

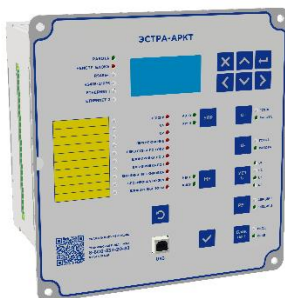


**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
SW\_ESTRA\_ARKT  
ДЛЯ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
КОЭФФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ ЭСТРА-АРКТ**

**Описание программы**

27.12.31-122-23566247

(версия 1.01 от 16.07.25)



## Содержание

1 НАЗНАЧЕНИЕ .....	6
2 ФУНКЦИИ.....	7
2.1 Аналоговые входы .....	7
2.2 Дискретные входы и выходы .....	9
2.3 Мониторинг.....	10
2.4 Интерфейс человек-машина .....	11
3 АЛГОРИТМЫ.....	15
3.1 Алгоритм выбора регулируемой и контролируемой секции .....	15
3.2 Выбор напряжения поддержания .....	16
3.3 Контроль выхода напряжения из зоны нечувствительности .....	20
3.4 Способы управления РПН.....	25
3.5 Блокировки РПН.....	27
3.5.1 Блокировки приводного механизма РПН .....	27
3.5.2 Блокировки при ненормальных условиях на регулируемых и контролируемых секциях.....	30
3.5.3 Прочие блокировки .....	32
3.6 Управление приводом РПН.....	35
3.6.1 Режимы работы привода .....	35
3.6.2 Ручное управление приводом .....	36
3.6.3 Автоматическое управление приводом.....	39
3.6.4 Групповое регулирование устройствами РПН .....	41
3.7 Счетчик положения РПН.....	43
3.7.1 Определение текущей ступени РПН.....	43
3.7.2 Определение крайних ступеней .....	45
3.8 Диагностика неисправностей .....	47
3.9 Контроль исправности цепей напряжения .....	49
3.10 Сигнализация .....	51
3.12 Логика свободно программируемых реле .....	54
3.13 Группы уставок.....	57
3.14 Счетчики .....	58
3.15 Регистратор событий и осциллограф .....	58
3.16 Часы реального времени и синхронизация.....	60
3.17 Функции телеуправления, телеизмерения и телесигнализации .....	60
3.18 Учет ресурса привода .....	61

3.19 Функции доступа и самодиагностики.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	68

## Перечень сокращений

АРКТ	- автоматическое регулирование коэффициента трансформации;
АСУ	- автоматизированная система управления;
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь;
БТН	- бросок тока намагничивания;
ВВ	- вводной выключатель;
ВН	- сторона высшего напряжения;
ДВ	- дискретный вход/выход;
ДТ	- датчик тока (температуры);
КЦН	- контроль исправности цепей напряжения;
КЗ	- короткое замыкание;
МУ/ДУ	- местное/дистанционное управление;
НН	- сторона низшего напряжения;
НЦН	- неисправность цепей напряжения;
ПК	- персональный компьютер;
ПМ	- приводной механизм;
ПО	- программное обеспечение;
ПОН	- пусковой орган напряжения;
ПР	- параллельная работа (регулирование);
ПУ	- панель управления;
РД	- руководящие документы;
РЗА	- релейная защита и автоматика;
РПВ	- реле положения включено;
РПН	- регулирование под нагрузкой;
РЭ	- руководство по эксплуатации;
СВ	- секционный выключатель;
ТИ	- телеизмерение;
ТН	- трансформатор напряжения;
ТС	- телесигнализация;
ТТ	- трансформатор тока;
УД	- уровень доступа;
УП	- указатель положения РПН (логометр);
ЦН	- цепи напряжения;
Уподд	- напряжение поддержания.

Руководство предназначено для ознакомления с программным обеспечением SW\_ESTRA\_ARKT, его функциональными характеристиками и информацией, необходимой для установки и эксплуатации.

ПО интегрировано и поставляется вместе с устройством. Установка производится только на предприятии-изготовителе. Эксплуатация без устройства невозможна.

Предприятие-изготовитель может вносить изменения в ПО, связанные с его усовершенствованием, в целом не ухудшающие его характеристики и не отраженные в данном документе.

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ**

ПО SW\_ESTRA\_ARKT предназначено для загрузки в микропроцессорный блок и реализации алгоритмов автоматического контроля и регулирования коэффициента трансформации силовых трансформаторов от 6 до 220кВ. ПО позволяет управлять устройствами РПН двухобмоточного, трехобмоточного или двухобмоточного с расщепленной обмоткой НН трансформатора.

ПО работает с информационно-управляющими системами в качестве подсистемы нижнего уровня. Оно выдает на удаленные рабочие места эксплуатационного и диспетчерского персонала информацию о положении коммутационного аппарата, зарегистрированную информацию аварийных событий, текущую информацию по всем контролируемым параметрам.

## **2 ФУНКЦИИ**

Основные функции программного обеспечения SW\_ESTRA\_ARKT:

1. Инициализация всех компонентов устройства защиты, настройка параметров частоты выборки и режимов работы.
2. Управление процессом считывания цифровых значений от аналого-цифрового преобразователя, первичная обработка сигналов.
3. Сравнение обработанных данных с установленными пороговыми значениями.
4. Реализация алгоритмов работы автоматики.
5. Формирование сигналов сигнализации и уведомлений для операторов о состоянии системы.
6. Запись событий и ведение журналов, фиксация данных о срабатываниях и измерениях для последующего анализа и отчетности.
7. Передача данных на внешние устройства для дальнейшего анализа или мониторинга.

### **2.1 Аналоговые входы**

Программное обеспечение считывает аналоговые сигналы с датчиков тока и напряжения через АЦП, преобразуя их в цифровые значения для дальнейшей обработки. В начале работы ПО проводит калибровку аналоговых входов для обеспечения точности измерений, настраивая коэффициенты преобразования. Для устранения шумов и помех используются цифровые фильтры, что улучшает качество данных и повышает надежность расчетов.

Программное обеспечение анализирует данные, вычисляя ключевые параметры, что необходимо для принятия решений о состоянии регулируемого присоединения. Постоянный мониторинг сигналов позволяет оперативно выявлять ненормальные режимы и принимать меры регулирования. В случае отклонений ПО генерирует сигнал тревоги и записывает данные в журнал событий для анализа.

Таблица 2.1 – Параметры аналоговых входов

Номинальная частота переменного тока		50Гц
Рабочий диапазон частоты переменного тока		45 – 55Гц
Количество входов измерения токов		4
Номинальный переменный ток цепей защиты		1; 5А
Измеряемые токи	группа 1	Iвв1, Iсв1
	группа 2	Iвв2, Iсв2
Диапазон измерения токов фаз		0,2 – 200А
Основная относительная погрешность измерения токов (в диапазоне от 0,2А до 1А)		±5%
Основная относительная погрешность измерения токов (в диапазоне от 1А до 150А)		±2%
Основная относительная погрешность измерения токов (в диапазоне от 150А до 200А)		±5%
Ток термической стойкости	длительно	20А
	1 секунда	500А
Потребляемая мощность одного входа измерения тока, не более		0,1ВА
Измеряемые напряжения	группа 1	Uав1, Uвс1, 3Uо1
	группа 2	Uав2, Uвс2, 3Uо2
Номинальное вторичное напряжение		100В
Диапазон измерения напряжений во вторичных величинах		1,5 – 160В
Максимально допустимая непрерывная нагрузка		250В
Основная относительная погрешность измерения напряжений (в диапазоне от 1,5В до 10В)		±5%
Основная относительная погрешность измерения напряжений (в диапазоне от 10В до 160В)		±3%
Потребляемая мощность одного входа измерения напряжений, не более		0,15ВА

Таблица 2.2 – Вычисляемые параметры

Вычисляемая величина	Обозначение
Линейные напряжения	1 секция - Uca1 2 секция – Uca2
Напряжения симметричных составляющих	1 секция – U1, U2 2 секция – U1, U2
Частота	1 секция – Fсети1 2 секция – Fсети2

## 2.2 Дискретные входы и выходы

Дискретные входы используются для получения информации о состоянии внешних устройств, таких как кнопки, переключатели и реле. ПО считывает состояние этих входов, обеспечивая оперативное реагирование на события.

Таблица 2.3 – Параметры дискретных входов

Количество входов	27
Номинальное напряжение входных сигналов	$\sim$ /=220В
Уровень напряжения надежного срабатывания на постоянном токе, не менее/не более	158/170В
Уровень напряжения возврата на постоянном токе, не менее/не более	118/138В
Уровень напряжения надежного срабатывания на переменном токе, не менее/не более	145/170В
Уровень напряжения возврата на переменном токе, не менее/не более	115/135В
Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания	20мс
Предельно-допустимое значение напряжения входных сигналов	1,3U <sub>ном</sub>
Количество электричества импульса режекции, не менее	200мкКл
Амплитуда импульса режекции, при =220В	50мА
Длительность импульса режекции	5мс
Потребляемая мощность при номинальном напряжении, =220В	0,8Вт

Дискретные выходы используются для управления внешними устройствами. ПО отправляет команды на увеличение или уменьшение ступеней этих устройств в зависимости от состояния дискретных входов и результатов анализа аналоговых данных.

Дискретные выходы могут использоваться для визуальной индикации состояния системы, например, через светодиоды или другие индикаторы для оценки текущего состояния оборудования.

Таблица 2.4 – Параметры дискретных выходов

Количество выходов	22
Коммутируемый постоянный ток напряжением 250В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 0,25A$
Коммутируемый переменный ток напряжением 400В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 4A$
Коммутируемый переменный ток напряжением 260В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	$\leq 7A$
Время срабатывания	$\leq 10мс$

### 2.3 Мониторинг

Мониторинг осуществляется через несколько взаимосвязанных процессов:

1. Сбор данных с помощью счетчиков
2. Запись данных с помощью регистраторов
3. Протоколирование событий

Мониторинг позволяет отслеживать состояние первичного и вторичного оборудования и быстро реагировать на любые отклонения от нормы.

Таблица 2.5 – Счетчики, регистраторы и протоколирование

Название	Количество
Общий счетчик ресурса ПМ РПН	---
Общий счетчик ресурса ПМ РПН при переключении под нагрузкой	---
Счетчик ресурса РПН по каждой отпайке	---
Протоколы изменений уставок	4000
Протоколы событий	8000
Протоколы неисправностей	1000
Протоколы переключений	1000
Цифровой осциллограф	100 осциллограмм, от 400 до 5000 секунд (в зависимости от шага дискретизации)

#### 2.4 Интерфейс человек-машина

ПО SW\_ESTRА\_DZT имеет собственный интерфейс человек-машина, который обеспечивает эффективное взаимодействие между оператором и системой.

ИЧМ предоставляет информацию о текущем состоянии оборудования, выводя ее на встроенный дисплей, либо с помощью светодиодной индикации.

Программа позволяет вручную коммутировать управляемое оборудование и настраивать параметры защиты через встроенные кнопки управления или интерфейсы передачи данных.

Таблица 2.6 – Порты передачи данных

Название	Количество	Примечание
RS485-1	1	MODBUS RTU
RS485-2 (PPS)	1	MODBUS RTU
USB	1	Проприетарный
Ethernet	2	MODBUS TCP, МЭК 60870-104
4-20мА (вход)	2	Вход от датчика положения и устройства АРКТ, осуществляющего ПР РПН в качестве ведомого
4-20мА (выход)	2	Выход для внешнего УП и устройства АРКТ, осуществляющего ПР РПН в качестве ведущего

Таблица 2.7 – Светодиодная сигнализация

Название светодиода		Состояние	Расшифровка
Работа		Постоянное свечение зеленым с кратковременным промаргиванием	Исправное состояние устройства
		Постоянное свечение зеленым или не горит	Сбой в работе программы устройства
Неиспр блока		Постоянное свечение красным	Аппаратная неисправность блока
RS485 / Ethernet		Мигающий зеленый	Передача данных по каналу связи
U+ U-	Готов	Постоянное свечение зеленым	Привод РПН готов к работе для переключения ступени РПН
	Работа	Постоянное свечение красным	Выдана команда на переключение привода РПН
Блок по t	Ввод	Постоянное свечение зеленым	Функция контроля температуры введена в работу
	Сраб	Мигающий красный	Срабатывание блокировки от датчика температуры, причина срабатывания не устранена
		Постоянное свечение красным	Срабатывание блокировки от датчика температуры с возвратом в исходное состояние
Мест / Дист		Постоянное свечение зеленым	Текущее режим управления устройством РПН
Авто / Ручн			Текущий режим управление ПМ РПН
U1 / U2/ U3 / U4			Текущее напряжение поддержания
Секция1 / Секция2			Текущая регулируемая секция

Таблица 2.8 – Назначение кнопок управления

Обозначение	Название	Назначение
	Ввод	1. Вход в меню 2. Подтверждение ввода уставки или команды
	Отмена	1. Выход из меню 2. Отмена ввода уставки или команды
	Возврат	Квитирование защит
	Вверх, вниз, влево, вправо	1. Навигация по меню 2. Ввод уставок
	Режим управление устройством РПН	Местное/дистанционное
	Режим управление ПМ РПН	Автоматическое/ручное
	Корректировка	Корректировка ступени РПН: прибавить или убавить
	Выбор уставки	Выбор уставки напряжения поддержания
	Выбор секции	Выбор приоритетной секции для регулирования напряжения
	Блок по t	Ввод/вывод блокировки автоматики по температуре масла в баке РПН

Таблица 2.9 – Сервисные функции

Пользовательский интерфейс для просмотра параметров, настройки и управления
Возможность задания уставок при отсутствии оперативного питания через интерфейс USB
Телеуправление устройством РПН, телеизмерение, телесигнализация
Свободно программируемые дискретные входы и выходы
Программируемые светодиоды
Хранение уставок в энергонезависимой памяти
Несколько уровней доступа к настройке и конфигурации
Часы реального времени с корректировкой через АСУ
Порт синхронизации времени PPS

### 3 АЛГОРИТМЫ

#### 3.1 Алгоритм выбора регулируемой и контролируемой секции

ПО позволяет контролировать одновременно:

- напряжение на секциях СН и НН трехобмоточных трансформаторов;
- напряжение двух секций для трехобмоточных трансформаторов с расщепленной обмоткой.

Контроль наличия электрической связи между трансформатором и шинами каждой секции осуществляется с помощью входных дискретных сигналов **«Секция 1»** и **«Секция 2»**. На данные входы необходимо завести сигналы РПВ выключателей каждой секции. При отключении обеих секций формируется сигнал **«Откл все секции»**.

Одну из секции принято считать регулируемой, а вторую – контролируемой. Выдача команды управления в автоматическом режиме осуществляется только для регулируемой секции (Рисунок 4.1.1). Если включена только одна секция, то она становится регулируемой. Так как могут быть включены обе секции, то программным ключом (Таблица 4.1.1) задается приоритетная секция, по которой будет вестись регулирование.

Отдельным программным ключом может быть введен контроль обеих секций. В таком случае приоритетная секция считается регулируемой, а вторая секция – контролируемой. В процессе регулирования напряжения на приоритетной секции могут также учитываться уровни напряжений и на контролируемой секции.

В режиме контроля обеих секций становится доступен оперативный выбор приоритетной секции через кнопку на лицевой панели устройства.

Таблица 3.1.1 – Конфигурационные ключи выбора секций

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
V1 – Выбор приоритетной секции при регулировании	Секция 1 Секция 2	Секция 1	Приоритетная секция регул.
V2 – Контроль двух секций	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль 2 секций

Таблица 3.1.2 – Месторасположение уставок выбора секций в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки	→ Уставки 1 / 2	→ Параметры секции	→ Общие

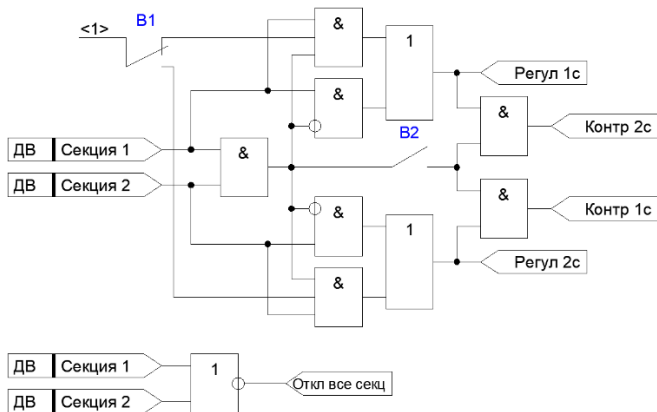


Рисунок 3.1.1 – Функциональная схема выбора регулируемой и контролируемой секций

### 3.2 Выбор напряжения поддержания

Устройство может осуществлять контроль напряжения на шинах по следующим параметрам (Рисунок 3.2.1):

- напряжение прямой последовательности;
- среднее линейное напряжение.

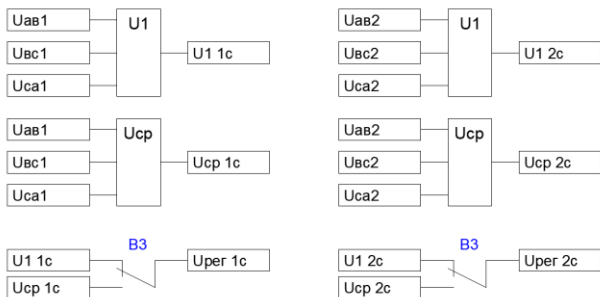


Рисунок 3.2.1 – Функциональная схема выбора типа регулируемого напряжения

Таблица 3.2.1 – Конфигурационные ключи выбора типа регулируемого напряжения

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
ВЗ – Тип регулируемого напряжения	U1 Uл	U1	Uрег

Таблица 3.2.2 – Месторасположение уставок выбора типа регулируемого напряжения

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки	→ Уставки 1 / 2	→ Параметры секции	→ Общие

Выбранное регулируемое напряжение сравнивается с заданным напряжением поддержания. Для этого в устройстве предусмотрено четыре уровня напряжения поддержания (Рисунок 3.2.2). Уставка «**Уподд**» задается в процентах относительно номинального напряжения секции. В именованных единицах ее значение можно определить по следующему выражению:

$$U_{\text{подд}} = U_{\text{поддуст}} \cdot \frac{U_{\text{ном}}}{100},$$

где:

Uподд – текущее напряжение поддержания, кВ;

Uподд\_уст – уставка текущего напряжение поддержания, %;

Uном – номинальное напряжение секции, кВ.

Выбор текущего напряжения может осуществляться следующими способами (Таблица 3.2.3).

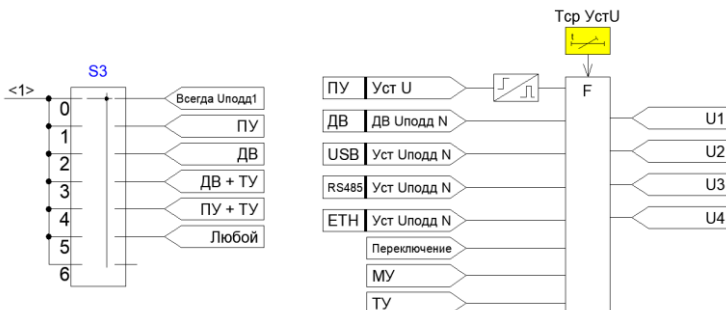


Рисунок 3.2.2 – Функциональная схема выбора текущего напряжения поддержания

1. Всегда Уподд1.

Всегда активно только **«Уподд1»**. Выбор другого уровня напряжения поддержания блокируется.

2. Пульт управления (ПУ).

Выбор текущего **«Уподд»** осуществляется только через кнопки управления на лицевой панели устройства. Переход на новое значение напряжения поддержания осуществляется без выдержки времени.

3. Дискретные входы (ДВ).

Выбор текущего **«Уподд»** осуществляется только через дискретные входы устройства. Для этого необходимо настроить сигналы **«ДВ Уподд2»**, **«ДВ Уподд3»**, **«ДВ Уподд4»** на соответствующие физические входы устройства. Переход на новое значение напряжения поддержания осуществляется через выдержку времени **«Тсп УстУ»** после появления сигнала логической единицы на соответствующем входе. При одновременном наличии сигнала единицы на нескольких дискретных входах такое сочетание считается некорректным и переход не осуществляется.

4. Дискретные входы или телеуправление (ДВ+ТУ).

Выбор текущего **«Уподд»** осуществляется:

- через ДВ, как описано выше в пункте 3. Возможность смены уставки доступна только при местном режиме управления (МУ=1);
- через ТУ. Возможность смены уставки доступна только при телеуправлении (ТУ=1) по интерфейсам связи RS485 и Ethernet. Переход на новое значение напряжения поддержания в таком случае осуществляется без выдержки времени.

5. Панель управления или телеуправление (ПУ+ТУ).

Выбор текущего **«Уподд»** осуществляется:

- через ПУ, как описано выше в пункте 2. Возможность смены уставки доступна только при местном режиме управления (МУ=1);
- через ТУ. Возможность смены уставки доступна только при телеуправлении (ТУ=1) по интерфейсам связи RS485 и Ethernet. Переход на новое значение напряжения поддержания в таком случае осуществляется без выдержки времени.

6. Любым из способов.

Выбор уровня напряжения поддержания может осуществляться любым из способов, независимо от состояния сигналов **«ТУ»** и **«МУ»**.

При появлении сигнала «Переключение» выдержка времени «Тср УстУ» сбрасывается, а смена напряжения поддержания блокируется.

После выдачи питания на устройство устанавливается «Уподд», соответствующий последнему состоянию до снятия питания. Если в памяти устройства такой информации не зафиксировано, то устанавливается уровень поддержания, соответствующий сигналам на дискретных входах устройства или, при отсутствии таковых, «Уподд1».

Таблица 3.2.3 – Режимы выбора текущего напряжения поддержания

Значение уставки	Сигнал «ТУ»	Сигнал «МУ»	Пульт	USB	RS485	Ethernet	ДВ
Всегда Уподд1	игнор	игнор	запр	запр	запр	запр	запр
ПУ	игнор	игнор	разр	запр	запр	запр	запр
ДВ	игнор	игнор	запр	запр	запр	запр	состояние ДВ
ДВ + ТУ	1	0	запр	запр	разр	разр	запр
	0	1	запр	запр	запр	запр	состояние ДВ
	1	1	запр	запр	разр	разр	состояние ДВ
ПУ + ТУ	1	0	запр	запр	разр	разр	запр
	0	1	разр	запр	запр	запр	запр
	1	1	разр	запр	разр	разр	запр
Любой	игнор	игнор	разр	разр	разр	разр	состояние ДВ

Таблица 3.2.4 – Разрешенные комбинации сигналов на ДВ для выбора текущего напряжения поддержания

Текущее Уподд	ДВ Уподд2	ДВ Уподд3	ДВ Уподд4
Уподд1	0	0	0
Уподд2	1	0	0
Уподд3	0	1	0
Уподд4	0	0	1

Таблица 3.2.5 – Конфигурационные ключи выбора напряжения поддержания

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
S3 – Способ задания Uподд	Всегда U1 ПУ ДВ ДВ+ТУ ПУ+ТУ Любой	Всегда Uподд1	Способ задания Uподд

Таблица 3.2.6 – Технические параметры уставок напряжения поддержания

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Уставка по напряжению Uподд1, %	50,0 – 140,0	0,1	100	Uподд1
Уставка по напряжению Uподд2, %	50,0 – 140,0	0,1	105	Uподд2
Уставка по напряжению Uподд3, %	50,0 – 140,0	0,1	110	Uподд3
Уставка по напряжению Uподд4, %	50,0 – 140,0	0,1	115	Uподд4
Задержка на смену напряжения поддерж, с	0,1 – 5	0,01	1	Задержка смены Uпод

Таблица 3.2.7 – Месторасположение уставок выбора напряжения поддержания

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Напряжение поддержания →	Общие
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Напряжение поддержания →	Секция 1 / 2

### 3.3 Контроль выхода напряжения из зоны нечувствительности

ПО формирует команды на привод РПН с целью поддержания напряжения на регулируемой секции в заданном диапазоне нечувствительности. При необходимости поддержания напряжения на шинах удаленных потребителей электроэнергии возможен также ввод в работу алгоритма встречного регулирования.

Размер диапазона нечувствительности задается в процентах относительно номинального напряжения секции, в именованных единицах данный параметр можно определить по следующему выражению:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{уст}} \cdot \frac{U_{\text{ном}}}{100},$$

где:

$\Delta U$  – текущая величина зоны нечувствительности, кВ;

$\Delta U_{\text{уст}}$  – уставка зоны нечувствительности, %;

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение секции, кВ.

1. Алгоритм встречного регулирования отключен.

При отсутствии компенсации падения напряжения до шин удаленных потребителей верхняя и нижняя граница зоны нечувствительности определяются по следующим выражениям:

$$U_{\text{вг}} = U_{\text{подд}} + \frac{\Delta U [\text{кВ}]}{2},$$

$$U_{\text{нг}} = U_{\text{подд}} - \frac{\Delta U [\text{кВ}]}{2},$$

где:

$U_{\text{вг}}$  – верхняя граница зоны нечувствительности, кВ;

$U_{\text{нг}}$  – нижняя граница зоны нечувствительности, кВ;

$U_{\text{подд}}$  – текущее напряжение поддержания, кВ;

$\Delta U$  – текущая величина зоны нечувствительности, кВ.

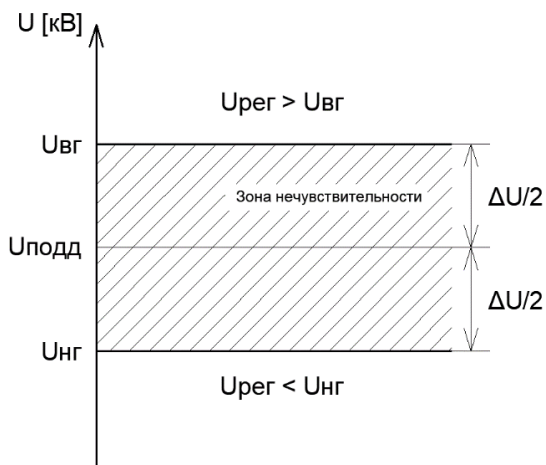


Рисунок 3.3.1 – Определение зоны нечувствительности при отсутствии встречного регулирования

2. Алгоритм встречного регулирования включен.

Работа данной функции заключается в изменении уровня текущего напряжения поддержания в зависимости от тока нагрузки. Изменение уровня производится на величину напряжения компенсации:

$$U_{\text{комп}} = U_{\text{комп\_уст}} \cdot \frac{U_{\text{ном}}}{10000} \cdot U_{\text{подд\_уст}},$$

где:

$U_{\text{комп}}$  – уставка напряжение компенсации в кВ;

$U_{\text{комп\_уст}}$  – уставка напряжение компенсации в %;

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение секции, кВ;

$U_{\text{подд\_уст}}$  – уставка текущего напряжение поддержания, %.

Уставку значения напряжения компенсации можно приблизительно оценить, как отношение падения напряжения на линии к номинальному напряжению секции:

$$U_{\text{комп\_уст}} = \frac{Z_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100,$$

где:

$U_{\text{комп\_уст}}$  – уставка напряжение компенсации в %;

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение секции, кВ;

$Z_{\text{л}}$  – полное сопротивление линии к нагрузке, у которой производится встречное регулирование, Ом;

$I_{\text{л}}$  – номинальный ток нагрузки, у которой производится встречное регулирование, А.

Тогда расчетное значение уровня компенсации будет определяться через соотношения токов в узле регулирования (на шинах):

$$U_{\text{комп\_расч}} = U_{\text{комп}} \cdot \left( \frac{I_{\text{вв}} \cdot K_{\text{тт\_вв}} \pm I_{\text{св}} \cdot K_{\text{тт\_св}}}{I_{\text{ном\_вв}} \cdot K_{\text{тт\_вв}}} \right),$$

где:

$U_{\text{комп\_расч}}$  – расчетное значение напряжения компенсации, кВ;

$U_{\text{комп}}$  – уставка напряжение компенсации, кВ;

$K_{\text{тт\_вв}}$ ,  $K_{\text{тт\_св}}$  – коэффициенты трансформации трансформаторов тока ввода и секционного выключателя соответственно;

$I_{\text{вв}}$ ,  $I_{\text{св}}$  – измеряемые токи (вторичные величины) ввода и секционного выключателя соответственно, А;

$I_{\text{ном\_вв}}$  – уставка номинального тока ввода секции шин, А.

Учет знака тока от секционного выключателя может производиться как в плюс, так и в минус, в зависимости от уставки «Учет тока СВ».

Если расчетное напряжение компенсации больше, чем уставка уровня максимального значения компенсации «Укомп\_max», то расчетное значение принимается равным этой уставке. Тогда верхняя и нижняя границы зоны нечувствительности будут определяться по следующим выражениям:

$$U_{вг} = U_{подд} + U_{комп\_расч} + \frac{\Delta U [кВ]}{2},$$

$$U_{нг} = U_{подд} + U_{комп\_расч} - \frac{\Delta U [кВ]}{2},$$

где:

$U_{вг}$  – верхняя граница зоны нечувствительности, кВ;

$U_{нг}$  – нижняя граница зоны нечувствительности, кВ;

$U_{подд}$  – текущее напряжение поддержания, кВ;

$U_{комп\_расч}$  – расчетное значение напряжения компенсации, кВ;

$\Delta U$  – текущая величина зоны нечувствительности, кВ.

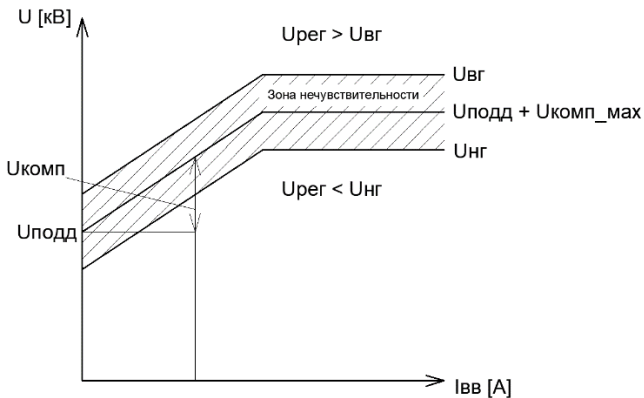


Рисунок 3.3.2 – Определение зоны нечувствительности при встречном регулировании

В процессе своей работы устройство постоянно контролирует выход регулируемого напряжения из зоны нечувствительности по выражениям:

$$U_{рег} \leq U_{вг};$$

$$U_{рег} \geq U_{нг}.$$

При выходе напряжения регулирования за верхнюю или нижнюю границы регулирования, то есть при невыполнении одного из условий, формируется соответствующий сигнал «U>», «U<». На основании данных сигналов в дальнейшем производится управление приводом РПН в ручном или автоматическом режимах.

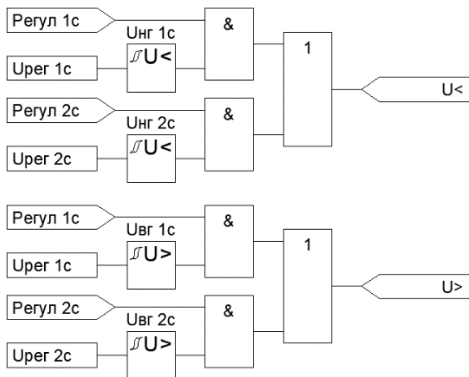


Рисунок 3.3.3 – Функциональная схема контроля выхода напряжения регулирования за зону нечувствительности

Таблица 3.3.1 – Конфигурационные ключи для встречного контроля напряжения

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
B21, B22 – Токовая компенсация для 1 и 2 секции соответственно	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Токовая компенсация
B23, B24 – Знак учета тока секционного выключателя	Минус Плюс	Минус	Учёт тока СВ

Таблица 3.3.2 – Месторасположение уставок контроля напряжения

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Параметры секции →	Секция 1 / 2
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Напряжение поддержания →	Секция 1 / 2

Таблица 3.3.3 – Технические параметры уставок контроля напряжения

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Номинальное напряжение секции, кВ	6,00 – 120,00	0,01	35	Уном
Номинальный ток ввода секции (вторичные величины), А	0,20 – 10,00	0,01	5	Iвв ном
Коэффициент трансформации ТТ ввода	5 – 2000	1	20	КТТ ввода
Коэффициент трансформации ТТ СВ	5 – 2000	1	20	КТТ СВ
Зона нечувствительности, %	1,0 – 30,0	0,1	10	Зона нечувств
Уровень компенсации, %	1,0 – 30,0	0,1	10	Уровень компенсац
Уровень максимальной компенсации, %	1,0 – 30,0	0,1	10	Уровень макс. комп

### 3.4 Способы управления РПН

В ПО реализованы следующие типы управления приводом РПН (Рисунок 3.4.1).

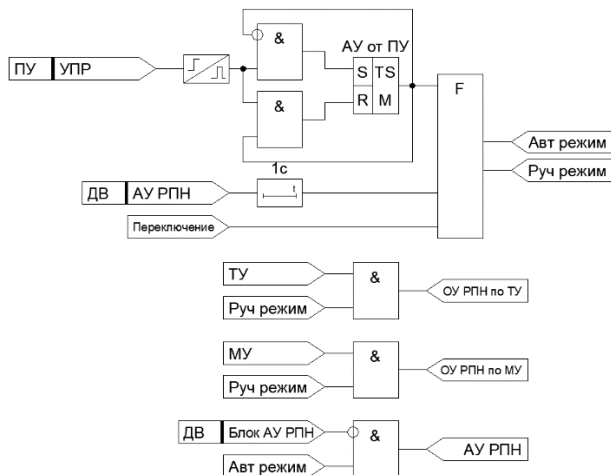


Рисунок 3.4.1 – Способы управления РПН

1. Режим ручного управления.

Данный режим предназначен для оперативного управления приводом. Оперативное управления разделяется на местное «ОУ РПН по МУ» управление и телеуправление «ОУ РПН по ТУ». Местное управление может осуществляться через:

- от дискретных входов устройства (от ключа переключения);
- от кнопок на лицевой панели устройства;
- через интерфейс USB с помощью ПК.

Телеуправление может осуществляться через:

- от дискретных входов устройства (дистанционное управление);
- интерфейсы RS485;
- интерфейсы Ethernet.

В зависимости от настроек дискретного входа «ДВ ТУ» выполнение команд ОУ может быть организовано несколькими способами.

а) Вход «ДВ ТУ» настроен как «Всегда 0».

В таком режиме переключение между режимами управления осуществляется в циклическом режиме только с помощью кнопки управления на ПУ.

б) Вход «ТУ» настроен на дискретный вход.

В таком режиме переключение между МУ и ТУ осуществляется с помощью изменения состояния дискретного входа. Смена режимов с кнопок на ПУ заблокировано.

При установке ключа телеуправления в положение «Запрещено» (Сигнал ДВ «ДВ ТУ» имеет состояние логического нуля), разрешается только местное управление РПН. Если, например, обслуживающий персонал оставил положение ключа телеуправления в состоянии «Запрещено», то оператор АСУ ТП может удаленно отправить команду на возврат «ТУ» без возврата положения ключа. В результате этого устанавливается триггер с памятью, который блокирует местное управление до того момента, когда ключ разрешения телеуправления не будет переключен в следующей последовательности: «Запрещено» -> «Разрешено» -> «Запрещено» (Рисунок 3.4.2).

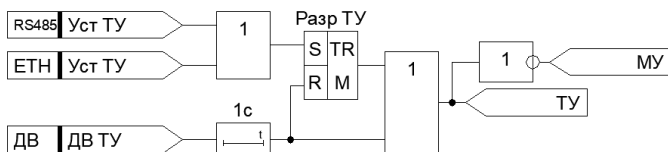


Рисунок 3.4.2 – Функциональная схема переключения режимов МУ и ТУ

Список возможных режимов выполнения команд оперативного управления приведен в Таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Возможные режимы выполнения команд ОУ

ДВ ТУ	Местное управление	Телеуправление
Всегда 0	Определяется кнопкой на ПУ	
Всегда 1	Запрещено	Разрешено
ДВ ТУ = 0 триггер сброшен	Разрешено	Запрещено
ДВ ТУ = 0 триггер установлен	Запрещено	Разрешено
ДВ ТУ = 1	Запрещено	Разрешено

## 2. Режим автоматического управления.

В автоматическом режиме («АУ РПН») устройство формирует команды на привод РПН с целью поддержания напряжения на регулируемой секции в заданном диапазоне нечувствительности.

Переключение между автоматическим и ручным режимом может осуществляться с помощью кнопки на лицевой панели устройства или с помощью дискретного входа «АУ РПН». При использовании дискретного входа кнопка на ПУ блокируется. При начале переключения ПМ РПН (появление сигнала «Переключение») смена режима управления не производится.

Блокировка режима АУ РПН возможна при выдаче сигнала логической единицы на вход «Блок АУ РПН».

## 3.5 Блокировки РПН

В устройстве предусмотрены различные виды блокировок с целью предотвращения работы привода в ненормальных условиях на секциях или при неисправностях приводного механизма РПН (Рисунок 3.5.1).

### 3.5.1 Блокировки приводного механизма РПН

#### 1. Блокировка по току стороны ВН.

Блокировка предусмотрена для запрета управления РПН при перегрузке по току на стороне ВН силового трансформатора (Рисунок 3.5.2).

Контроль за перегрузкой может осуществляться по дискретному входу от дифференциальной защиты трансформатора. Через выдержку времени «Тср перегр Івн» формируется сигнал неисправности «Перегрузка Івн».

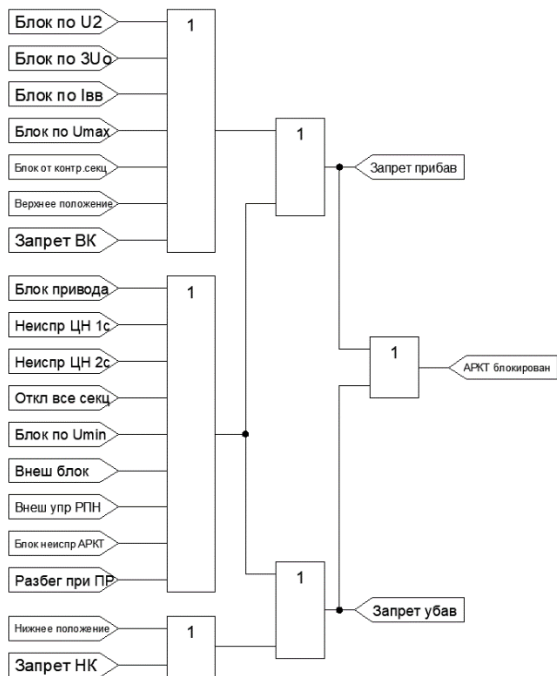


Рисунок 3.5.1 – Функциональная схема формирования сигналов запрета прибавить и убавить

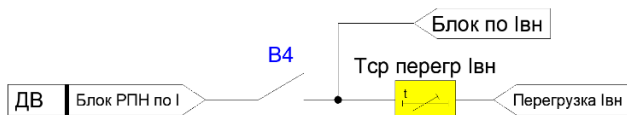


Рисунок 3.5.2 – Функциональная схема блокировки по току стороны ВН

2. Блокировка от датчика температуры и уровня масла в баке РПН.

Блокировки предусмотрены для запрета управления приводом РПН при срабатывании внешнего датчика температуры или при низком уровне масла в баке РПН (Рисунок 3.5.3).

Оперативный ввод и вывод функции контроля ДТ осуществляется с помощью кнопки на ПУ.

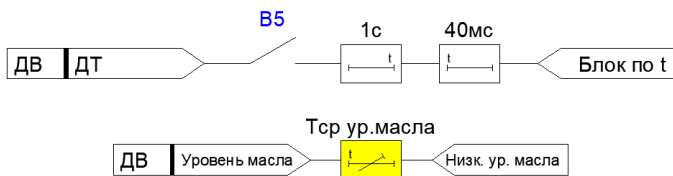


Рисунок 3.5.3 – Функциональная схема блокировки от датчика температуры и датчика низкого уровня масла

### 3. Блокировки от шкафа управления приводом РПН.

Блокировки предусмотрены для запрета управления РПН при отключенном питании (сигнал «Авт ПМ»), при отсутствии готовности шкафа ПМ (сигнал «Готов ПМ») или в режиме управления приводом непосредственно со шкафа РПН (сигнал «Упр шкаф РПН»).

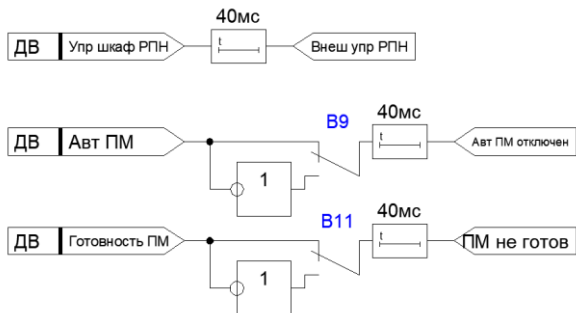


Рисунок 3.5.4 – Функциональная схема блокировок от шкафа привода РПН

### 4. Сигнал запрета для шкафа управления приводом.

Устройство формирует сигнал «Блок привода» для блокировки управления из шкафа РПН при появлении следующих сигналов (Рисунок 3.5.5):

- срабатывание датчика температуры;
- срабатывания датчика уровня масла в баке;
- перегрузка по току стороны ВН трансформатора;
- отказ в работе ПМ;
- отсутствие питания шкафа привода и его готовности к работе;
- несоответствие положения между концевыми выключателями привода.



Рисунок 3.5.5 – Функциональная схема формирования сигнала блокировки привода РПН

5. Блокировки от концевых выключателей и крайних положений приводного механизма.

Блокировка на увеличение текущей ступени РПН (сигнал **«Запрет прибавить»**) формируется от следующих сигналов:

- достижение верхнего положения по счетчику РПН;
- срабатывание верхнего концевого выключателя.

Блокировка на уменьшение текущей ступени РПН (сигнал **«Запрет убавить»**) формируется от следующих сигналов:

- достижение нижнего положения по счетчику РПН;
- срабатывание нижнего концевого выключателя.

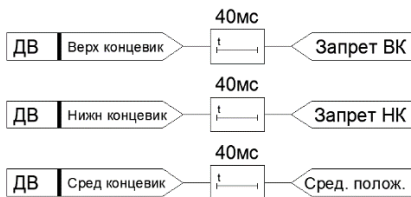


Рисунок 3.5.6 – Функциональная схема формирования сигналов блокировок от концевых выключателей приводного механизма

### 3.5.2 Блокировки при ненормальных условиях на регулируемых и контролируемых секциях

Устройство контролирует параметры измеряемых токов и напряжений. Осуществляется контроль следующих величин (Рисунки 3.5.7 - 3.5.9).

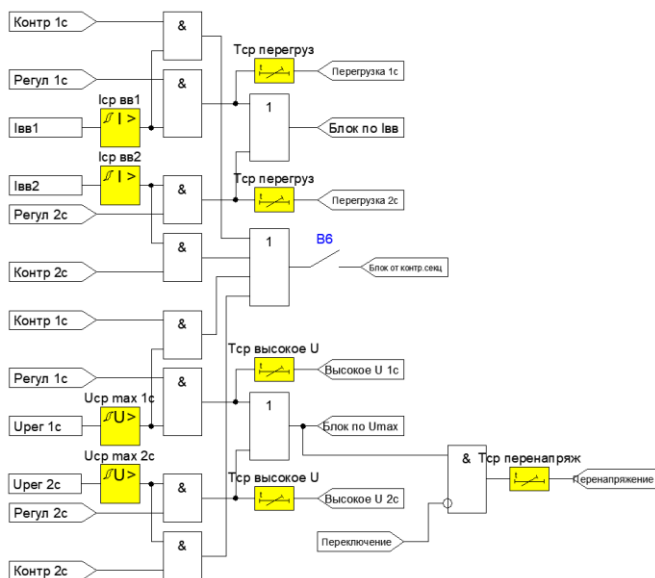


Рисунок 3.5.7 – Функциональная схема формирования блокировок от измеряемых сигналов тока и напряжения

1. Контроль тока через выключатель ввода предназначен для блокировки команд прибавить. Блокировка осуществляется для регулируемой секции. Отдельным ключом можно ввести блокировку и от контролируемой секции.

Через выдержку времени «Тсп перегруз» формируется сигнал неисправности «Перегрузка 1с» - перегрузка 1 секции, «Перегрузка 2с» - перегрузка 2 секции.

2. Аналогичным вышеуказанным способом осуществляется контроль превышения напряжения на секции. В результате формируются сигналы «Высокое U 1с» и «Высокое U 2с», запрещающие формирование команд прибавить.

Если превышение напряжения происходит в течение длительного времени, то через выдержку времени «Тсп перенапряж» происходит формирование сигнала неисправности «Перенапряжение».

3. Контроль отсутствия или недопустимого снижения напряжения на секции предназначен для блокировки команд и прибавить, и убавить. Через выдержку времени «Тсп низкое U» формируется сигнал неисправностей «Низкое U 1с» и «Низкое U 2с».

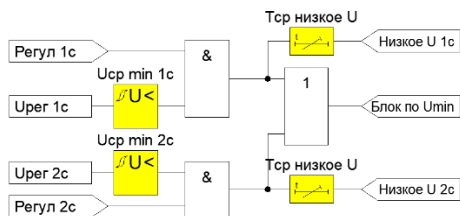


Рисунок 3.5.8 – Функциональная схема формирования сигнала блокировки при недопустимом снижении или отсутствии напряжения

4. Контроль возникновения несимметричного режима производится по напряжению симметричных составляющих. Выбор контролируемого напряжения задается соответствующим ключом в настройках блокировок для каждой секции.

Через выдержку времени формируется соответствующий сигнал неисправностей «Высокое 3U0 1с/2с» и «Высокое U2 1с/2с».

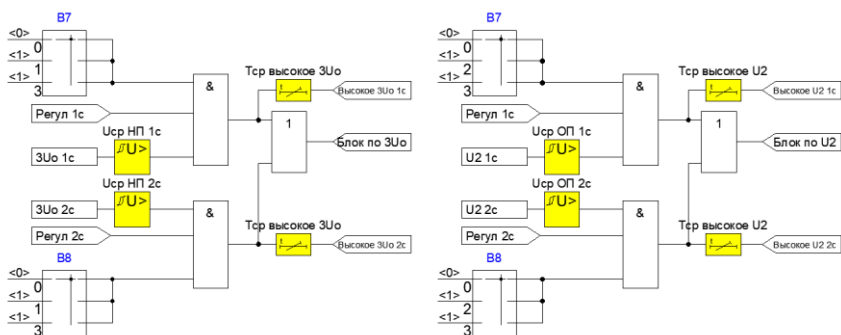


Рисунок 3.5.9 – Функциональные схемы формирования сигналов блокировки при несимметрии напряжений

### 3.5.3 Прочие блокировки

Устройство дополнительно блокирует прохождение команд управления на привод РПН при появлении следующих сигналов:

- неисправности в цепях измерительных трансформаторов напряжения – сигналы «Неиспр ЦН 1с» и «Неиспр ЦН 2с»;
- отключены все секции;
- присутствует сигнал от внешней блокировки АРКТ – сигнал «Внеш блок»;
- выявлена аппаратная неисправность устройства АРКТ;
- выявлен разбег при параллельной работе устройств РПН – сигнал «Разбег при ПР».

Таблица 3.5.1 – Конфигурационные ключи блокировок РПН

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
B4 – Контроль тока стороны ВН трансформатора	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль I <sub>вв</sub>
B5 – Контроль температуры масла в баке РПН	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль t РПН
B6 – Блокировка РПН от контролируемой секции	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Блок от контр. секции
B7, B8 – Блокировка РПН при несимметрии на секции	ОТКЛ 3U <sub>о</sub> U <sub>2</sub> 3U <sub>о</sub> +U <sub>2</sub>	ОТКЛ	Блок при несимметр
B9 – Ввод инверсии входа «Авт ПМ»	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Инверсия «Авт ПМ»
B10 – Ввод инверсии входа «Блок АРКТ»	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Инверсия «Блок АРКТ»
B11 – Ввод инверсии входа «Готов ПМ»	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Инверсия «Го- тов ПМ»

Таблица 3.5.2 – Месторасположение настроек блокировок РПН

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Блокировки РПН →	Общие
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Блокировки РПН →	Секция 1 / 2

Таблица 3.5.3 – Технические параметры уставок блокировок РПН

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Уставка по току срабатывания блокировки (вторичные значения), А	0,20 – 20,00	0,01	5	I <sub>ср</sub> вв
Коэффициент возврата пусковых органов по току	---	---	0,95	---
Напряжение срабатывания блокировки U <sub>max</sub> , %	105,0 – 140,0	0,1	130	U <sub>ср</sub> max
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению U <sub>max</sub>	---	---	0,95	---
Напряжение срабатывания блокировки U <sub>min</sub> , %	35,0 – 99,0	0,1	80	U <sub>ср</sub> min
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению U <sub>min</sub>	---	---	1,05	---
Напряжение срабатывания блокировки по U <sub>2</sub> , %	10,0 – 80,0	0,1	25	U <sub>ср</sub> U <sub>2</sub>
Напряжение срабатывания блок-ки по 3U <sub>0</sub> , %	10,0 – 80,0	0,1	25	U <sub>ср</sub> 3U <sub>0</sub>
Коэффициент возврата пусковых органов	---	---	0,95	---
Время срабатывания «Перенапряжение», с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> перенапряж
Время срабатывания «Высокое U», с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> высокое U
Время срабатывания «Низкое U», с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> низкое U
Время срабатывания «Перегрузка I <sub>вн</sub> », с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> перегруз I <sub>вн</sub>
Время срабатывания «Перегрузка», с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> перегруз
Время срабатывания «Высокое U <sub>2</sub> », с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> высокое U <sub>2</sub>
Время срабатывания «Высокое 3U <sub>0</sub> », с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> высокое 3U <sub>0</sub>
Время срабатывания «Уровень масла», с	0 – 10,00	0,01	5	T <sub>ср</sub> ур.масла

### 3.6 Управление приводом РПН

#### 3.6.1 Режимы работы привода

Устройство позволяет управлять приводами РПН в двух режимах работы: импульсном и непрерывном. Импульсный режим работы осуществляется за счет контроля блоком АРКТ выполнения команд приводом по сигналам переключения. В непрерывном режиме работы контроль сигналов переключения не осуществляется.

В импульсном режиме работы осуществляется контроль выполнения команд приводом РПН и его исправность. Контроль работы привода осуществляется за счет анализа состояния входных сигналов «ДВ переключение 1» и «ДВ переключение 2». На эти входы необходимо завести сигналы шкафа управления РПН, которые выдают информацию о процессе переключения привода.

Для трехфазного привода необходимо использовать только один контакт и подключить его на вход «ДВ переключение 1». Для пофазного привода на первый вход должны быть подключены сигналы переключения от привода каждой фазы по схеме «ИЛИ» (параллельно), а на второй вход «ДВ переключение 2» - сигналы переключения от привода каждой фазы по схеме «И» (последовательно). Для правильного формирования сигналов переключения необходимо указать в настройках тип привода РПН (Рисунок 3.6.1).

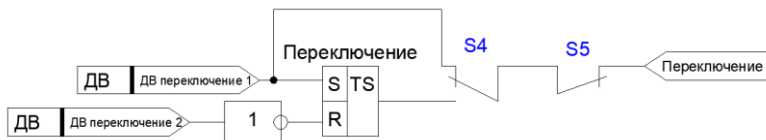


Рисунок 3.6.1 – Функциональные схемы формирования сигнала переключения

Появление сигнала «Переключение» означает, что привод принял команду и начал процесс переключения. Для исключения переключения на несколько ступеней одновременно предусмотрена выдержка времени «Тогр упр РПН», по истечении которой снимается управляющее воздействие на привод. Выдержка времени должна быть задана таким образом, чтобы за время её набора привод успел принять команду и начать переключение.

В непрерывном режиме управления сигналы переключения от шкафа привода не заводятся на блок АРКТ. В таком режиме команды на включение и отключение будут формироваться до тех пор, пока не будет снято управляющее воздействие при ручном управлении или напряжение не вернется в зону нечувствительности при автоматическом управлении РПН.

При завершении процесса переключения формируется сигнал «Переключение успешно», если при этом не было достигнуто крайнее положение при косвенном

определении крайних ступеней РПН или не выявлены неисправности в работе приводного механизма (Рисунок 3.6.2).

Таблица 3.6.1 – Конфигурационные ключи выбора режима работы привода

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
S4 – Контроль пофазного ПМ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль группы ПМ
S5 – Режим работы РПН	Импульс Непрерывно	Импульс	Режим упр РПН

Таблица 3.6.2 – Месторасположение настроек управления РПН

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки	→ Уставки 1 / 2	→ Управление ПМ	→ Общие

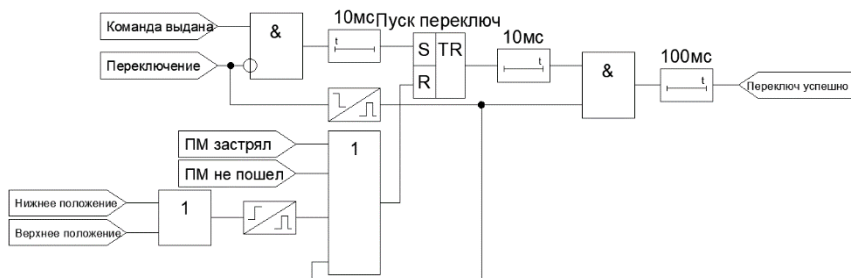


Рисунок 3.6.2 – Функциональная схема формирования команды успешного переключения

### 3.6.2 Ручное управление приводом

На Рисунке 3.6.3 приведена функциональная схема формирования команд управления приводом РПН в режимах местного и телеуправления.

Сигналы «Готов прибавить» и «Готов убавить» формируются при готовности устройства принять команду от оператора и отправить ее на привод РПН. Прохождение команд управления блокируется при наличии запрещающих сигналов, при начале переключения приводом и сразу после выдачи управляющего воздействия на привод.

Формирование команд управления по интерфейсам связи и от кнопок на ПУ производится без выдержки времени, формирование команд от дискретных входов устройства производится через выдержку времени «Тср упр по ДВ» для режима МУ и через выдержку времени «Тср упр по ТУ» для режима ТУ.

Одновременная выдача команд невозможна, так как при выдаче первой команды блокируется возможность выдачи второй команды. Блокировка формируется до момента появления сигнала «Снять команду» (Рисунок 3.6.4).

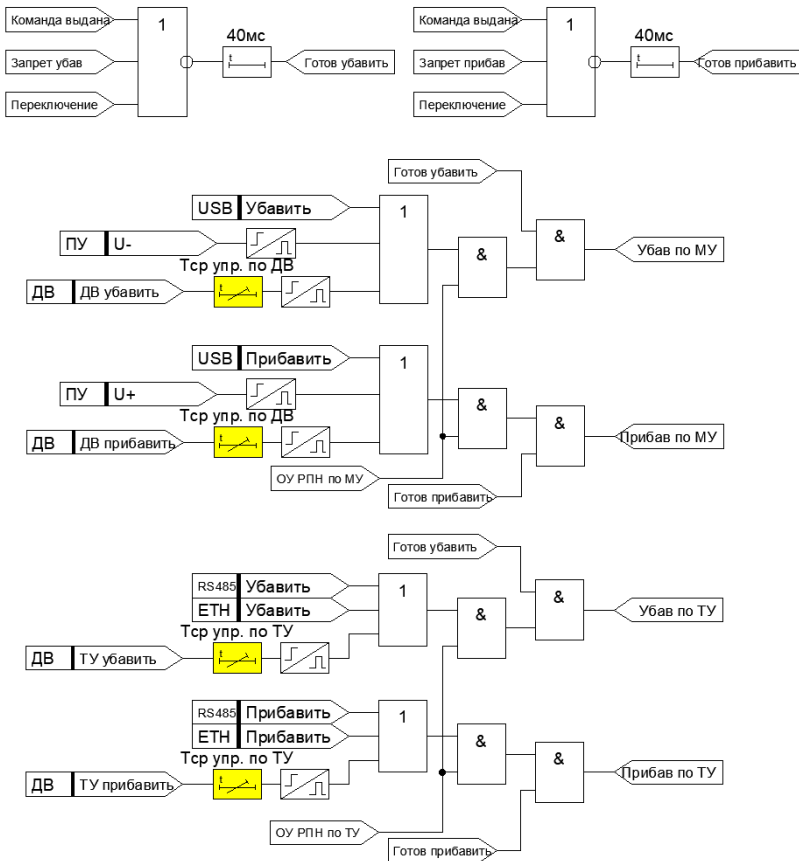


Рисунок 3.6.3 – Функциональные схемы формирования команд управления

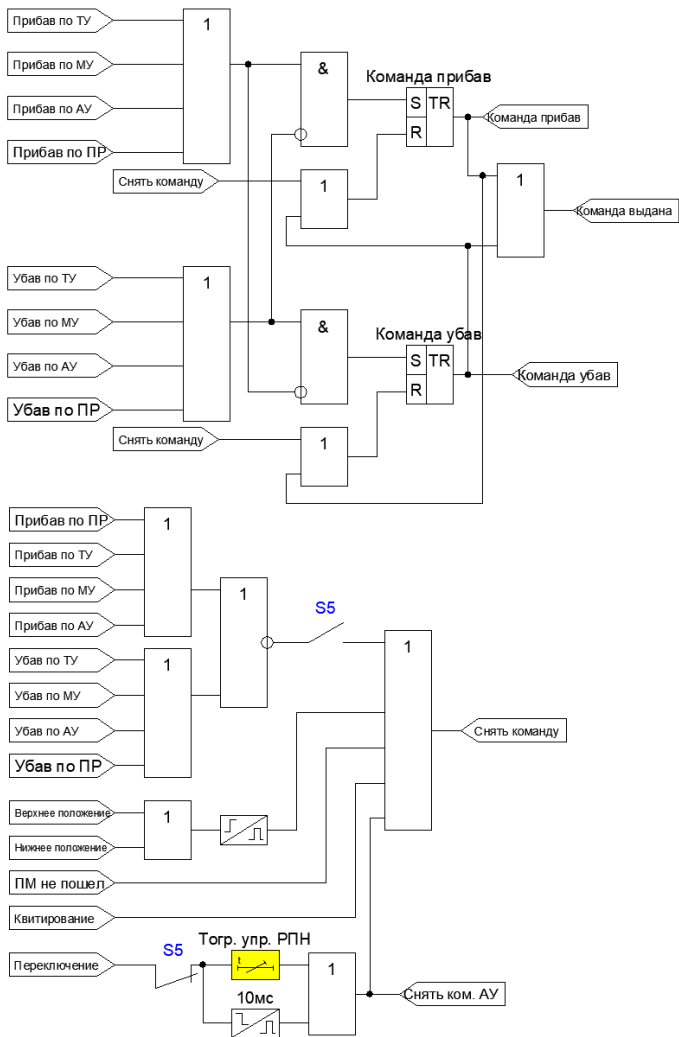


Рисунок 3.6.4 – Функциональные схемы формирования команд управления на привод РПН

Снятие команды управления производится при наступлении следующих событий:

- 1) достижении крайних положений РПН при косвенном их определении;
- 2) выявлении неисправности «ПМ не пошел»;
- 3) при квитировании устройства;
- 4) при снятии сигнала «Переключение» в режиме импульсного управления приводом;
- 5) после набора выдержки времени ограничения прохождения команд «Торг упр РПН» в режиме импульсного управления приводом.

### 3.6.3 Автоматическое управление приводом

На Рисунках 3.6.5, 3.6.6 приведена функциональная схема формирования команд управления приводом РПН в автоматическом режиме управления.

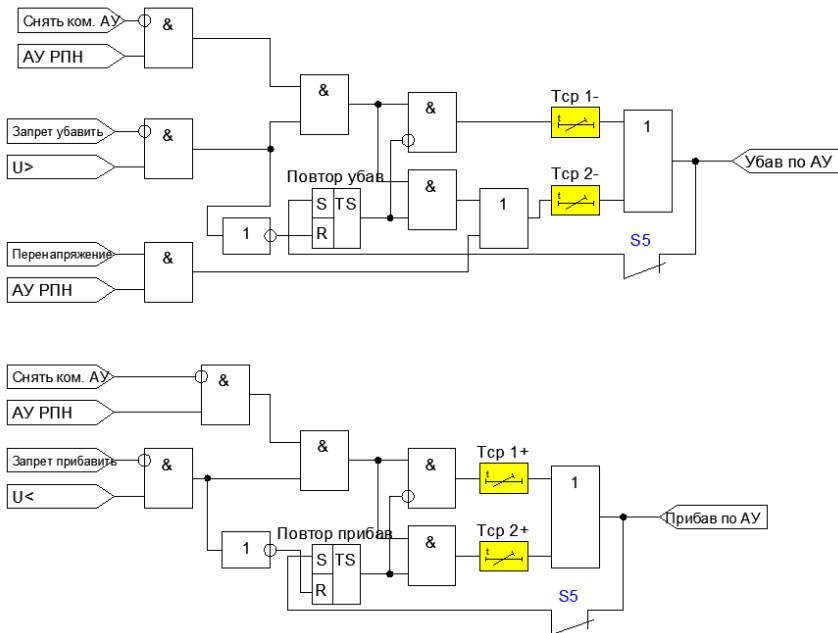


Рисунок 3.6.4 – Функциональные схемы формирования команд управления в автоматическом режиме при отсутствии параллельного регулирования

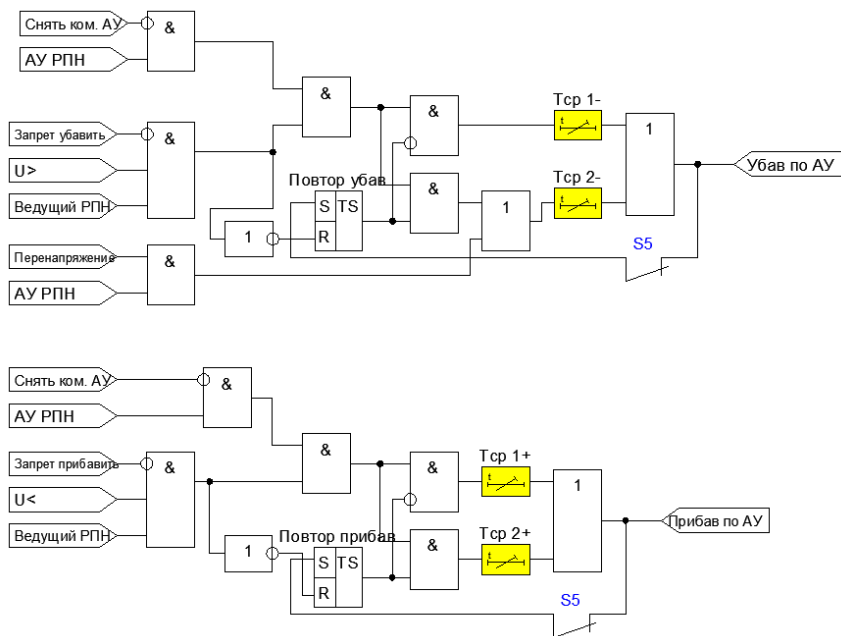


Рисунок 3.6.5 – Функциональные схемы формирования команд управления в автоматическом режиме при наличии параллельного регулирования

Устройство формирует команды на привод РПН в автоматическом режиме с целью поддержания напряжения на регулируемой секции в заданном диапазоне нечувствительности.

Если происходит снижение напряжения с выходом из зоны нечувствительности, то запускается набор выдержки времени «Тср 1+/-» на формирование первичной команды прибавить или убавить. По истечению выдержки формируется сигнал «Прибавить по АУ» («Убавить по АУ»), который поступает в логическую схему формирования команд на привод РПН.

Если за одно переключение выход регулируемого напряжения за зону нечувствительности не устранен, то производится повторная выдача команды после набора выдержки времени «Тср 2+/-». Формирование команды убавить через повторную выдержку времени осуществляется также в том случае, если выявлено перенапряжение.

Значение повторной выдержки времени необходимо задавать меньшим, чем первичной.

Таблица 3.6.1 – Технические параметры настроек режима АУ

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Время срабатывания первичной команды прибавить, с	0,10 – 300,00	0,01	1	Тср 1+
Время срабатывания первичной команды убавить, с	0,10 – 300,00	0,01	1	Тср 1-
Время срабатывания повторной команды прибавить, с	0,10 – 300,00	0,01	0,5	Тср 2+
Время срабатывания повторной команды убавить, с	0,10 – 300,00	0,01	0,5	Тср 2-

Таблица 3.6.2 – Месторасположение настроек режима АУ

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Управление ПМ →	Авт. управление

### 3.6.4 Групповое регулирование устройствами РПН

Режим параллельного регулирования в автоматическом режиме методом синхронизации ступеней (групповое регулирование) может быть реализован на двух силовых трансформаторах, на каждом из которых установлено устройство АРКТ. Для этого в настройках устройств необходимо указать, какое из них будет являться ведущим, а какое – ведомым.

Ввод в работу режима ПР осуществляется с помощью логического ключа, оперативный ввод и вывод может осуществляться с помощью входного логического сигнала «Ввод ПР РПН».

При параллельном регулировании одно из устройств является ведущим и выдает команды на свой и на соседний привод РПН (Рисунок 3.6.5). Второе устройство АРКТ является ведомым и принимает команды управления от ведущего (Рисунок 3.6.6). Таким образом достигается одновременное переключение ступеней РПН на обоих трансформаторах.

В режиме ПР предусмотрен контроль разбега ступеней между устройствами управления РПН. Для этого в каждом устройстве осуществляется проверка между показаниями счетчика ступеней своего и соседнего РПН. Если разница в показаниях

больше допустимой величины, то фиксируется неисправность и формируется сигнал «Разбег при ПР». Выявление данной неисправности приводит к блокировке управления и ведущего и ведомого устройств.

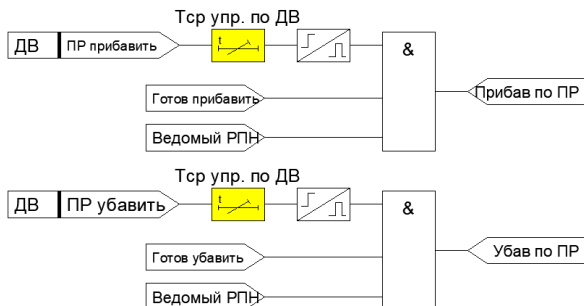


Рисунок 3.6.6 – Функциональная схема приема команд ведомым в режиме параллельного регулирования

Таблица 3.6.3 – Конфигурационные ключи режима ПР

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
V101 – Ввод/вывод режима ПР	Выведен Введено	Выведен	Режим ПР РПН
V102 – Выбор приоритета при параллельном регулировании	Ведущий Ведомый	Ведущий	Приорит. при ПР
V103 – Контроль положения РПН соседнего трансформатора	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль РПН сосед. Т

Таблица 3.6.4 – Технические параметры уставок режима ПР

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Допустимый разбег при ПР	1 – 10	1	2	Нразбега
Время срабатывания неисправности «Разбег при ПР», с	0,10 – 300,00	0,01	1	Тср разбег ПР

Таблица 3.6.5 – Месторасположение настроек режима ПР

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки	→ Уставки 1 / 2	→ Параллельное регулирование	→

### 3.7 Счетчик положения РПН

#### 3.7.1 Определение текущей ступени РПН

Устройство предназначено для управления приводами РПН, которые могут иметь до 48 ступеней РПН. Определение положения привода осуществляется косвенным образом, на основе успешности выполнения команд приводом РПН. Для этого устройство контролирует появление и снятие сигнала **«Переключение»** (Рисунок 3.7.1).

Предусмотрено два режима счета текущей ступени – в прямом и обратном направлении. При прямом направлении, после выдачи команды **«Прибавить»**, текущий номер ступени увеличивается на единицу в момент съема сигнала **«Переключение»**. При обратном порядке счета соответственно, после выдачи команды **«Прибавить»**, текущий номер ступени уменьшается на единицу в момент съема сигнала **«Переключение»**. Аналогичным образом производится изменение текущего счетчика РПН и при выдаче команды **«Убавить»**.

При наличии датчика логметра дополнительно может производиться считывание положения РПН. Для этого в настройках блока необходимо задать тип датчика и настроить его соответствующим образом. При первом подключении к приводу РПН в настройках АРКТ необходимо указать начальное значение счетчика РПН. Считанное значения положения РПН используется для контроля достоверности счета текущей ступени РПН, полученное косвенным методом. При отличии в показаниях между счетчиком РПН и датчиком через выдержку времени формируется сигнал неисправности **«Ошиб. инд. РПН»** (Таблица 3.7.2).

Если управление приводом производится в непрерывном режиме, то определение текущей ступени РПН осуществляется только по информации от датчика логметра. Если в таком режиме подключение датчика отсутствует или выявлена неисправность в его работе, то работа счетчика блокируется. Коррекция счетчика РПН будет осуществляться только за счет информации о срабатывании концевых выключателей привода РПН.

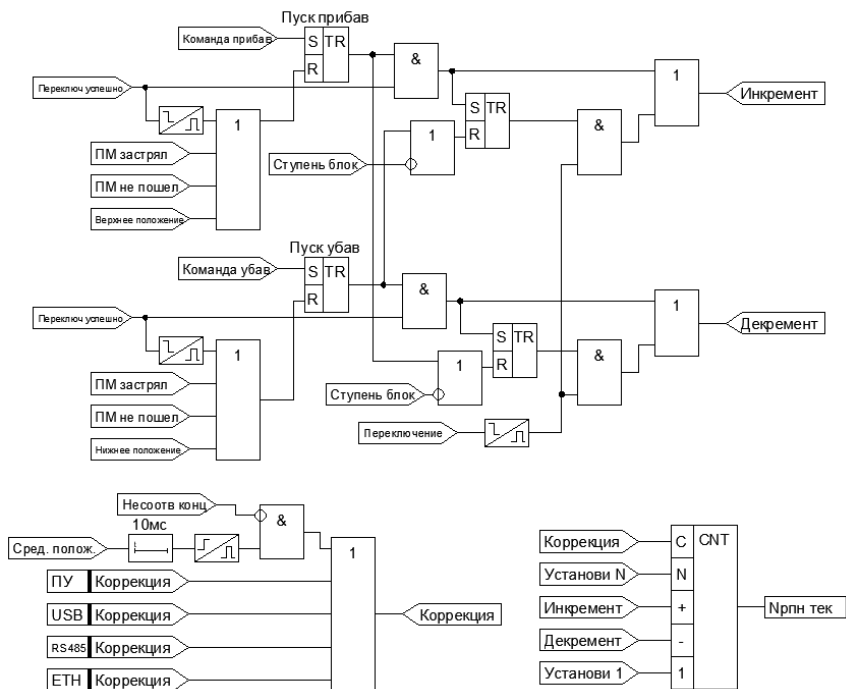


Рисунок 3.7.1 – Функциональная схема работы счетчика текущей ступени РПН

Таблица 3.7.1 – Конфигурационные ключи настроек счетчика РПН

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
S1 – Тип датчика РПН	Нет 4-20мА Резист VCD код	Нет	Тип датчика
S2 – Порядок счета ступеней РПН	Прямо Обратно	Прямо	Порядок Nрпн

Таблица 3.7.2 – Технические параметры настроек счетчика РПН

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Количество ступеней РПН	5 – 48	1	15	Нрпн
Начальное значение счетчика РПН	2 – 48	1	7	Нрпн нач
Среднее положение РПН	3 – 48	1	7	Нрпн сред

Таблица 3.7.3 – Месторасположение настроек счетчика РПН

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Логометр	→	→	→

### 3.7.2 Определение крайних ступеней

Контроль достижения крайних положений привода РПН осуществляется с помощью концевых выключателей. При их срабатывании производится корректировка значения счетчика и выдача блокирующих сигналов на дальнейшие переключения привода РПН (Рисунок 3.7.2).

Если концевые выключатели не подключены к устройству АРКТ, то при достижении крайних положений по счетчику РПН, формирование запрещающих сигналов не производится. Если, например, текущее положение действительно соответствует верхнему, то при повторной выдаче команды **«Прибавить»** привод переключение не начнет. В результате этого будет сформирован сигнал **«Верхнее положение»**. Если привод начнет переключение, то текущие показания счётчика положения РПН ошибочны, и по окончании процесса переключения номер ступени не изменится. Вышеуказанный алгоритм работает и для нижнего положения привода.

При измерении положения привода с помощью датчика логометра логические сигналы **«Верхнее положение»** и **«Нижнее положение»**, блокирующие дальнейшие операции переключения, формируются без учета концевых выключателей.

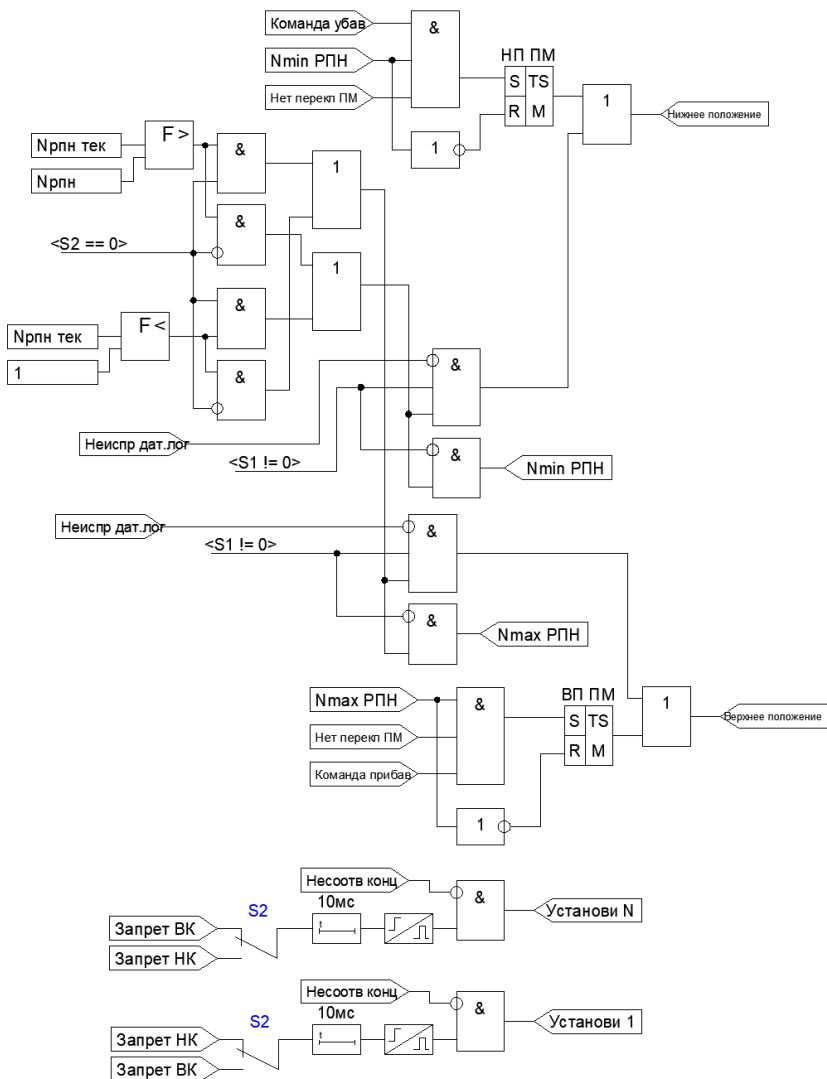


Рисунок 3.7.2 – Функциональная схема определения крайних ступеней РПН

### 3.8 Диагностика неисправностей

Сигнал неисправности «ПМ не пошел» формируется (Рисунок 3.8.1), если после выдачи команды переключения на привод РПН сигнал о начале переключения не появляется в течение выдержки времени «Тожид перекл». В режиме автоматического управления неисправность формируется, если за время 60 секунд регулируемое напряжение не вернулось в зону нечувствительности.

Данный сигнал не будет формироваться, если привод начал переключение при крайних значениях счетчика РПН.

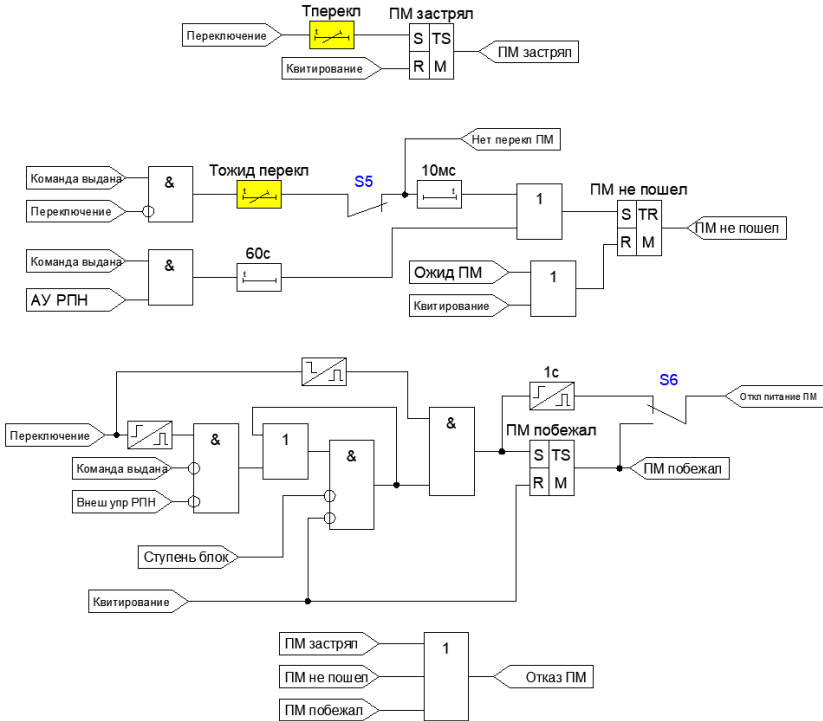


Рисунок 3.8.1 – Функциональная схема диагностики РПН

Сигнал неисправности «ПМ побежал» формируется при снятии сигнала «Переключение», если при этом устройство ARKT не выдавало команду на привод РПН. В устройстве предусмотрена возможность отключения питания шкафа управление приводом через сигнал «Откл питание ПМ» для исключения нежелательного изменения напряжения на шинах нагрузки. Сигнал на отключение питания ПМ может

формироваться импульсно или быть в активном состоянии до момента квитирования устройства АРКТ.

Если оператор производит управление приводом РПН с органов управления, находящихся непосредственно на самом шкафу ПМ, то, для исключения излишнего формирования сигналов неисправностей, на вход устройства необходимо завести блокирующий сигнал **«Внеш упр РПН»**.

Если привод РПН имеет заблокированные ступени (переключение на данные ступени не приводит к изменению коэффициента трансформации), то в настройках устройства необходимо задать номера данных отпаек. При самопроизвольном появлении сигнала **«Переключение»** на данных ступенях устройство не будет формировать сигнал неисправности **«ПМ побежал»**.

Если сигнал переключения привода присутствует на входе устройства длительное время, то через выдержку времени **«Тперекл»** формируется сигнал неисправности **«ПМ застрял»**.

Одновременное наличие сигналов на дискретных входах с функциями **«Верхний концевик»**, **«Нижний концевик»** или **«Средний концевик»** приводит к формированию сигнала неисправности **«Несоотв конц»**, указывающий на неисправность концевых выключателей устройства РПН. Данная неисправность также формируется, если текущее значение счетчика РПН не соответствует крайним положениям концевых выключателей привода (Рисунок 3.8.2).

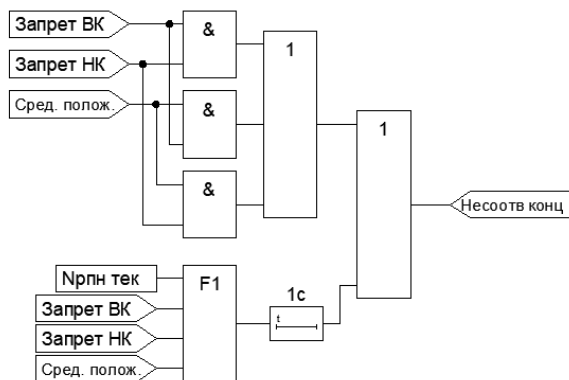


Рисунок 3.8.2 – Функциональная схема диагностики неисправности концевых выключателей

Таблица 3.8.1 – Конфигурационные ключи настроек диагностики неисправностей РПН

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
S6 – Режим отключения питания ПМ	Импульс Непрерывно	Импульс	Режим откл ПМ

Таблица 3.8.2 – Технические параметры диагностики неисправностей РПН

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Выдержка времени на появление сигнала переключения, с	0,50 – 10,00	0,01	5	Тожид перекл
Выдержка времени на снятие сигнала переключения, с	0,50 – 100,00	0,01	10	Тперекл

Таблица 3.8.3 – Месторасположение настроек диагностики неисправностей РПН

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки ресурса РПН →	Блокировка отпаяк →	→	→
Уставки →	Уставки 1 / 2 →	Управление ПМ →	Диагностика

### 3.9 Контроль исправности цепей напряжения

Функция контроля исправности цепей напряжения предназначена для выявления неисправностей в цепях напряжения и блокирования автоматики, которая в таких режимах может работать неправильно. Такими неисправностями могут быть:

- отключение автоматического выключателя (автомата) цепей напряжения;
- обрыв цепей напряжения;
- перегорание одного или нескольких предохранителей в первичных цепях измерительного ТН.

Контроль исправности осуществляется следующими способами (Рисунок 3.9.1).

1) Контроль положения автомата цепей напряжения через ДВ с использованием его дополнительных блок-контактов.

Отключение автоматического выключателя может произойти при КЗ в цепях напряжения вследствие ошибки обслуживающего персонала или при неисправности самого автомата. Положение автомата контролируется через дискретный вход.



Таблица 3.9.1 – Конфигурационные ключи настроек КЦН

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
V31, V33 – Ввод/вывод функции КЦН из действия	Выведена Введена	Выведена	КЦН
V32, V34 – Блокировка от контролируемой секции	Выведен Введен	Выведен	Блок от контр. секц.

Таблица 3.9.2 – Технические параметры диагностики КЦН

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Уставка по напряжению во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	20	Ucp
Уставка по напряжению обратной последовательности во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	15	U2cp
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению	---	---	0,95	---
Уставка по времени срабатывания, с	1,00 – 300,00	0,01	5	Tcp

Таблица 3.9.3 – Месторасположение настроек диагностики КЦН

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки	→ Уставки 1 / 2	→ Секция 1 / 2	→

### 3.10 Сигнализация

Формирование сигналов **«Неисправность»** и **«Вызов»** можно проследить по функциональной схеме, представленной на Рисунке 3.10.1. Набор сигналов, приводящих к их появлению, может быть настроен с помощью логических ключей.

Квитирование может производиться вручную кнопкой с пульта управления (сигнал **«Сброс ПУ»**), командной квитирования через USB (сигнал **«Сброс USB»**) или командой квитирования системы АСУ ТП (сигнал **«Сброс ТУ»**).

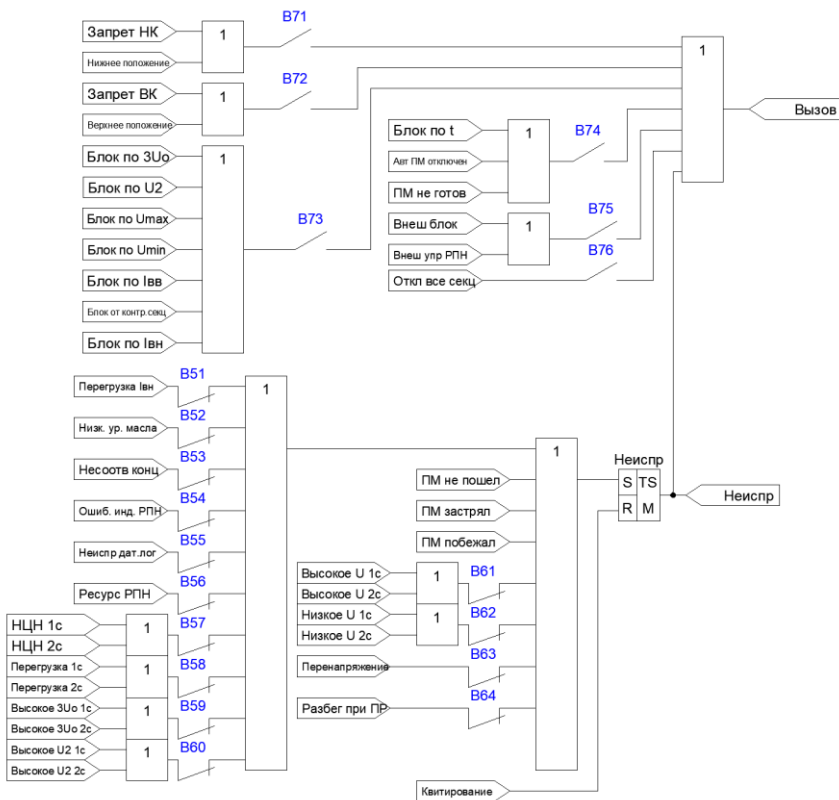


Рисунок 3.10.1 – Функциональная схема формирования сигналов сигнализации

Таблица 3.10.1 – Месторасположение настроек сигнализации

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки	→ Уставки 1 / 2	→ Сигнализация	→

Таблица 3.10.2 – Конфигурационные ключи настроек сигнализации

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
В71 – В76 – Формирование сигнала «Вызов» от сигналов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- нижнего положения РПН;</li> <li>- верхнего положения РПН;</li> <li>- при отклонении параметров секций;</li> <li>- внешней блокировке ПМ;</li> <li>- внешней блокировке АРКТ;</li> <li>- при отключении обеих секций.</li> </ul>	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Вызов
В51 – В64 – Формирование сигнала «Неиспр» от сигналов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- перегрузка Iвн;</li> <li>- низкий уровень масла;</li> <li>- несоответствие концевиков;</li> <li>- ошибка индикации РПН;</li> <li>- неисправность датчика логометра;</li> <li>- ресурс РПН;</li> <li>- НЦН 1с/2с;</li> <li>- перегрузка 1с/2с;</li> <li>- высокое 3Uо 1с/2с;</li> <li>- высокое U2 1с/2с;</li> <li>- высокое U 1с/2с;</li> <li>- низкое U 1с/2с;</li> <li>- перенапряжения;</li> <li>- разбег при ПР.</li> </ul>	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Неиспр

### 3.12 Логика свободно программируемых реле

Выходные реле могут быть настроены несколькими способами:

- с помощью выбранных стандартных шаблонов;
- с помощью ручного программирования.

Для настройки первым способом пользователю доступны стандартные шаблоны из Таблицы 3.12.2.

Для дискретных выходов с нормально разомкнутыми контактами появление какого-либо признака приводит к срабатыванию реле и замыканию его контактов. Для дискретных выходов с нормально замкнутыми контактами появление какого-либо признака приводит к срабатыванию реле и размыканию его контактов.

В режиме ручного программирования устройство позволяет гибко настраивать выходные реле (Рисунок 3.12.1). В зависимости от конфигурации программных ключей выход может работать в импульсном режиме, в режиме без фиксации и с фиксацией. Для этого для каждого реле предусмотрен набор программных ключей и уставок по времени срабатывания (Таблица 3.12.3).

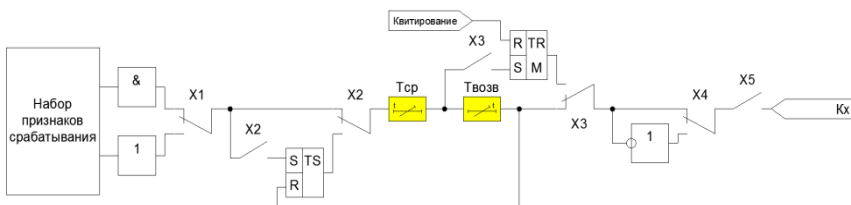


Рисунок 3.12.1 – Функциональная схема логики свободно программируемого реле

Таблица 3.12.1 – Настройки конфигурационных ключей

Способ срабатывания	Положение ключа		
	X2	X3	X5
Без фиксации	ОТКЛ	ОТКЛ	ВКЛ
Импульсный	ВКЛ	ОТКЛ	ВКЛ
С фиксацией	ОТКЛ	ВКЛ	ВКЛ

Таблица 3.12.2 – Стандартные шаблоны для настройки выходных реле

Название шаблона	Набор признаков срабатывания	Режим работы выхода
Прибавить	Команда прибавить	Без фиксации
Убавить	Команда убавить	Без фиксации
Неиспр	Триггер «Неиспр»	Без фиксации
Вызов	Вызов	Без фиксации
ОТКЛ питание ПМ	ОТКЛ пит ПМ	Без фиксации
Перегрузка	Перегрузка 1с    Перегрузка 2с	Без фиксации
Блокировка по Івн	Блок по Івн	Без фиксации
Переключение	Переключение	Без фиксации
Отказ ПМ	Отказ ПМ	Без фиксации
Блокировка по t	Блок по t	Без фиксации
АРКТ блокирован	АРКТ блок	Без фиксации
Неиспр АРКТ	Неиспр АРКТ	Без фиксации
Блок привода	Блок привода	Без фиксации

Таблица 3.12.3 – Настройки выходных реле

Настройка	Возможные значения	Примечание
Тип логической схемы (ключ X1)	«И» / «ИЛИ»	Данная настройка определяет способ срабатывания выходного реле: 1. «И» - реле срабатывает при появлении всех заданных признаков; 2. «ИЛИ» - реле срабатывает при появлении любого из заданных признаков
Тип логической схемы (ключ X2)	ВКЛ / ОТКЛ	Срабатывание выходного реле по фронту
Выход через триггер (ключ X3)	ВКЛ / ОТКЛ	Работа выходного реле через триггер с памятью. Возврат реле будет происходить при квитировании
Инверсия выхода (ключ X4)	ВКЛ / ОТКЛ	Инверсия состояния выходного реле
Ввод/вывод реле (ключ X5)	Введено Выведено	Ввод/вывод реле из действия
Тср	0 – 300с	Задержка на срабатывание выходного реле
Твозв	0 – 300с	Задержка на возврат выходного реле
Определение битов неинверсных	Набор признаков срабатывания	Задание <b>неинверсных</b> признаков (активное состояние признака «1»)
Определение битов инверсных	Набор признаков срабатывания	Задание <b>инверсных</b> признаков. (активное состояние признака «0»)

Для задания определенного режима работы выходного реле необходимо соответствующим образом сконфигурировать ключи (Таблица 3.12.1). Выдержки времени на срабатывание и возврат определяются на усмотрение пользователя.

Таблица 3.12.4 – Месторасположение настроек выходных реле в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Дискретные выходы	→	Состояние	
Дискретные выходы	→	Настройка	
Дискретные выходы	→	Ручное программ-ие	

### 3.13 Группы уставок

Изменение конфигурации сети обычно приводит к изменению ее параметров, которые, в свою очередь, будут определять уставки защиты и автоматики. Для оперативного изменения текущих уставок в таких случаях в устройстве предусмотрена возможность задания двух независимых групп уставок по всем функциям автоматики и диагностике неисправностей.

По умолчанию в устройстве установлена первая группа уставок. Пользователь может перейти на соответствующую группу уставок следующими способами (в зависимости от состояния уставки «Способ выбора гр.уставок»):

- через дискретные входы;
- через команды по ТУ.

Переход осуществляется через выдержку времени, задаваемую пользователем, при этом должны отсутствовать наборы выдержек времени срабатывания любой из функций переключения. Если в момент набора выдержки времени «Тзад гр.уст» происходит запуск процесса переключения, то набранное значение выдержки обнуляется. После завершения процесса переключения происходит повторный набор времени.

Возможные режимы выбора групп уставок приведены в Таблице 3.13.2.

Таблица 3.13.1 – Настройки для задания текущей группы уставок

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
---	Всегда 1 Программно ДВ ТУ ДВ + ТУ	Выведен	Способ выбора групп уставок

Таблица 3.13.2 – Режимы выбора текущей группы уставок

Значение уставки	Сигнал «ТУ»	Сигнал «МУ»	Ethernet	USB	RS485	ДВ
Всегда 1	игнор	игнор	запр	запр	запр	запр
Программно	игнор	игнор	разр	разр	разр	запр
ДВ	игнор	игнор	запр	запр	запр	состояние ДВ «Уставки 2»
ТУ	игнор	игнор	разр	запр	разр	запр
ДВ + ТУ	1	0	разр	запр	разр	запр
	0	1	запр	запр	запр	состояние ДВ «Уставки 2»
	1	1	разр	разр	разр	состояние ДВ «Уставки 2»

Таблица 3.13.3 – Технические параметры задания группы уставок

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Задержка на смену группы уставок, с	0,1 – 5	0,01	2	Тзад гр.уст

Таблица 3.13.4 – Месторасположение настроек для групп уставок

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Присоединение →			

### 3.14 Счетчики

В устройстве предусмотрены следующие счетчики:

- количество механических переключений привода РПН;
- количество переключений привода РПН под нагрузкой;
- количество переключений по каждому номеру отпайки;
- общее время работы объекта;
- общее время работы ЭСТРА-АРКТ.

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

Для очистки счетчиков необходимо иметь соответствующий для этого уровень доступа, который определяется паролем.

### 3.15 Регистратор событий и осциллограф

Устройство записывает осциллограммы всех аналоговых и дискретных сигналов во внутреннюю память. В объем одной осциллограммы входят значения всех аналоговых и дискретных сигналов.

Запуск осциллографа осуществляется при следующих событиях:

- при появлении команды прибавить и убавить (начало переключения);
- при снятии сигнала переключения (завершение переключения);
- при выявлении неисправности в работе ПМ РПН (сигналы отказа ПМ).

Длительность осциллограммы программируемая. Общее время записи состоит из длительности предаварийной и аварийной записей. Для настройки длительности осциллограммы необходимо указать частоту дискретизации (уставка «Шаг ос-

циллографирования»), при этом устройство отобразит длительность предаварийной записи и осциллограммы. Общее количество возможных записанных осциллограмм составляет 100 штук и не меняется в зависимости от шага осциллографирования.

Скачивание осциллограмм производится через ПО по последовательному интерфейсу RS485 или через разъем USB.

Предусмотрена возможность принудительного пуска записи осциллограммы через терминал на ПК. Пользователь может также указать способ записи состояния дискретных входов – физическое состояние или логическое.

Очистка памяти осциллограмм производится пользователем только с высшим уровнем доступа (сервисный пароль).

Таблица 3.15.1 – Настройки осциллографа

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
---	12 – 120	60	Шаг осциллографирования
---	Физ-ое сост. / Лог-ое сост-ие	Физ-ое состояние	Способ осц ДВ

Таблица 3.15.2 – Месторасположение настроек осциллографа

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки	→	Осциллограф	

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

- переключений;
- событий;
- изменения уставок;
- неисправностей.

Для скачивания и анализа всех протоколов необходимо подключение персонального компьютера к устройству через интерфейс USB, Ethernet или RS485.

При заполнении памяти устройство записывает новое событие на место самого старого.

1) Протоколы переключений.

Протокол формируется в момент выдачи команды на переключение РПН или при снятии сигнала переключения.

В протоколе отображаются все текущие параметры сети, состояние всех регистров АРКТ и дискретных входов/выходов с фиксацией даты и времени.

2) Протоколы неисправностей.

Протокол формируется при выявлении отказов в работе ПМ РПН. В протоколе сохраняется аналогичная информация, как и в протоколе переключений.

3) Протоколы событий (штатные действия).

В протоколе отображаются события с фиксацией способа изменения (например, квитирование через ТУ или очистка счетчика моточасов через ПУ), пароля доступа, даты и времени.

4) Протоколы изменения уставок.

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

### **3.16 Часы реального времени и синхронизация**

В устройстве находятся энергонезависимые часы реального времени. Для их питания используется конденсатор большой емкости или ионистор, который заряжается при наличии питания на блоке. Полная зарядка осуществляется за несколько часов. При пропадании оперативного напряжения ход часов сохраняется в течение не менее 300 часов. При работе устройства в отрицательных температурах срок работы часов сокращается.

### **3.17 Функции телеуправления, телеизмерения и телесигнализации**

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

Таблица 3.17.1 – Настройки интерфейса RS485

Название	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
Тип протокола по RS485	Modbus RTU	Modbus RTU	Протокол RS485
Скорость работы RS485	115200 57600 38400 19200 9600 4800	38400	Скорость работы RS485
Адрес в сети RS485	1 – 247	1	Адрес в сети RS485
Количество стоповых битов RS485	0,5 бита 1 бит 1,5 бита 2 бита	1 бит	Кол-во стоп бит RS485
Бит четности RS485	Выкл Четный Нечетный	Выкл	Бит четности RS485

Таблица 3.17.2 – Месторасположение настроек для RS485

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки	→	Сервисные	

Таблица адресов данных для опроса устройств в АСУ ТП приведена в карте памяти, которая предоставляется производителем отдельно по запросу заказчика.

### 3.18 Учет ресурса привода

В устройстве осуществляется контроль ресурса приводного механизма РПН. Контролируется механический ресурс по общему количеству коммутаций, общий коммутационный ресурс под нагрузкой и механический ресурс по каждой отпайке (Рисунок 3.18.1).

Увеличение счетчика общего механического коммутационного ресурса осуществляется при каждом переключении РПН. Увеличение счетчика механического ресурса каждой отпайки производится при переключении на данную отпайку РПН.

Коммутация под нагрузкой приводит к увеличению счетчика коммутационного ресурса, если при этом контролируемый ток ввода превышает уставку «**Иср нагр 1с/2с**».

По каждому счетчику предусмотрена отдельная уставка по допустимому количеству переключений. При превышении любым счётчиком соответствующей уставки формируется сигнал неисправности «**Ресурс РПН**».

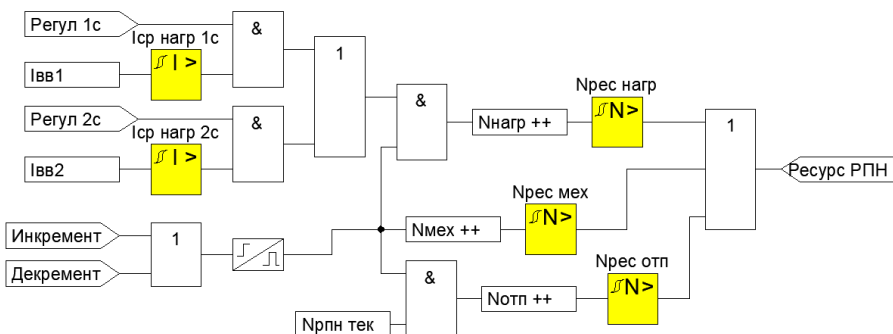


Рисунок 3.18.1 – Функциональная схема учета ресурса привода РПН

Таблица 3.18.1 – Настройки счетчика ресурса привода РПН

Наименование параметра	Диапазон значений	Дискретность задания	Заводское значение	Обозначение в меню
Ток переключения РПН под нагрузкой, А	0,20 – 20,00	0,01	5	Иср нагр 1с/2с
Общий механический ресурс привода, тыс	50 – 999	1	200	Нрес мех
Ресурс привода РПН под нагрузкой, тыс	10 – 999	1	50	Нрес нагр
Механический ресурс отпайки, тыс	50 – 999	1	999	Нрес отп

Таблица 3.18.2 - Месторасположение настроек счетчика ресурса привода РПН

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки	→	Учета ресурса привода	

### 3.19 Функции доступа и самодиагностики

#### 1) Уровни доступа.

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

Первый уровень доступа активируется шестью паролями, второй – пятью, третий - только сервисным паролем. Задание и изменение паролей для активации УД1 и УД2 осуществляется только на третьем уровне доступа.

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

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

Если настройка производится через ПО «UPROG», то пароль необходимо ввести один раз, предварительно нажав клавишу «Установить доступ» в верхнем рабочем поле окна. Устройство автоматически запрещает доступ после двадцати минут простоя.

Возможности оператора с первым уровнем доступа:

- задание и изменение уставок;
- очистка протоколов;
- установка и изменение даты и времени;
- управление выключателем с ПУ.

Возможности оператора со вторым уровнем доступа:

- возможности УД1;
- изменение сервисных настроек;
- изменение настроек осциллографа;
- изменение параметров присоединения;
- изменение настроек дискретных входов и выходов;
- изменение настроек управления выключателем.

На третьем уровне доступа возможно изменение абсолютно всех параметров и настроек устройства.

**Заводские пароли по умолчанию:**

- УД1 – «0001»;
- УД2 – «0002»;
- УД3 (сервисный пароль доступа) – «1234».

Таблица 3.19.1 - Месторасположение настроек паролей доступа

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки	→	Пароли доступа	

2) Функция самодиагностики.

В процессе работы устройство постоянно выполняет внутреннюю самодиагностику с целью выявления ошибок в аппаратной или программной части. В зависимости от внутренней неисправности могут блокироваться алгоритмы устройства и выходные реле.

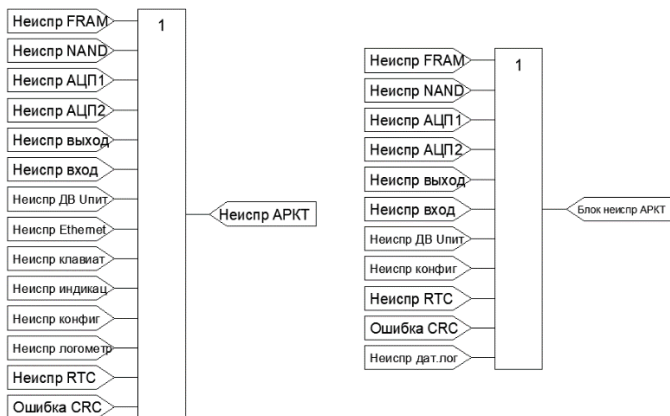


Рисунок 3.19.1 – Функциональная схема сигналов самодиагностики устройства

Внутренняя ошибка отображается в статусе блока, просмотр которого осуществляется в разделе «Самодиагностика» ПУ или во вкладке «Аппаратное состояние» ПО «UPROG».

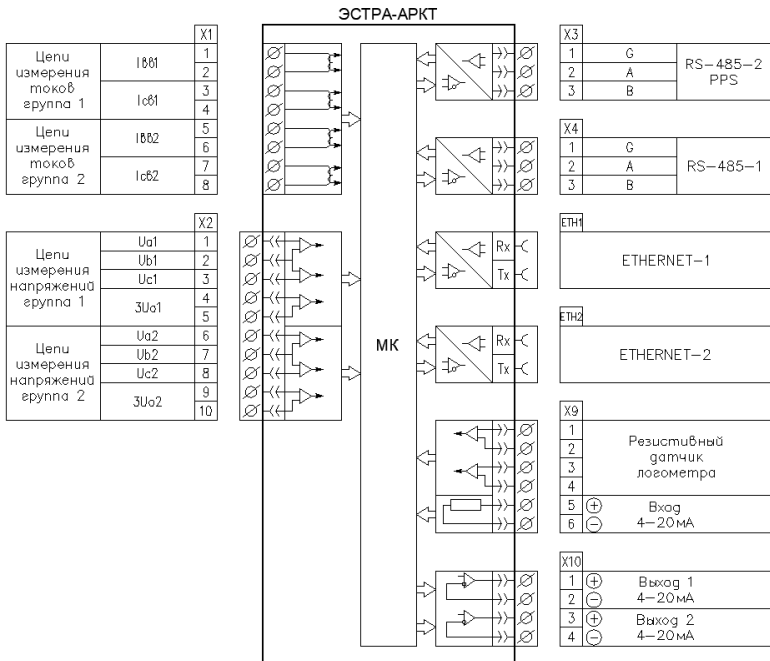
Кроме внутренних ошибок в статусе ЭСТРА-АРКТ отображаются информационные биты данных, то есть несущие только информационную нагрузку.

Таблица 3.19.2 - Статусные биты блока ЭСТРА-АРКТ

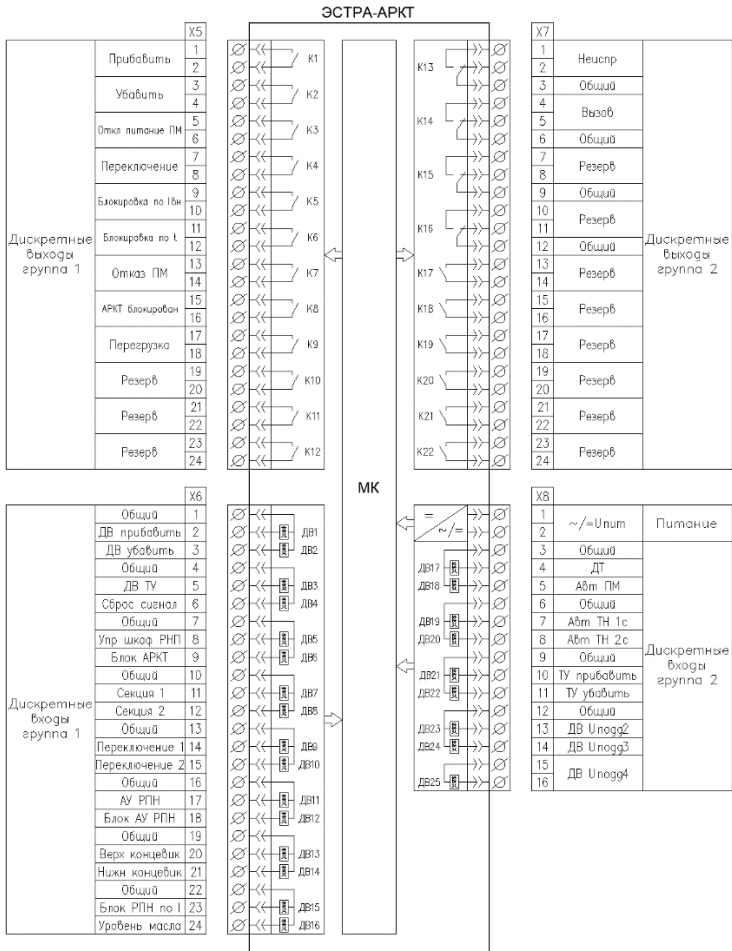
№	Наименование	Расшифровка	Последствия	Порядок действий при появлении
1	Ошибка даты / времени	Ошибка формата даты и времени	Неверная дата/время. Фиксация всех событий с ошибочной датой и временем	Задать дату и время
2	Ионистор разряжен	Внутренний источник, необходимый для работы часов, разряжен	При снятии питания время и дата сбрасываются	Выдать на устройство питание и дождаться заряда источника
3	Неисправность CRC блока «Уставок»	Ошибка контрольной суммы блоков уставок	Возможна некорректная работа защит	Проверить уставки защит и перезадать их в случае необходимости
4	Неисправность FRAM	Неисправность микросхемы памяти	Отказ устройства	Сообщить производителю для замены или ремонта устройства
5	Неисправность NAND	Неисправность микросхемы памяти	Невозможно скачивание и запись осциллограмм и протоколов	
6	Неисправность клавиатуры	Неисправность модуля клавиатуры	Кнопки на клавиатуре управления могут не работать	
7	Неисправность ЦН	Неисправность каналов измерения цепей напряжения	Блокировка функций по напряжению и автоматике	
8	Неисправность АЦП1, АЦП2	Неисправность каналов измерения устройства	Неисправность каналов измерения, возможна некорректная работа защит и автоматики	
9	Неисправность выходов	Неисправность каналов управления выходными реле	Выходные реле могут не работать	
10	Неисправность входов	Неисправность каналов дискретных входов	Замораживание состояния дискретных входов	
11	Неисправность ДВ Упит	Неисправность входа контроля напряжения питания	Ошибки в записи информации при снятии питания с блока	
12	Неисправность Ethernet	Неисправность канала передачи данных	Отсутствие подключения по Ethernet	
13	Неисправность индикации	Неисправность в работе индикатора или светодиодов	Некорректное отображение информации	

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Внешние цепи ЭСТРА-АРКТ (аналоговые входы, интерфейсы связи)



**Внешние цепи ЭСТРА-АРКТ (дискретные входы/выходы, питание)**



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Список внутренних сигналов, назначаемых на дискретные входы

Наименование сигнала	Наименование сигнала
Уподд2	Верх концевик
Уподд3	Нижн концевик
Уподд4	Сред концевик
ДВ ТУ	Переключение 1
АУ РПН	Переключение 2
Блок АУ РПН	
Секция 1	
Секция 2	
ДВ прибавить	
ДВ убавить	
ТУ прибавить	
ТУ убавить	
Сброс сигнал	
Уставки 2	
ПР прибавить	
ПР убавить	
Блок РПН по I	VCD1
ДТ	VCD2
Блок АРКТ	VCD4
Авт ПМ	VCD8
Уровень масла	VCD10
Готовность ПМ	VCD20
Упр. шкаф РПН	VCD40
Авт ТН 1с	
Авт ТН 2с	
Ввод ПР РПН	