

---

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ПАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
33.040.20.204-2015**

---

**Типовые функции цифровых устройств противоаварийной  
автоматики ФСМ, ФТКЗ, АЧР, ЧАПВ, ЧДА, КПр, САОН, АОПО, АРПМ**

Стандарт организации

Дата введения: 03.11.2015

ПАО «ФСК ЕЭС»

2015

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2012.

## Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: Департаментом релейной защиты, метрологии и автоматизированных систем управления технологическими процессами, ООО «Прософт-Системы».
2. ВНЕСЁН: Департаментом инновационного развития.
3. СОГЛАСОВАН: с ОАО «СО ЕЭС» письмом от 02.06.2015 № Б12-П-2-19-7046.
4. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 03.11.2015 № 435.
5. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент инновационного развития ПАО «ФСК ЕЭС» по адресу 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: [vaga-na@fsk-ees.ru](mailto:vaga-na@fsk-ees.ru).

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ПАО «ФСК ЕЭС».

## Содержание

1 Область применения.....	4
2 Нормативные ссылки.....	4
3 Термины и определения.....	4
4 Сокращения и обозначения .....	5
5 Принципы построения и требования к реализации функций локальных цифровых устройств противоаварийной автоматики .....	7
5.1 Функция фиксации сброса мощности .....	7
5.2 Функция фиксации тяжести короткого замыкания .....	9
5.3 Функция автоматической частотной разгрузки .....	14
5.4 Функция частотного автоматического повторного включения .....	17
5.5 Функция частотной делительной автоматики.....	19
5.6 Функция контроля предшествующего режима .....	21
5.7 Функция специальной автоматики отключения нагрузки .....	23
5.8 Функция автоматики ограничения перегрузки оборудования по току.....	25
5.9 Функция автоматики разгрузки при перегрузке контролируемого сечения по активной мощности .....	27
Приложение А Алгоритм контроля исправности цепей напряжения.....	30
Приложение Б Алгоритм изменения уставки функции АОПО в зависимости от температуры.....	32
Библиография.....	34

## **1 Область применения**

Настоящий Стандарт организации (далее – Стандарт) устанавливает:

- принципы построения функций (на уровне алгоритмов) локальных цифровых устройств противоаварийной автоматики - ФСМ, ФТКЗ, АЧР, ЧАПВ, ЧДА, КПр, САОН, АОПО, АРПМ (далее – локальные цифровые устройства ПА);

- минимально необходимые требования к реализации функций ( типовые алгоритмы) ФСМ, ФТКЗ, АЧР, ЧАПВ, ЧДА, КПр, САОН, АОПО, АРПМ в составе локальных цифровых устройств ПА.

Требования настоящего стандарта распространяются на локальные цифровые устройства ПА объектов электросетевого хозяйства.

Стандарт является обязательным к применению ПАО «ФСК ЕЭС».

Стандарт также применяется в качестве обязательного другими сетевыми организациями, в том числе, являющимися дочерними (зависимыми) обществами ПАО «Россети», и иными собственниками или законными владельцами объектов электросетевого хозяйства, в силу организационно-распорядительного документа, договора или иным образом присоединившимися к настоящему стандарту.

Требованиями стандарта следует руководствоваться:

- при проверке на соответствие микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики требованиям настоящего стандарта. Проверка осуществляется в ПАО «ФСК ЕЭС» - в рамках проведения процедуры проверки качества нового оборудования, материалов и систем, установленной его организационно-распорядительными документами, а в иных сетевых организациях – в рамках проведения аналогичных процедур применяемых в данных сетевых организациях с целью проверки качества нового оборудования, материалов и систем;

- при проектировании, создании новых, комплексной реконструкции (модернизации) действующих устройств и комплексов ПА, проведении пуско-наладочных работ, приемо-сдаточных испытаний устройств и комплексов ПА на объектах электросетевого хозяйства.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ Р 55105-2012 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования.

## **3 Термины и определения**

В настоящем Стандарте применены термины по ГОСТ Р 55105-2012 и СТО 56947007-33.040.20.123-2012, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 Алгоритм функционирования устройства противоаварийной автоматики:** заданная последовательность действий, в результате которой реализуется функция устройства противоаварийной автоматики.

**3.2 Пусковой блок устройства ПА:** функциональный блок устройства ПА, фиксирующий возникновение аварийного возмущения или отклонение контролируемых параметров электрической сети за пределы допустимых значений и формирующий сигнал пуска устройства ПА.

#### 4 Сокращения и обозначения

АОПО - автоматика ограничения перегрузки оборудования по току;

АРПМ - автоматика разгрузки при перегрузке контролируемого сечения по активной мощности;

АЧР - автоматическая частотная разгрузка;

КПР - контроль предшествующего режима;

МП - микропроцессор (микропроцессорные);

ПА - противоаварийная автоматика;

САОН - специальная автоматика отключения нагрузки;

УВ - управляющее воздействие;

ФОЛ - фиксация отключения линии электропередачи;

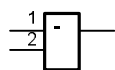
ФСМ - фиксации сброса мощности;

ФТКЗ - фиксации тяжести короткого замыкания;

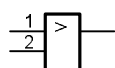
ЧАПВ - частотное автоматическое повторное включение;

ЧДА - частотная делительная автоматика;

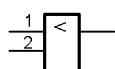
ЭЭС - электроэнергетическая система;



Элемент вычитания входных величин: выход= величина входа 1 – величина входа 2



Элемент сравнения входных величин: выход= лог.1 если величина входа 1 больше величины входа 2



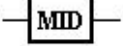


Элемент сравнения входных величин: выход= лог.1 если величина входа 1 меньше величины входа 2



Элемент выделения модуля входной величины

	Внутренний входной сигнал
	Внутренний выходной сигнал
	Внешний входной сигнал
	Внешний выходной сигнал
	Внутренний сигнал
	Элемент уставки
	Логический элемент «ИЛИ»
	Логический элемент «И»
	Логический элемент «НЕ»
	Таймер с нерегулируемой выдержкой времени на срабатывание
	Таймер с нерегулируемой выдержкой времени на возврат
	Генератор импульса (одновибратор) нерегулируемой длительности
	Таймер с регулируемой выдержкой времени на срабатывание
	Таймер с регулируемой выдержкой времени на срабатывание с инвертированием входного сигнала
	Таймер с регулируемой выдержкой времени на возврат
	Генератор импульса (одновибратор) регулируемой длительности
	Элемент памяти (RS-триггер, приоритет по входу R )
	Переключатель (аналог реле). Вход 1-управляющий; при лог.0 сигнал со входа 2 передается на выход 4, при лог.1 со входа 3 передается на выход 4.

	Элемент инвертирования дискретного сигнала
	Элемент задержки аналогового сигнала
	Элемент усреднения аналогового сигнала

## **5 Принципы построения и требования к реализации функций локальных цифровых устройств противоаварийной автоматики**

### **5.1 Функция фиксации сброса мощности**

5.1.1 Функция ФСМ предназначена для выявления отключения линии, разрыва транзита, отключения генерирующего оборудования.

5.1.2 Функция ФСМ должна состоять не менее чем из двух ступеней по сбросу мощности.

5.1.3 Функция ФСМ должна вырабатывать выходной сигнал (УВ) с учетом контроля направления перетока активной мощности.

5.1.4 Функция ФСМ должно иметь блокировки срабатывания при неисправности цепей напряжения, при синхронных качаниях, в асинхронных режимах и при КЗ.

#### **5.1.5 Требования к реализации функции ФСМ**

5.1.5.1 Реализация функции ФСМ (типовой алгоритм) должна быть следующей:

- сброс мощности должен вычисляться как разность текущего и предшествующего (запомненного на некоторое задаваемое уставкой время) значений активной мощности;

- полученная разность (сброс мощности) должна выдаваться на входы ступеней по сбросу мощности при заданном направлении мощности и отсутствии сигнала блокировки;

- должно использоваться как минимум две ступени по величине сброса мощности;

- в блоке ступени по сбросу мощности численные значения сброса мощности должно сравниваться с уставкой и по факту превышения мощности уставки должен вырабатываться сигнал блокировки предыдущих ступеней, а также выходной сигнал при отсутствии сигнала блокировки от ступеней с большей уставкой;

- в зависимости от сработавшей ступени должен выдаваться выходной сигнал срабатывания;

- многоступенчатое устройство должно выдавать сигнал срабатывания только одной наибольшей по уставке сброса мощности ступени при одновременном пуске нескольких ступеней.

5.1.7.2 Пример типового алгоритма функции ФСМ приведен на рисунке 1.

Входные сигналы блока вычисления сброса мощности:

- Block - Сигнал блокировки срабатывания при неисправности цепей напряжения, при синхронных качаниях, в асинхронных режимах и при КЗ;

- P\_line - Действующее значение трехфазной активной мощности.

Выходной сигнал блока вычисления сброса мощности - dP- значение величины сброса мощности.

Уставки блока вычисления сброса мощности:

- Pust - Уставка по максимальной трехфазной мощности исходного режима;

- P\_prev - Уставка по трехфазной мощности до аварийного режима;

- DT1 - Задержка (запоминание) замера мощности исходного режима;

- P\_pos - Накладка разрешения работы при положительном направлении мощности до аварийного режима;

- P\_neg - Накладка разрешения работы при отрицательном направлении мощности до аварийного режима.

Входные сигналы ступени по сбросу мощности:

- dP - Входное значение величины сброса мощности;

- block\_in - Входной сигнал блокировки ступени.

Выходные сигналы ступени по сбросу мощности:

- Y - Сигнал срабатывания ступени;

- block\_out- Выходной сигнал блокировки ступеней с меньшими уставками.

Уставки ступени по сбросу мощности:

- dPmax - Уставка по мощности;

- DT1 - Длительность удержания сигнала срабатывания



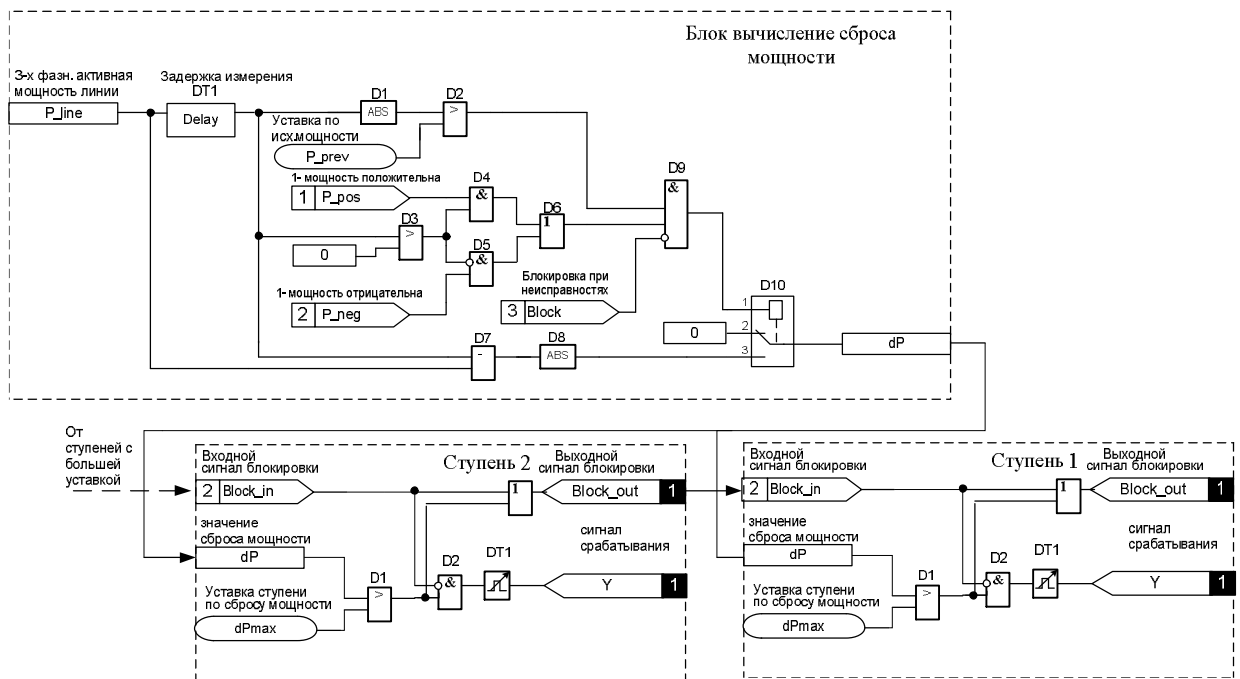


Рисунок 1. Пример типового алгоритма функции ФМС

### 5.1.7.3 Описание работы блока вычисления сброса мощности

Замер действующего значения трехфазной мощности ( $P_{line}$ ) запоминается на время  $DT1$ , полученное значение сравнивается с уставкой по мощности исходного режима ( $P_{prev}$ ). При превышении мощности исходного режима значения уставки в заданном накладками  $P_{pos}$  и  $P_{neg}$  направлении и отсутствии сигнала блокировки ( $Block$ ) разность текущего и запомненного предшествующего значений мощности выдается на выход алгоритма  $dP$ .

### 5.1.7.4 Описание работы ступени по сбросу мощности

При появлении на входе  $dP$  значения мощности, превышающего уставку  $dP_{max}$  и отсутствии сигнала блокировки ( $block\_in$ ) на выходе  $Y$  формируется сигнал срабатывания ступени длительностью  $DT1$ , а на выходе  $block\_out$  сигнал блокировки для ступеней с меньшей уставкой.

## 5.2 Функция фиксации тяжести короткого замыкания

5.2.1 Функция ФТКЗ предназначена для фиксации тяжести коротких замыканий, близких к шинам электростанции, в результате которых может нарушиться динамическая устойчивость генерирующего оборудования электростанции.

5.2.2 Функция ФТКЗ должна пускаться при возникновении КЗ, определять тяжесть КЗ и выдавать выходной сигнал на пуск автоматики разгрузки станции для дальнейшей разгрузки или отключения энергоблоков электростанции в зависимости от исходной мощности и сброса мощности во время КЗ.

5.2.3 Тяжесть КЗ и объем УВ должны определяться с учетом величины и длительности снижения напряжения прямой последовательности одновременно не менее чем в двух точках распределительного устройства энергообъекта. Необходимо также предусмотреть определение тяжести КЗ и объема УВ с учетом величины и длительности снижения (сброса) активной мощности генерирующего оборудования электростанции, подключенного к распределительному устройству электростанции;

5.2.4 Функция ФТКЗ должна блокироваться при неисправности цепей напряжения.

### **5.2.5 Требования к реализации функции ФТКЗ**

5.2.5.1 Реализация (типовой алгоритм) функции ФТКЗ должна быть следующей:

- функция должна пускаться по факту фиксации КЗ (например, по приращению тока обратной или/и прямой последовательности);

- тяжесть аварийного режима должна определяться величиной и длительностью снижения напряжения прямой последовательности;

- должно использоваться не менее двух ступеней по величине снижения напряжения и не менее двух ступеней по длительности снижения напряжения с учетом величины снижения напряжения;

- снижение напряжения должно контролироваться в двух точках – например, на ТН 1СШ, и на ТН 2СШ, при этом, должна измеряться величина остаточного напряжения прямой последовательности и сравниваться с заданными уставками ступеней фиксации близкого КЗ (БКЗ);

- одновременно должны запускаться выдержки времени ступеней затяжного КЗ (ЗКЗ);

- при остаточном напряжении меньше заданной уставки ступени должна срабатывать без выдержки времени ступень БКЗ;

- по истечении выдержки времени (определяется уставкой) и при остаточном напряжении меньше заданной уставки ступени должна срабатывать ступень ЗКЗ;

- в зависимости от сработавшей ступени должен выдаваться выходной сигнал.

5.2.5.2 Пример типового алгоритма функции ФТКЗ приведен на рисунке 2.

Входные сигналы:

- Start - Сигнал пуска ступеней БКЗ и ЗКЗ по признакам КЗ (например по приращению тока обратной и/или прямой последовательности);

- U1 - Действующее значение напряжения прямой последовательности;

- Block- Сигнал блокировки срабатывания.

Выходной сигнал - Y- Сигнал срабатывания.

Уставки:

- U1ust, U1ust2, U1ust3, U1ust4 - Уставка по минимальному напряжению 1 и 2 ступеней БКЗ, 1 и 2 ступеней ЗКЗ, соответственно;

- DT1, DT2 - Выдержка времени на срабатывание 1 и 2 ступеней ЗКЗ, соответственно;
- DT3-DT6 - Длительность удержания сигналов срабатывания БКЗ и ЗКЗ.

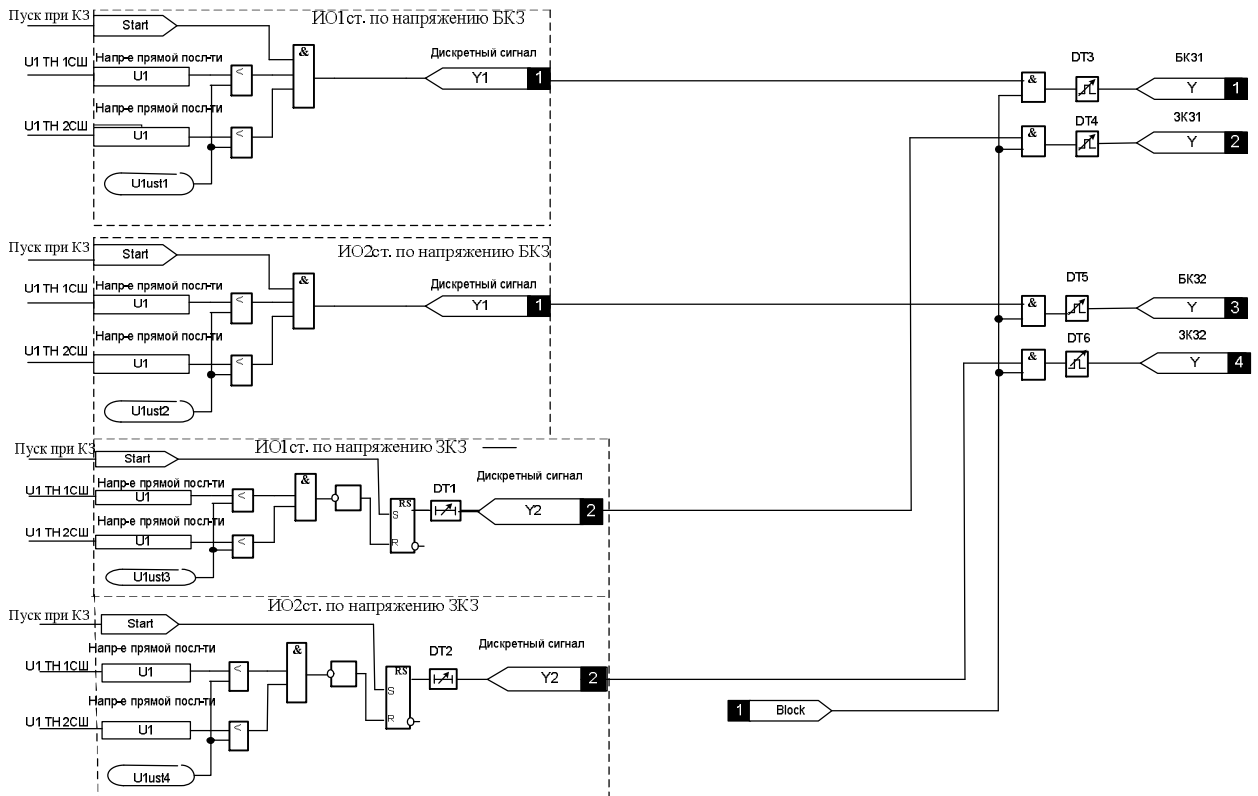


Рисунок 2. Пример типового алгоритма функции ФТКЗ.

### 5.2.5.3 Описание типового алгоритма функции ФТКЗ

Действующее значение напряжения прямой последовательности ( $U_1$ ) сравнивается с уставками по минимальному напряжению ступеней БКЗ и ЗКЗ. При наличии сигнала пуска по признакам КЗ (срабатывания пускового блока (ПБ) по току) и при напряжении  $U_1$  меньше уставки ступеней БКЗ выдаются сигналы фиксации БКЗ- $Y_1$ . При наличии сигнала пуска по признакам КЗ и при напряжении  $U_1$  меньше уставки ступеней ЗКЗ срабатывают RS триггеры и запускают отсчет выдержек времени на фиксацию ЗКЗ (DT1, DT2). При отсутствии блокировки при неисправности цепей напряжения (логический нуль) без выдержки времени выдаются выходные сигналы срабатывания ступеней БКЗ на время DT3(DT5).

После успешного завершения отсчета выдержек времени и величине напряжения  $U_1$  меньше уставки ступеней ЗКЗ выдаются сигналы срабатывания алгоритма фиксации ступеней ЗКЗ ( $Y_2$ ). При отсутствии блокировки от неисправности цепей напряжения (логический нуль) выдаются выходные сигналы срабатывания ступеней ЗКЗ на время DT4(DT6). RS триггер в алгоритме ступени ЗКЗ позволяет обеспечить срабатывание ступени при возможном кратковременном сигнале пуска по току «START». Возврат

триггера происходит при появлении на входе R триггера сигнала логической единицы в момент прекращения режима КЗ (при повышении напряжения U1 выше уставки ступени).

Количество ступеней БКЗ и ЗКЗ при необходимости может быть большим.

Алгоритм может быть заблокирован (Block) по внешнему сигналу или при неисправности цепей напряжения.

#### 5.2.5.4 Описание работы пускового блока по току.

Приращение тока обратной последовательности (dI2) и приращение тока прямой последовательности (dI1) сравниваются с уставками. В случае превышения входным значением dI2 или dI1 уставки выдается сигнал срабатывания алгоритма пускового органа (Y). Пример алгоритма приведен на рисунке 2а. Задержка на возврат DT2 необходима для запоминания на 1-2 периода КЗ возможного кратковременного сигнала dI2.

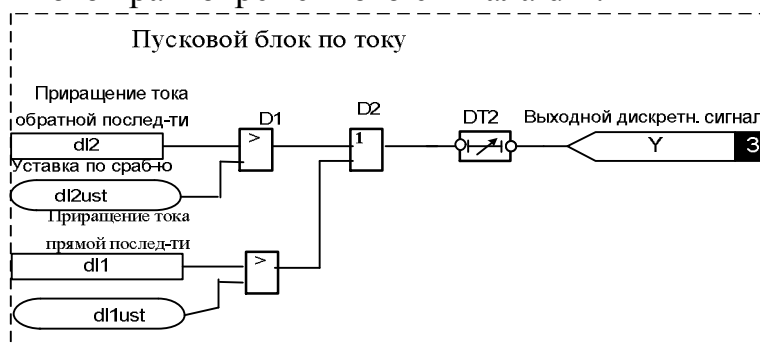


Рисунок 2а. Пример алгоритма пускового блока по току

### 5.2.6 Требования к реализации функции ФТКЗ с учетом сброса мощности

5.2.6.1 Алгоритм функции ФТКЗ с учетом сброса мощности должен быть следующим:

- функция должна запускаться по факту снижения напряжения прямой последовательности в двух точках распределительного устройства электростанции (например, на ТН 1СШ и на ТН 2СШ) и по факту фиксации приращения тока обратной и/или прямой последовательности;

- в момент пуска должна вычисляться величина сброса активной мощности как разность текущего и предшествующего (запомненного на заданное время) замеров мощности;

- величина сброса мощности должна запоминаться на время КЗ;

- при превышении величины сброса активной мощности заданной уставки должен выдаваться сигнал на срабатывание соответствующей ступени разгрузки БКЗ;

- по истечении заданного времени после пуска и при превышении запомненной величины сброса активной мощности заданной уставки должен выдаваться сигнал срабатывания соответствующей ступени разгрузки ЗКЗ;

- каждая из ступеней разгрузки должна выдавать выходной сигнал при наличии на входе положительной величины сброса, превышающей уставку ступени.

5.2.6.2 Пример алгоритма функции ФТКЗ с учетом сброса мощности приведен на рисунке 3.

Входные сигналы блока вычисления сброса мощности:

- Start - Сигнал пуска вычисления сброса мощности, выдержек времени ступеней ЗКЗ и записи значения сброса мощности в элемент памяти МЕМ;

- Block - Сигнал блокировки срабатывания;

- P\_line - Действующее значение трехфазной активной мощности.

Выходные сигналы блока вычисления сброса мощности:

- avar - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;

- Y - Сигнал срабатывания;

- dP - Значение сброса мощности.

Уставки блока вычисления сброса мощности:

- P\_prev - Уставка по мощности до аварийного (исходного) режима;

- DT1 - Задержка (запоминание) замера мощности исходного режима.

Входной сигнал ступени разгрузки - dP - входное значение величин сброса мощности.

Выходной сигнал ступени разгрузки - Y - Сигнал срабатывания ступени.

Уставки ступени разгрузки:

- Pуст. - Уставка срабатывания ступени по мощности;

- DT1 - Длительность фиксации сигнала ЗКЗ;

- DT2 - Длительность удержания выходного сигнала;

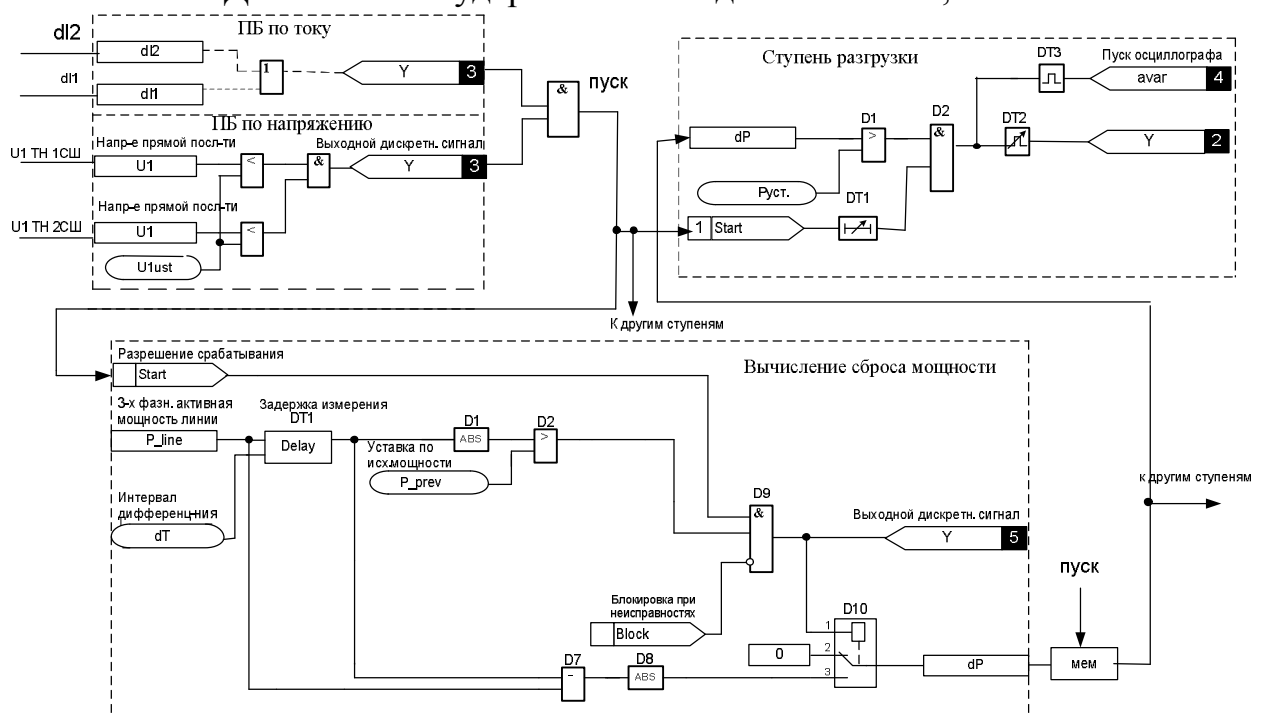


Рисунок 3. Пример алгоритма функции ФТКЗ с учетом вычисления сброса мощности

### 5.2.6.3 Описание работы блока вычисления сброса мощности

Замер действующего значения трехфазной мощности ( $P_{line}$ ) задерживается на время  $DT1$ , полученное значение сравнивается с уставкой по мощности исходного режима ( $P_{prev}$ ). При превышении мощности исходного режима значения уставки схема ожидает появления сигнала пуска (Start). При появлении сигнала пуска и отсутствии сигнала блокировки (Block) разность текущего и задержанного значений мощности выдается на выход алгоритма  $dP$  и запоминается на время  $K3$  в элементе памяти MEM, одновременно выдается сигналы срабатывания алгоритма (Y). После ликвидации  $K3$  и пропадания пускового сигнала значение сброса мощности в элементе MEM обнуляется. При появлении сигнала пуска элемент памяти MEM открывается для записи в память значения  $dP$  на время переходного процесса снижения мощности в начальный период  $K3$  (20 - 60 мс) для обеспечения записи в память максимальной для данного  $K3$  величины сброса мощности.

#### 5.2.6.4 Описание работы блока ступени разгрузки

При появлении сигнала Start (при возникновении  $K3$ ) запускается таймер  $DT1$  и после отсчета уставки по времени длительностью  $DT1$  при наличии на входе  $dP$ , превышающего уставку, на выходе 2 появляется выходной сигнал (Y) длительностью  $DT2$  и на выходе 4 сигнал пуска регистратора аварийных процессов (avar) длительностью  $DT3$ . Для ступеней БКЗ значение уставки  $DT1$  должна быть минимальной или равной нулю.

### 5.3 Функция автоматической частотной разгрузки

5.3.1 Функция АЧР предназначена для предотвращения недопустимого по условиям устойчивой работы генерирующего оборудования и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии снижения частоты.

5.3.2 Функция АЧР должна фиксировать снижение частоты напряжения в точке установки устройства и выдавать сигнал срабатывания в зависимости от величины и длительности снижения частоты.

5.3.3 Функция АЧР в отдельном устройстве должна иметь как минимум две ступени с контролем величины и длительности снижения частоты.

5.3.4 Ступень функции АЧР должна срабатывать только при снижении частоты в трех фазах ниже заданной уставки после отсчета выдержки времени.

5.3.5 Функция АЧР должна предусматривать возможность блокировки одной или нескольких ступеней для исключения ложной работы при выбеге электродвигателей. Блокировку ступеней функции АЧР необходимо реализовывать по величине скорости снижения частоты и/или по контролю направления активной мощности через вводной выключатель секции.

5.3.6 При наличии на подстанции двух секций, имеющих независимые источники питания, функция АЧР должна контролировать снижение частоты на обеих секциях. Для исключения ложных срабатываний при исчезновении входного напряжения по любой причине, функция АЧР должна блокироваться.

### 5.3.7 Требования к реализации функции АЧР

5.3.7.1 Реализация (типовой алгоритм) функции АЧР (одной ступени) должна быть следующей:

- при снижении частоты во всех трех фазах ниже уставки ступени и отсутствии сигнала блокировки должен запускаться отсчет выдержки времени;

- по окончании отсчета выдержки времени должен выдаваться сигнал срабатывания ограниченной длительности;

- сброс отчета выдержки времени (возврат схемы) при повышении частоты должен осуществляться через отдельную выдержку времени.

5.3.7.2 Пример типового алгоритма функции АЧР (одной ступени) приведен на рисунке 4.

Входные сигналы ступени:

- $F_a$  - частота фазы А;
- $F_b$  - частота фазы В;
- $F_c$  - частота фазы С;
- Block - Сигнал блокировки срабатывания.

Выходные сигналы ступени:

- avar - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;
- $Y$  - Сигнал срабатывания.

Уставки ступени:

- $F_{ust}$  - Уставка по частоте;
- DT1, DT2, DT3 - Выдержки времени на возврат пускового органа;
- DT4 - Выдержка времени на срабатывание;
- DT6 - Длительность удержания сигнала срабатывания

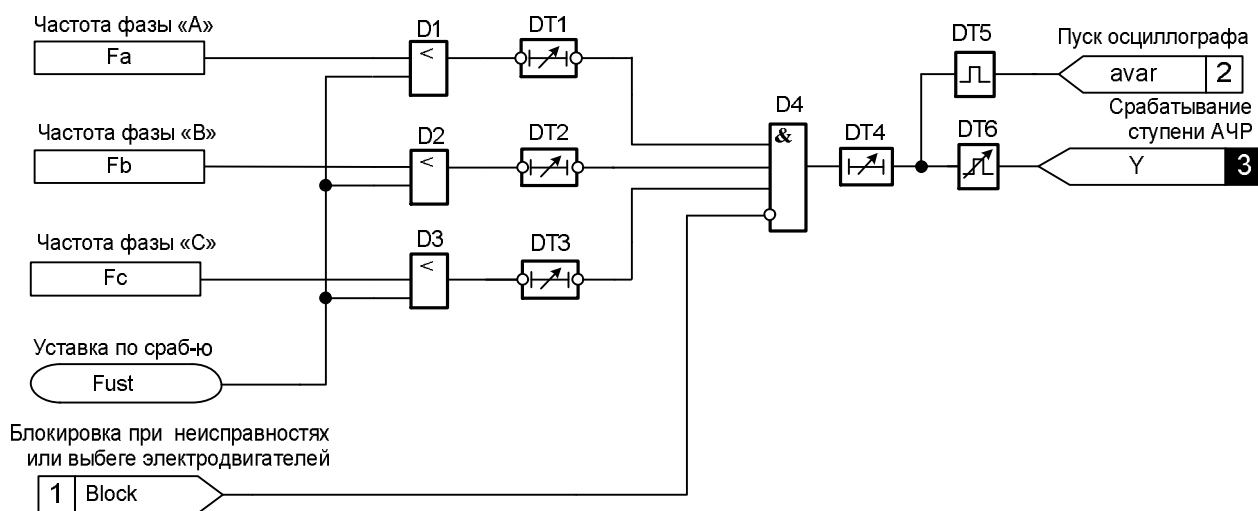


Рисунок 4. Пример типового алгоритма одной ступени функции АЧР

### 5.3.7.3 Описание типового алгоритма одной ступени функции АЧР

Фазные замеры частоты ( $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_c$ ) сравниваются с уставкой ( $F_{ust}$ ). При снижении частоты ниже уставки во всех трех фазах и отсутствии сигнала блокировки запускается отсчет выдержки времени ( $DT4$ ). Выдержки времени на возврат ( $DT1$ ,  $DT2$ ,  $DT3$ ) не допускают сброс отсчета выдержки времени на срабатывание при кратковременном повышении фазной частоты выше уставки. После успешного завершения отсчета выдержки времени формируется выходной сигнал ограниченной длительности, задаваемой на элементе времени  $DT6$ . Кроме того выдается импульсный сигнал пуска регистратора аварийных процессов ( $avar$ ).

5.3.7.4 Алгоритм блока по скорости снижения частоты должен вырабатывать сигнал блокировки срабатывания АЧР при выбеге двигательной нагрузки.

Срабатывание блока по скорости снижения частоты должно происходить при условии снижения частоты во всех трех фазах со скоростью большей заданной уставки.

Пример алгоритма блока по скорости снижения частоты приведен на рисунке 4а.

Входной сигнал блока -  $F$  - замер частоты.

Выходные сигналы блока:

- Block - блокирующий выходной сигнал.

Уставки блока:

-  $T_d$  - интервал дифференцирования замера частоты;

-  $T_u$  - интервал усреднения производной;

-  $dF_{ust}$  - уставка по скорости снижения частоты.

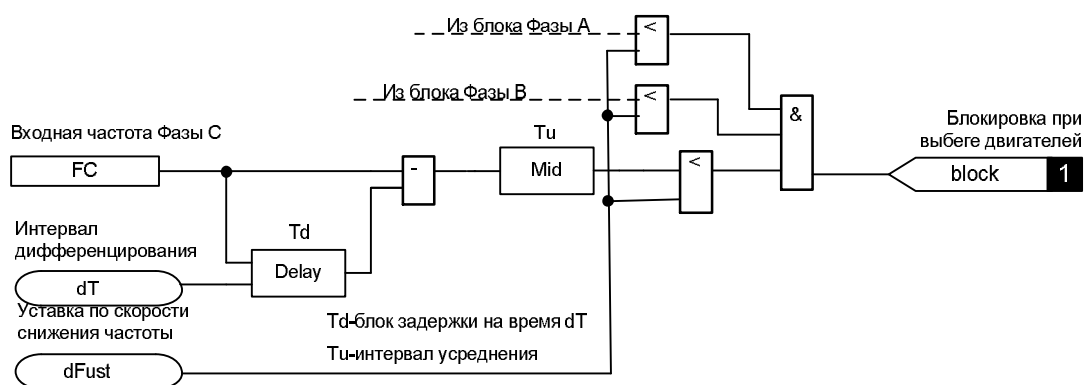


Рисунок 4а. Пример типового алгоритма блока фиксации скорости снижения частоты

### 5.3.7.5 Описание алгоритма фиксации скорости снижения частоты

Замер частоты  $F$  каждой фазы задерживается на время  $T_d$ . Разность текущего и задержанного значений является производной – скоростью



изменения частоты. Это значение усредняется на интервале  $T_u$  и сравнивается с уставкой по скорости снижения  $dF_{ust}$  (при снижении частоты производная и уставка отрицательные). Пусковой орган выдает блокирующие сигналы (block) при скорости снижения частоты больше уставки во всех трех фазах. Типовой алгоритм приведен на рисунке 4а (схема блока определения скорости снижения частоты показана для одной фазы С, схемы для фаз А и В аналогичные).

5.3.7.6 Алгоритм блока контроля направления активной мощности должен выявлять направление мощности и вырабатывать сигнал блокировки. При вводе накладки  $P_{pos}$  сигнал блокировки должен вырабатываться при положительном значении измеряемой мощности  $P_{line}$ , а при вводе накладки  $P_{neg}$  - при отрицательном. Пример алгоритма блока контроля направления активной мощности приведен на рисунке 4б.

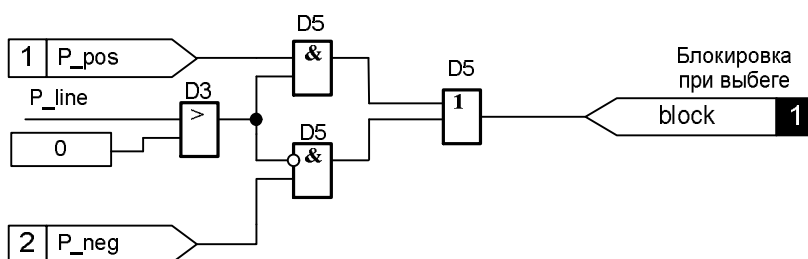


Рисунок 4б. Пример типового алгоритма контроля направления активной мощности

В алгоритме выявляется направление мощности и вырабатывает сигнал блокировки. При вводе накладки  $P_{pos}$  сигнал блокировки вырабатывается при положительном значении измеряемой мощности  $P_{line}$ , а при вводе накладки  $P_{neg}$  - при отрицательном.

## 5.4 Функция частотного автоматического повторного включения

5.4.1 Функция ЧАПВ предназначена для автоматического включения отключенных устройствами АЧР потребителей электрической энергии в процессе восстановления частоты в энергосистеме.

5.4.2 Функцию ЧАПВ в отдельном устройстве должна иметь как минимум две ступени с контролем величины и длительности повышения частоты.

5.4.3 Ступень функции ЧАПВ должно срабатывать только при повышении частоты в трех фазах.

5.4.4 Функция ЧАПВ должна блокироваться по минимальному напряжению, а также при потере цепей напряжения.

### 5.4.6 Требования к реализации функции ЧАПВ

5.4.6.1 Реализация (типовой алгоритм) функции ЧАПВ (одной ступени) должна быть следующей:

- ступень функции ЧАПВ должна запускаться по факту повышения частоты в трех фазах выше уставки и при отсутствии сигнала блокировки;
- при повышении частоты во всех трех фазах выше уставки и наличии разрешающего сигнала фиксации действия АЧР на отключение нагрузки должен запускаться отсчет выдержки времени;
- по окончании отсчета выдержки времени должен выдаваться сигнал срабатывания;
- сброс отчета выдержки времени (возврат схемы) при снижении частоты должен осуществляется через отдельную выдержку времени.

5.4.6.2 Пример типового алгоритма одной ступени функции ЧАПВ приведен на рисунке 5.

Входные сигналы ступени:

- Fa - частота фазы А;
- Fb - частота фазы В;
- Fc - частота фазы С;
- Block - Сигнал блокировки срабатывания;
- Start - Разрешающий сигнал.

Выходные сигналы ступени:

- avar - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;
- Y - Сигнал срабатывания.

Уставки ступени:

- Fust - Уставка по частоте;
- DT1, DT2, DT3 - Выдержка времени на возврат пускового органа;
- DT4 - Выдержка времени на срабатывание;
- DT6 - Длительность удержания сигнала срабатывания.

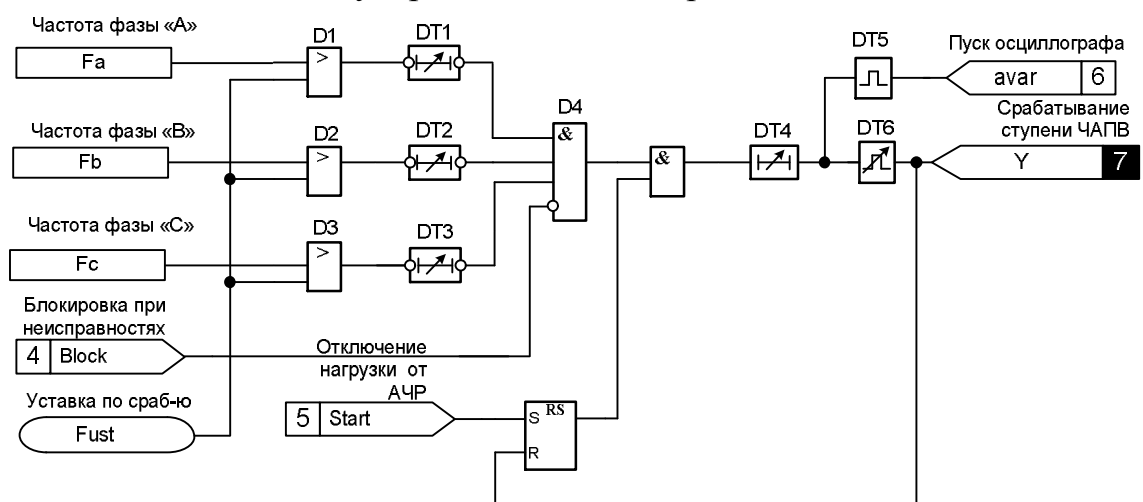


Рисунок 5. Пример типового алгоритма одной ступени функции ЧАПВ

### 5.4.6.3 Описание типового алгоритма одной ступени функции ЧАПВ

Сигнал разрешения срабатывания Start приводит к срабатыванию триггера RS, тем самым запоминает факт срабатывания АЧР и разрешает отсчет выдержки времени на срабатывание (DT4). Фазные замеры частоты (Fa, Fb, Fc) сравниваются с уставкой (Fust). При повышении частоты выше уставки

во всех трех фазах и отсутствии сигнала блокировки запускается отсчет выдержки времени (DT4). Выдержки времени на возврат (DT1, DT2, DT3) не допускают сброс отсчета выдержки времени на срабатывание при кратковременном снижении частоты ниже уставки. После успешного завершения отсчета выдержки времени выдается выходной сигнал срабатывания алгоритма (Y) ограниченной длительности, задаваемой элементом времени DT6. Кроме того выдается импульсный сигнал пуска регистратора аварийных процессов (avar). При этом происходит возврат триггера RS.

## **5.5 Функция частотной делительной автоматики**

5.5.1 Функция ЧДА предназначена для предотвращения полного останова ТЭС при недопустимом снижении частоты в энергосистеме.

5.5.2 Функция ЧДА в отдельном устройстве должна иметь как минимум две ступени с контролем величины и длительности снижения частоты.

5.5.3 Каждая ступень функции ЧДА должна срабатывать только при снижении частоты в трех фазах ниже уставки ступени после отсчета выдержки времени.

5.5.4 Для исключения ложных срабатываний при исчезновении входного напряжения по любой причине, должна быть предусмотрена блокировка.

5.5.5 Для сохранения в работе собственных нужд и предотвращения полного останова электростанций при возникновении лавины напряжения в энергосистеме в функции ЧДА должно быть предусмотрено срабатывание по снижению напряжения в трех фазах с отстройкой по времени от коротких замыканий.

5.5.6 В функции ЧДА также должен присутствовать сигнал разрешения срабатывания при снижении напряжения по внешнему сигналу (например, ФОЛ или ФОДЛ).

### **5.5.7 Требования к реализации функции ЧДА**

5.5.7.1 Реализация (типовой алгоритм) одной ступени функции ЧДА должна быть следующей:

- при снижении частоты или напряжения во всех трех фазах должен запускаться отсчет выдержки времени;
- по окончании отсчета должен выдаваться сигнал срабатывания ограниченной длительности.
- сброс отчета выдержки времени (возврат схемы) при повышении частоты должен осуществляться через отдельную выдержку времени;

5.5.7.2 Пример типового алгоритма одной ступени функции ЧДА приведен на рисунке 6.

Входные сигналы ступени;

- U<sub>a</sub> - напряжение фазы А;
- U<sub>b</sub> - напряжение фазы В;
- U<sub>c</sub> - напряжение фазы С;

- Fa - частота фазы А;
- Fb - частота фазы В;
- Fc - частота фазы С;
- Block - Сигнал блокировки срабатывания;
- Start - Сигнал разрешения срабатывания.

Выходные сигналы ступени:

- avar - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;
- Y - Сигнал срабатывания.

Уставки ступени:

- Fust - Уставка по частоте;
- Uust - Уставка по напряжению;
- DT1, DT2, DT3 - Выдержка времени на срабатывание пускового органа по напряжению;
- DT4, DT5, DT6 - Выдержка времени на возврат пускового органа по частоте;
- DT7 - Выдержка времени на срабатывание;
- DT8 - Длительность удержания сигнала пуска регистратора;
- DT9 - Длительность удержания сигнала срабатывания.

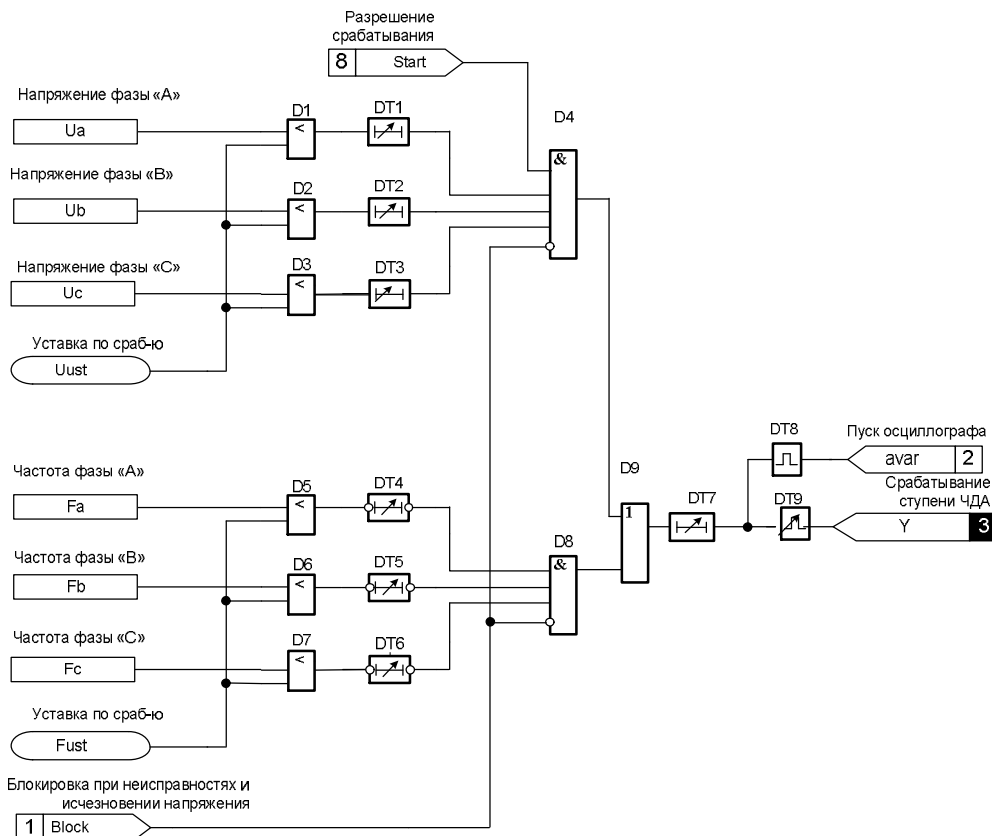


Рисунок 6. Пример типового алгоритма одной ступени функции ЧДА

### 5.5.7.3 Описание типового алгоритма одной ступени функции ЧДА

Фазные замеры частоты (Fa, Fb, Fc) сравниваются с уставкой (Fust). Фазные замеры напряжения (Ua, Ub, Uc) сравниваются с уставкой (Uust). При

снижении частоты ниже уставки во всех трех фазах или при снижении напряжения во всех трех фазах длительностью больше выдержек времени DT1,DT2,DT3 и наличии сигнала разрешения срабатывания (Start), а также при отсутствии сигнала блокировки запускается отсчет выдержки времени (DT7). Выдержки времени на возврат (DT4, DT5, DT6) не допускают сброс отсчета выдержки времени на срабатывание при кратковременном повышении фазной частоты выше уставки. После успешного завершения отсчета выдержки времени выдается выходной сигнал срабатывания алгоритма (Y) ограниченной длительности, задаваемой элементом времени DT9. Кроме того выдается импульсный сигнал пуска регистратора аварийных процессов (avar).

## **5.6 Функция контроля предшествующего режима**

5.6.1 Функция КПП предназначена для фиксации величины и направления трехфазной активной мощности, передаваемой по контролируемой связи или группы связей, входящих в сечение в режиме, предшествующем аварийному возмущению.

5.6.2 Функция КПП в отдельном устройстве должна иметь как минимум восемь ступеней с контролем величины и длительности предшествующей мощности.

5.6.3 Каждая ступень функции КПП должна выдавать сигнал срабатывания, если контролируемый параметр (активная мощность) был выше уставки некоторое заданное время (время фиксации предшествующего режима).

5.6.4 Функция КПП должна выполняться с контролем направления мощности.

### **5.6.5 Требования к реализации функции КПП**

5.6.5.1 Реализация одной ступени функции КПП (типовой алгоритм) должна быть следующей:

- измеренное значение трехфазной активной мощности должна сравниваться с заданной уставкой по мощности;

- при повышении значения трехфазной активной мощности выше уставки ступени с учетом заданного направления мощности должен запускаться отсчет выдержки времени на срабатывание;

- по окончании отсчета выдержки времени на срабатывание ступень должна переходить в сработавшее состояние при отсутствии сигнала блокировки от ступеней с большей уставкой по мощности и выдавать выходной сигнал срабатывания и сигнал на блокировку предыдущих ступеней.

- при снижении контролируемого параметра ниже уставки ступени должен запускаться отсчет выдержки времени на возврат.

5.6.5.2 Пример типового алгоритма одной ступени функции КПП приведен на рисунке 7.

Входные сигналы ступени:

- P\_line - Действующее значение суммарной трехфазной активной мощности сечения;

- Block - Сигнал блокировки срабатывания;

- Работа - Сигнал фиксации работы ступени ключом.

Выходные сигналы ступени:

- avar - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;

- Y - Сигнал срабатывания.

Уставки ступени:

- In\_line - Накладка разрешения срабатывания при направлении мощности в линию;

- In\_bus - Накладка разрешения срабатывания при направлении мощности в шины;

- Pust - Уставка по максимальной мощности;

- DT1, DT2 - Задержка срабатывания и возврата, соответственно;

- DT5 - Длительность удержания сигнала пуска регистратора.

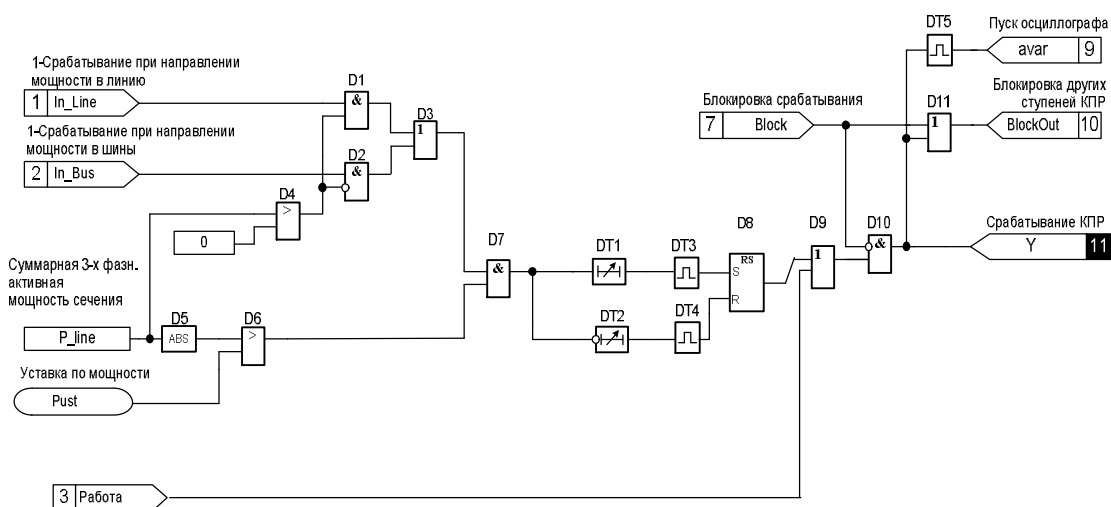


Рисунок 7. Пример типового алгоритма одной ступени функции КНР

### 5.6.5.3 Описание типового алгоритма одной ступени функции КНР

Модуль действующего значения суммарной трехфазной мощности сечения (P\_line) сравнивается с уставкой по максимальной мощности. По знаку мощности и накладкам In\_line и In\_bus проверяется разрешение работы автоматики при текущем направлении мощности. При выполнении всех условий (превышение уставки по мощности, соответствие текущего направления мощности заданному) запускается отсчет выдержки времени

(DT1) на срабатывание, по окончании сработавшее состояние пусковых органов запоминается в триггере. При нарушении любого из условий срабатывания пусковых органов запускается отсчет выдержки времени (DT2), сбрасывающий триггер. Таким образом, достигается задержка состояния пусковых органов. При отсутствии сигнала (Block) и сработавшем состоянии триггера происходит срабатывание алгоритма (Y). При этом выдаются сигналы пуска регистратора (Avar) и блокировки предыдущих ступеней КПП с меньшими уставками по мощности. При необходимости срабатывание ступени КПП может быть зафиксировано вручную от ключа (вход 3 «Работа»).

### **5.7 Функция специальной автоматики отключения нагрузки**

5.7.1 Функция САОН должна представлять собой транслятор произвольного числа входных дискретных сигналов разгрузки на группу выходов с ограничением длительности сигнала.

5.7.2 Функция САОН предназначена для:

- приема команд отключения нагрузки (ОН) по каналам связи с других объектов электроэнергетики от различных устройств ПА и распределения команд ОН определенного объема (ступеней разгрузки) между несколькими объектами электроэнергетики. В этом случае команды ОН принимаются и передаются по каналам связи (ВЧ, ВОЛС);

- локальной реализации команд ОН, полученных по каналам связи с других объектов электроэнергетики.

5.7.3 В функции САОН должна существовать возможность отключения одного и того же объема нагрузки от различных устройств ПА. Функция САОН должна иметь не менее двух ступеней.

5.7.4 В типовом алгоритме функции САОН выходной сигнал ступеней с большим номером (ступеней с большим объемом ОН) должны включать сигналы ступеней с меньшим номером (ступеней разгрузки с меньшим объемом ОН).

При технической необходимости (определяется проектным обоснованием) допускается воздействие каждой ступени функции САОН выполнять отдельно (второй вариант алгоритма функции САОН).

### **5.7.5 Требования к реализации функции САОН**

5.7.5.1 Реализация (типовой алгоритм) функции САОН должна быть следующей:

- один и тот же выходной сигнал (например ОН1) может пускаться одним (In\_1) или несколькими входными сигналами (In\_1, In\_2, In\_N), таким образом один входной сигнал может вызывать срабатывание группы выходных сигналов;

- управляющие воздействия ступеней с большим номером должны включать воздействия ступеней с меньшим номером.

Пример типового алгоритма функции САОН (три ступени) приведен на рисунке 8а.

Входные сигналы -  $In_1, In_2, \dots, In_N$  - Внешние пусковые сигналы.

Выходные сигналы:

-  $Y1, Y2, \dots, YN$  - Сигналы срабатывания;

- *avar* - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса.

Уставки -  $DT1, DT2, \dots, DTN$  - выдержки времени на удержание контактов выходных реле.

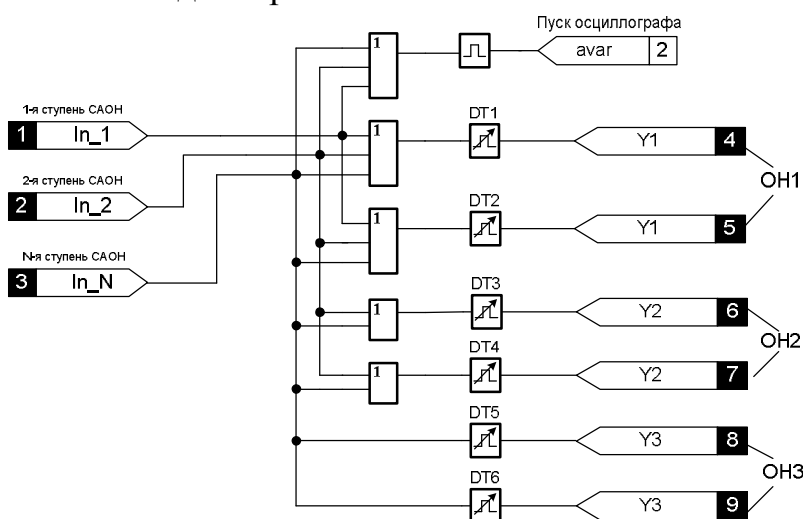


Рисунок 8а. Пример типового алгоритма функции САОН

#### 5.7.5.2 Описание типового алгоритма функции САОН

При подаче сигнала на один из входов  $In_1, In_2, \dots, In_N$  на одном или нескольких выходах формируются сигналы срабатывания ограниченной длительности. В данном случае (рисунок 8а), при подаче сигнала  $In_1$  сработают выходы 4,5; при подаче сигнала  $In_2$  - выходы 4,5,6,7; при подаче сигнала  $In_N$  - 3 выходы 4,5,6,7,8,9.

5.7.6 Реализация (алгоритм) второго варианта функции САОН должна быть следующей:

- каждый выходной сигнал (например  $OH1$ ) должен пускаться только одним входным сигналом ( $In_1, In_2, In_N$ ), таким образом один входной сигнал должен вызывать срабатывание только одного выходного сигнала (одной ступени разгрузки);

- управляющие воздействия ступеней с большим номером не должны включать воздействия ступеней с меньшим номером.

5.7.6.1 Пример второго варианта алгоритма функции САОН приведен на рисунке 8б.

Входные сигналы второго варианта алгоритма функции САОН -  $In_1, In_2, \dots, In_N$  - внешние пусковые сигналы.

Выходные сигналы второго варианта алгоритма функции САОН:

-  $Y1, Y2, \dots, YN$  - Сигналы срабатывания;

- *avar* - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса.



Уставки второго варианта алгоритма функции САОН - DT1, DT2, ...DTN  
 - выдержки времени на удержание контактов выходных реле.

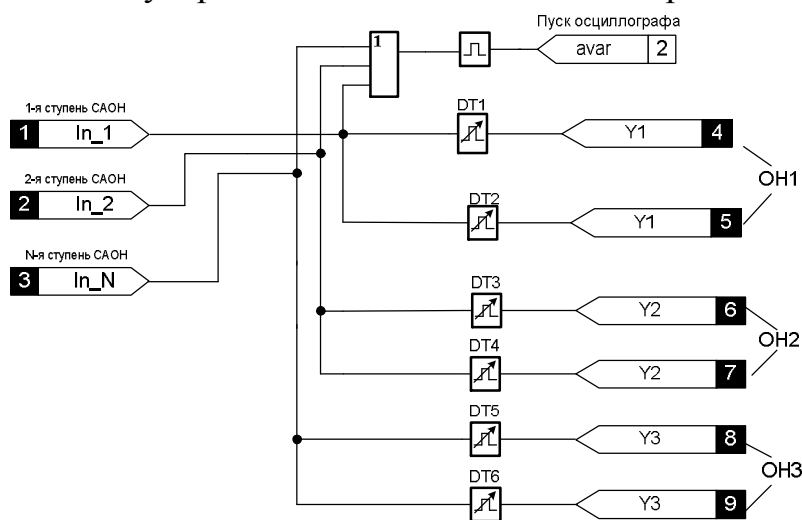


Рисунок 8б. Алгоритм функции САОН 2й вариант

#### 5.7.6.2 Описание второго варианта алгоритма функции САОН

В данном алгоритме (рисунок 8б), при подаче сигнала In\_1 сработают выходы 4,5 (ОН1); при подаче сигнала In\_2 - выходы 6,7(ОН2); при подаче сигнала In\_N -3 выходы 8,9(ОН3).

### 5.8 Функция автоматического ограничения перегрузки оборудования по току

**5.8.1** Функция АОПО предназначена для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой перегрузки электрооборудования и ЛЭП.

**5.8.2** Функция АОПО должна состоять не менее чем из двух ступеней с контролем величины и длительности токовой перегрузки электрооборудования или ЛЭП.

**5.8.3** При реверсивных перетоках активной мощности по защищаемому элементу сети функция АОПО должно вырабатывать выходной сигнал с учетом направления перетока активной мощности по защищаемому элементу сети.

**5.8.4** Допускается выполнять ступень функции АОПО с контролем тока прямой последовательности и направления трехфазной активной мощности либо с контролем тока и направления активной мощности только одной фазы. Входные параметры алгоритма (ток и активная мощность) должны предварительно усредняться на задаваемом уставкой интервале.

**5.8.5** Первая ступень функции АОПО должна действовать на сигнал, последняя – на отключение перегружаемого элемента сети, промежуточные ступени - на разгрузку перегружаемого элемента сети.

**5.8.6** При использовании контроля направления мощности, функция должна иметь блокировку при неисправности цепей напряжения. Пример

алгоритма контроля исправности цепей напряжения приведен на рисунке А.1(приложение А).

5.8.7 Функция АОПО должна иметь адаптацию уставок к изменению температуры окружающего воздуха (ступенчатую либо заданную функцией типа  $y=kx+b$  с ограничением типа  $y=a$ , где  $k$ ,  $b$  и  $a$  константы,  $x$ - температура окружающего воздуха).

5.8.8 Допускается реализовывать функцию АОПО с ручным изменением группы уставок (по состоянию режимного ключа и/или дистанционно посредством удаленного доступа). При этом функция АОПО должна иметь не менее двух групп уставок по времени.

Пример алгоритма изменения уставок функции АОПО в зависимости от температуры приведен на рисунке Б.1 (приложение Б).

### **5.8.9 Требования к реализации функции АОПО**

5.8.9.1 Реализация (типовой алгоритм одной ступени) функции АОПО должна быть следующей:

- при повышении тока выше уставки и отсутствия сигнала блокировки ступени должен запускаться отсчет выдержки времени.

- по окончании отсчета выдержки времени ступень должна выдавать сигнал срабатывания ограниченной длительности и сигнал на запись осциллограммы.

5.8.9.2 Пример типового алгоритма одной ступени функции АОПО приведен на рисунке 9.

Входные сигналы ступени:

- Block - Сигнал блокировки срабатывания;
- P\_line - Действующее значение трехфазной активной мощности ЛЭП (электрооборудования);
- I\_line - Действующее значение тока прямой последовательности.

Выходные сигналы ступени:

- авар - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;
  - Y - Сигнал срабатывания.
- Уставки ступени:
- Iust - Адаптивная уставка по максимальному току (с учетом изменения температуры окружающего воздуха);
  - DT1 - Выдержка времени на срабатывание;
  - DT3 - Длительность удержания сигнала срабатывания;
  - In\_line - Накладка разрешения срабатывания при направлении мощности в линию;
  - In\_bus - Накладка разрешения срабатывания при направлении мощности в шины.

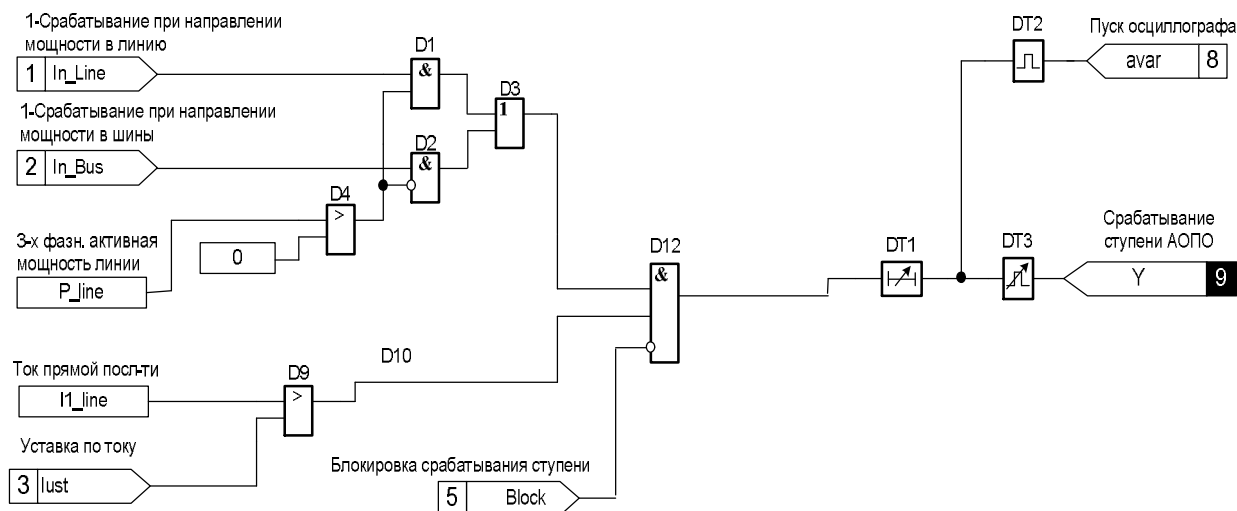


Рисунок 9 Пример типового алгоритма одной ступени функции АОПО с учетом направления мощности

### 5.8.9.3 Описание типового алгоритма одной ступени функции АОПО

Действующее значение тока прямой последовательности ( $I1\_line$ ) сравниваются с адаптивной уставкой по максимальному току ( $Iust$ ). По знаку мощности и накладкам  $In\_line$  и  $In\_bus$  проверяется разрешение работы автоматики в зависимости от направления мощности. При выполнении всех условий (превышение уставки по току, соответствие текущего направления мощности заданному и отсутствие входного сигнала блокировки) запускается отсчет выдержки времени ( $DT1$ ) на срабатывание. По окончании отсчета выдаются сигнал срабатывания ( $Y$ ), длительность которого ограничена выдержкой ( $DT3$ ), и сигнал пуска регистратора ( $Avar$ ). При наличии сигнала блокировки на входе 5 сигналы срабатывания и пуска регистратора не выдаются.

## 5.9 Функция автоматики разгрузки при перегрузке контролируемого сечения по активной мощности

5.10.1 Функция АРПМ предназначена для разгрузки контролируемого сечения электрической сети при возникновении статической перегрузки по мощности контролируемой связи или группы связей, входящих в сечение.

5.10.2 Функция АРПМ должна фиксировать трехфазное увеличение активной мощности до заданного значения с контролем направления мощности.

5.10.3 Для отстройки от кратковременных переходных процессов в энергосистеме и КЗ в функции АРПМ должна быть предусмотрена выдержка времени, а также в обоснованных случаях (определяется проектным решением) должны быть предусмотрены дополнительные блокировки от качаний мощности и/или наброса мощности после отключения близких КЗ.

5.10.5 Функцию АРПМ в отдельном устройстве следует реализовать в виде набора ступеней, но не менее двух, с контролем величины и длительности увеличения активной мощности.

5.10.6 Ступень функции АРПМ должна фиксировать превышение активной мощностью контролируемого сечения заданной уставки в течение заданного времени.

5.10.7 Замер трехфазной активной мощности должен усредняться на заданном уставкой интервале.

### **5.10.11 Требования к реализации функции АРПМ**

5.10.11.1 Реализация (типовой алгоритм) функции АРПМ (одной ступени) должна бы следующей:

- при повышении мощности выше уставки с учетом направления мощности ступень должна выработать сигнал на блокировку предыдущих ступеней (с меньшими уставками по мощности) и при отсутствии блокировки от последующих ступеней запускать отсчет выдержки времени;

- по окончании отсчета выдержки времени ступень должна выдавать сигнал срабатывания ограниченной длительности и сигнал на запись осциллограммы.

Многоступенчатая функция АРПМ должна выдавать сигнал срабатывания только одной ступени (с наибольшей уставкой по мощности) при одновременном пуске нескольких ступеней.

5.10.11.2 Пример типового алгоритма одной ступени функции АРПМ приведен на рисунке 10.

Входные сигналы ступени:

- Block - Сигнал блокировки срабатывания;

- P\_line - Действующее значение трехфазной активной мощности линии (связи).

Выходные сигналы ступени :

- BlockOut- Выходной сигнал блокировки срабатывания;

- авар - Сигнал пуска регистратора аварийного процесса;

- Y - Сигнал срабатывания.

Уставки ступени:

- Pust - Уставка по максимальной мощности;

- DT1 - Выдержка времени на срабатывание;

- DT3 - Длительность удержания сигнала срабатывания;

- In\_line - Накладка разрешения срабатывания при направлении мощности в линию;

- In\_bus - Накладка разрешения срабатывания при направлении мощности в шины.

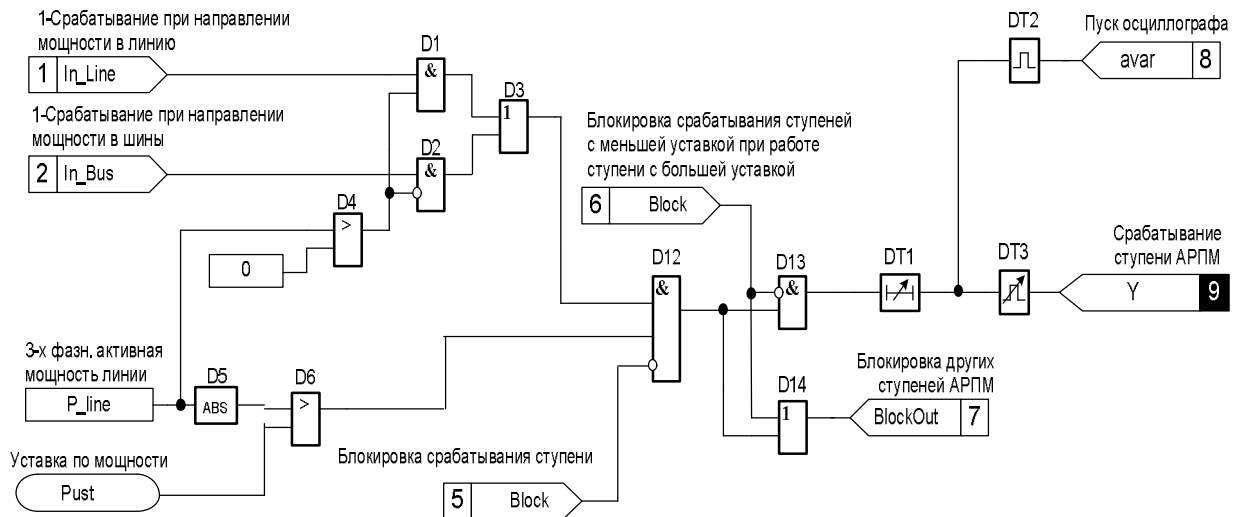


Рисунок 10. Пример типового алгоритма одной ступени функции АРПМ

### 5.10.11.3 Описание типового алгоритма одной ступени функции АРПМ

Модуль действующего значения трехфазной активной мощности ( $P\_line$ ) сравнивается с уставкой по максимальной мощности. По знаку мощности и накладкам  $In\_line$  и  $In\_bus$  проверяется разрешение работы автоматики при текущем направлении активной мощности. При выполнении всех условий (превышение уставки по мощности, соответствие текущего направления мощности заданному, отсутствие сигнала блокировки на входе 5) выдается сигнал блокировки ( $BlockOut$ ) - для блокировки других ступеней с меньшей уставкой по мощности, а при отсутствии на входе 6 сигнала блокировки от последующих ступеней ( $Block$ ) запускается также отсчет выдержки времени ( $DT1$ ) на срабатывание. По окончании отсчета выдержки времени выдается сигнал срабатывания ( $Y$ ) на выход 9, длительность которого ограничена выдержкой ( $DT3$ ) и сигнал пуска регистратора ( $Avar$ ) на выход 8. При наличии на входе 6 сигнала блокировки от ступеней с большей уставкой сигналы срабатывания и пуска регистратора не выдаются, выдается только выходной сигнал блокировки ( $BlockOut$ ). При наличии сигнала блокировки на входе 5 выходные сигналы срабатывания и пуска регистратора не выдаются. При этом с выхода 6 может выдаваться транзитом сигнал блокировки ( $BlockOut$ ).

### Алгоритм контроля исправности цепей напряжения

Алгоритм контроля исправности цепей напряжения предназначен для фиксации обрыва фазного или нулевого провода цепей напряжения и блокировки функций автоматики, использующих сигналы напряжения. Кроме того, алгоритм должен работать на сигнал при любом обрыве любого провода цепей напряжения. Алгоритм цепей напряжения предназначен для выявления единичного обрыва провода, либо одновременного обрыва трех фаз цепей напряжения.

При невозможности устранения обрыва провода в цепях напряжения звезды устройство должно быть оперативно выведено из работы. При невозможности устранения обрыва провода в разомкнутом треугольнике цепей напряжения из работы должен быть выведен алгоритм контроля исправности цепей напряжения.

Принцип действия алгоритма основан на сравнении напряжений на соответствующих вторичных обмотках звезды и разомкнутого треугольника трансформатора напряжения (ТН).

ЭДС, наводимые в соответствующих вторичных обмотках звезды и разомкнутого треугольника ТН, равны друг другу, как по модулю так и по фазе ( $E_{an} = E_{ни}$ ,  $E_{bn} = E_{кф}$ ,  $E_{cn} = E_{фи}$ ). В нормальном режиме напряжения, измеренные на выводах соответствующих обмоток, так же равны друг другу по модулю и фазе (с точностью, определяемой классом точности ТН). В режиме обрыва или КЗ во вторичных цепях ТН это равенство нарушается. Разность между соответствующими измеренными напряжениями становится больше погрешности, определяемой классом точности ТН.

При повреждении непосредственно вторичной обмотки ТН изменяются как модуль, так и угол напряжения, снимаемого с поврежденной обмотки, но для обнаружения обрыва достаточно контролировать только модуль.

При обрыве нулевого провода во вторичных цепях звезды изменяются модули и фазы напряжений звезды ТН. Алгоритм определяет обрыв нулевого провода по совокупности изменения параметров всех трех пар соответствующих напряжений вторичных обмоток. Аналогичный алгоритм определяет обрыв проводов идущих от выводов обмоток разомкнутого треугольника Ф, И.

С целью предотвращения ложного срабатывания в алгоритме должно быть предусмотрено отключение контроля фазы при низких значениях напряжения.

Пример алгоритма приведен на рисунке А.1. Алгоритм фиксирует обрывы отдельных фаз звезды по превышению разности уровней соответствующих напряжений звезды и треугольника уставкой  $d\_abs1$ . Обрыв нулевого провода фиксируется по наличию разности уровней напряжений (определяется

уставкой  $d\_abs2$ ) и разности фаз (определяется уставкой  $d\_arg2$ ) одновременно во всех трех фазах в течении заданного уставкой времени. При низких значениях напряжения (определяется уставкой  $U_{min}$ ) фиксация разности фаз отключается. Кроме того, алгоритм сигнализирует об обрыве любого из проводов в треугольнике. Алгоритм выдает сигнал блокировки  $Y$  при обрыве любой из фаз или нулевого провода звезды.

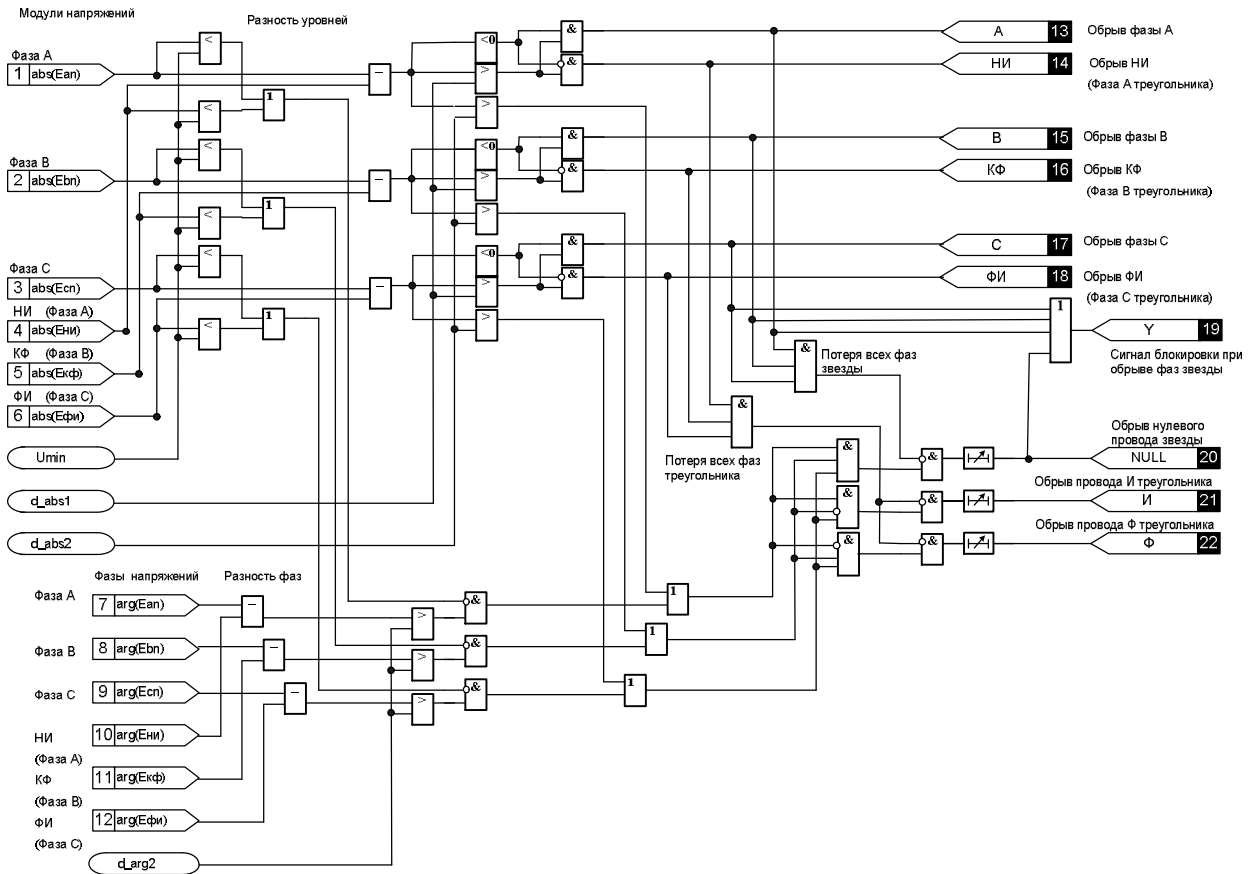


Рисунок А.1. Пример алгоритма контроля исправности цепей напряжения

### **Алгоритм изменения уставки функции АОПО в зависимости от температуры**

Алгоритм изменения уставки функции АОПО (далее АОПО) предназначен для изменения значений уставок ступеней при наличии сигналов от датчиков температуры. К АОПО подключается два датчика температуры, учитываются показания только одного из них. Переход на второй датчик происходит автоматически при отказе первого. Все ступени АОПО, реализованные в устройстве, одновременно корректируют свои уставки при изменении температуры.

Весь диапазон температур, контролируемый датчиком, разбивается на отдельные интервалы, размером не более пяти градусов. Ступень АОПО имеет отдельную пару уставок ток и время срабатывания для каждого интервала по температуре и три дополнительных пары уставок для работы при отключенных датчиках температуры. Переключение уставок происходит по факту попадания измеренного значения температуры в соответствующий интервал через выдержку времени.

При отсутствии сигнала с обоих датчиков или выхода замера температуры за технологический диапазон алгоритм переключает ступени АОПО на сезонные уставки, а сигналы переключения уставок от датчиков температуры блокируются. Текущий сезон («Зима», «Лето», «Межсезонье») задается вручную при помощи трехпозиционного переключателя.

Пример алгоритма\* приведен на рисунке Б.1.



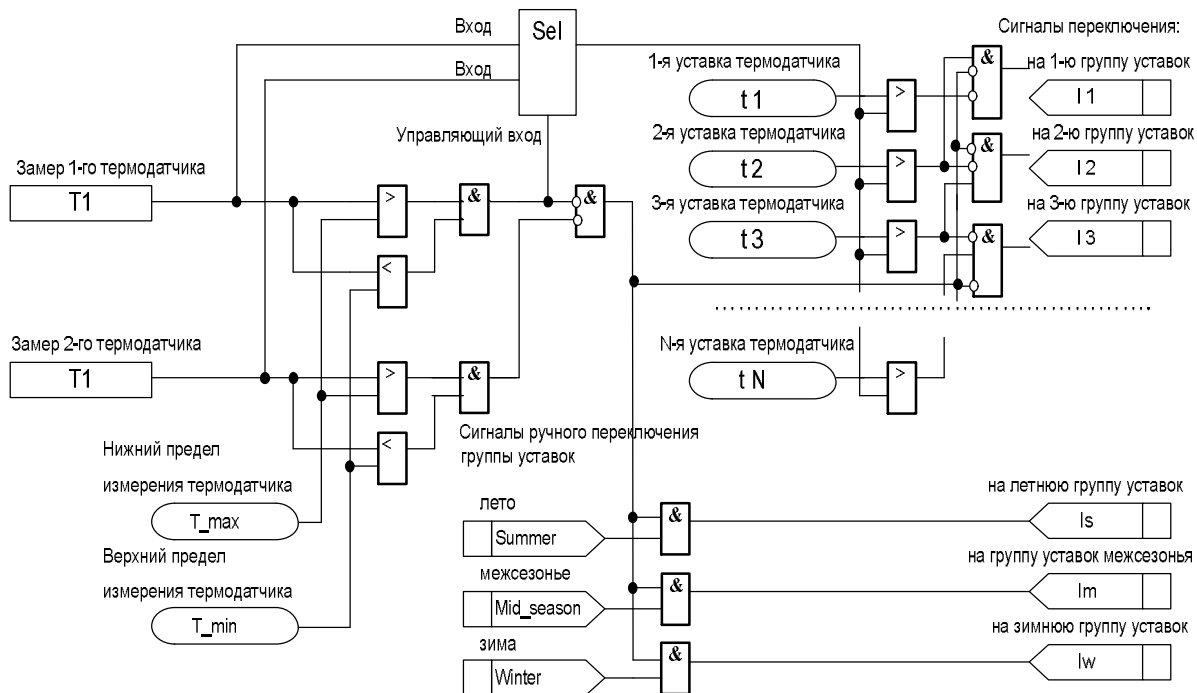


Рисунок Б.1. Изменение группы уставок по сигналам термодатчиков

\* В алгоритме используется мультиплексор замеров температуры (на рисунке блок “SEL”), реализующий следующую логику - при появлении на управляющем входе 1 на выход транслируется сигнал с его верхнего входа, в противном случае транслируется сигнал с его нижнего входа.

## **Библиография**

1. СТО 56947007-33.040.20.123-2012 Аттестационные требования к устройствам противоаварийной автоматики (ПА), ОАО «ФСК ЕЭС».