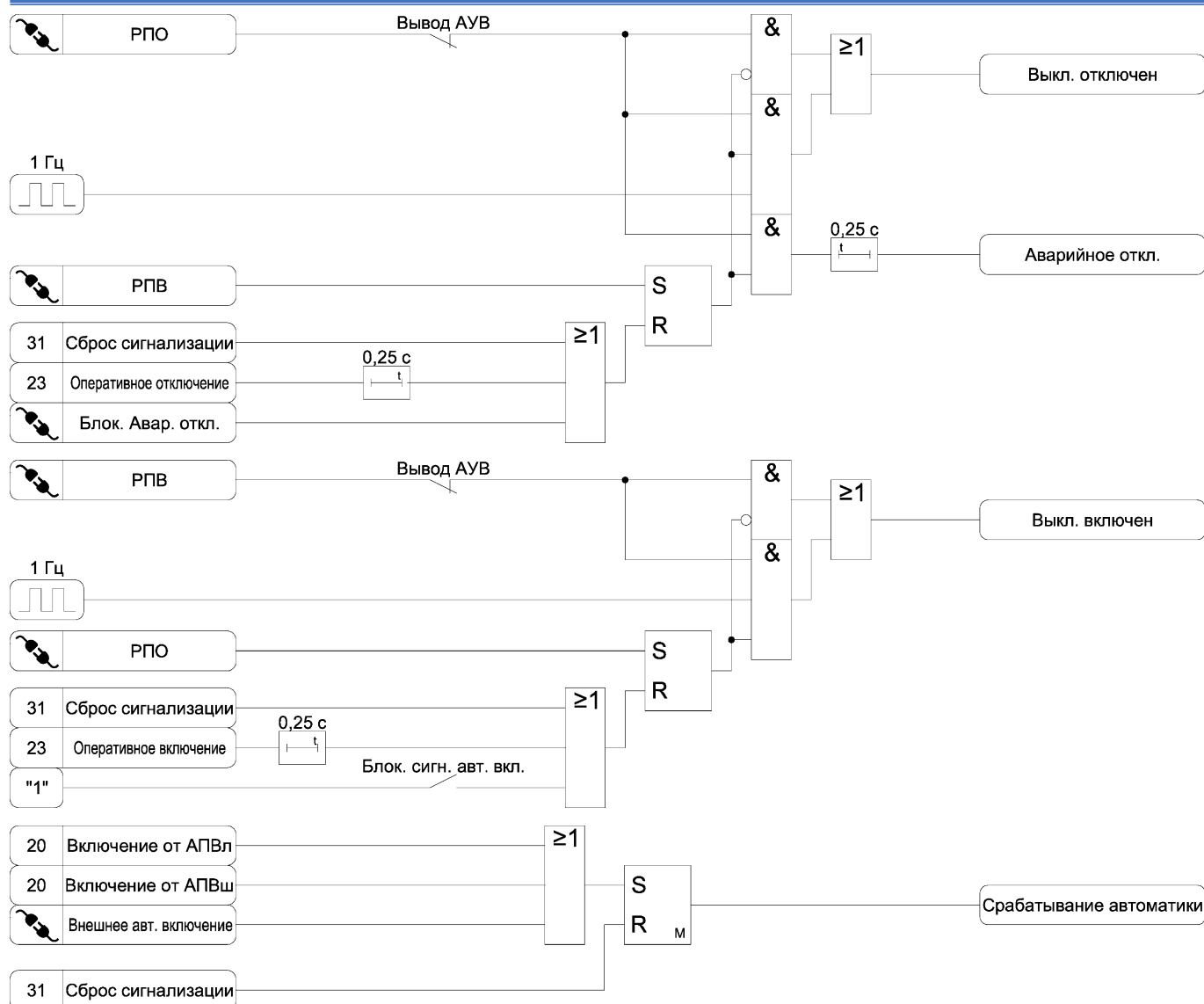


Рисунок А.30 а) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

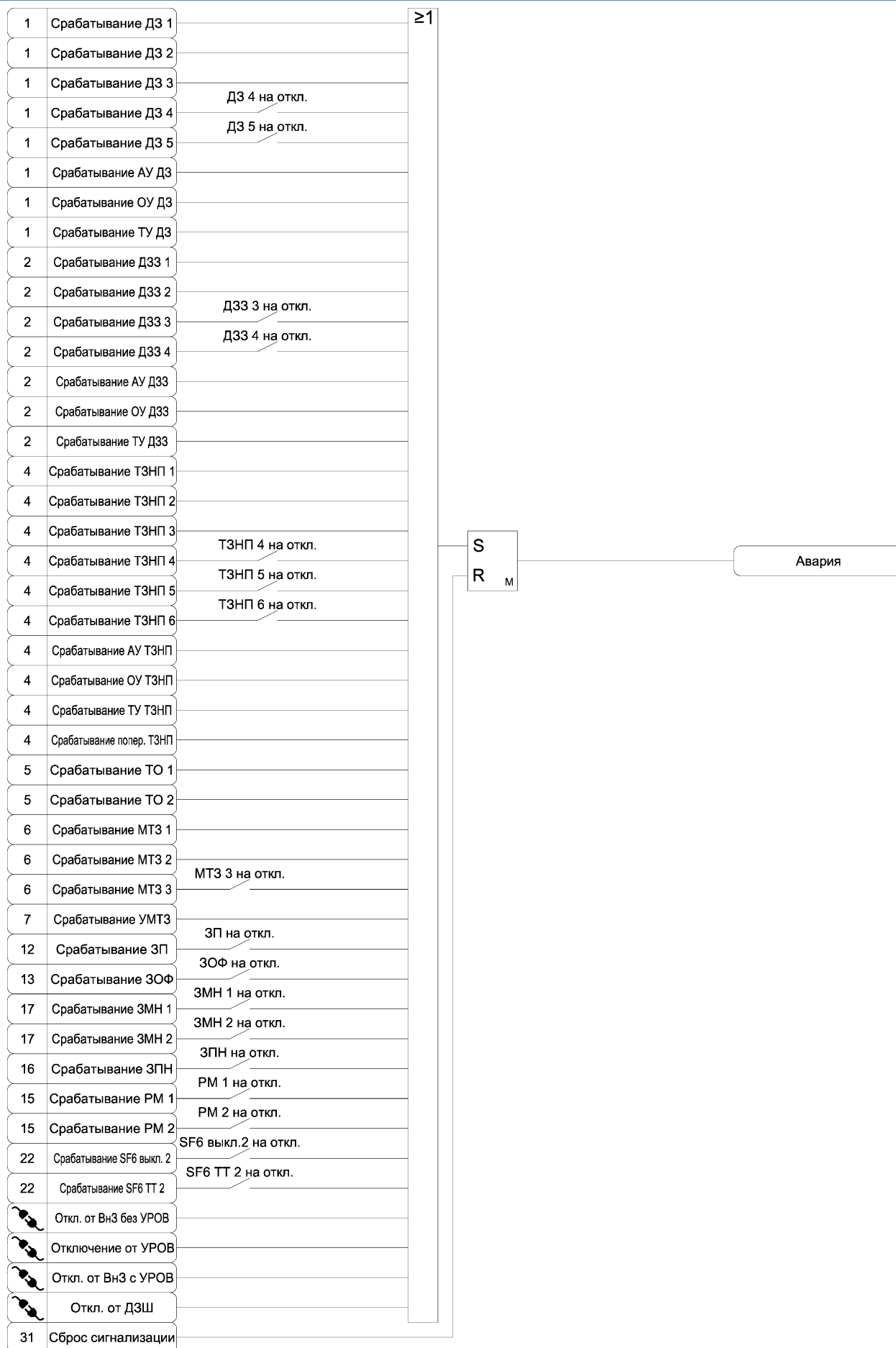


Рисунок А.30 б) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

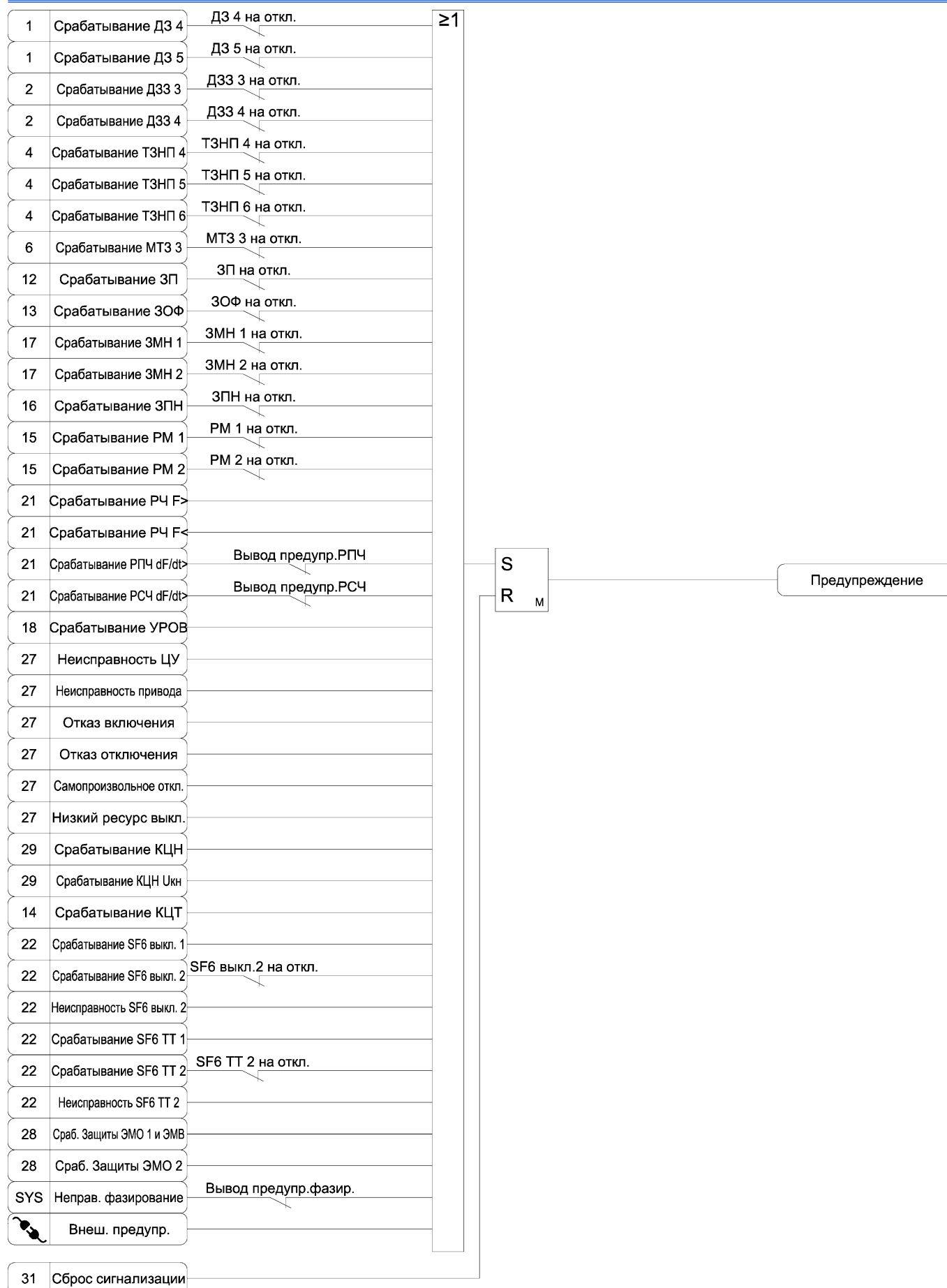


Рисунок А.30 в) – Функциональная схема алгоритма сигнализации

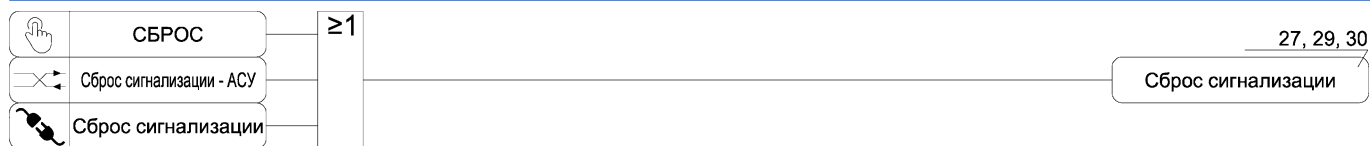


Рисунок А.31 – Функциональная схема алгоритма сброса сигнализации

Изменения в документе

№ изм.	Номера измененных страниц	Дата изменения	Версия ВПО	Комментарий
0	-	22.09.2025	КИТ-Р-Б5-КС3-01_00	Исходная версия/редакция