РЗА СИСТЕМЗ

_____
(код продукции)

МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ РС830-ДЗ (v3)

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЕАБР.656122.018 РЭ

(РЕДАКЦИЯ 3.0)

2019

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ВНИМАНИЕ!

1. Надежность работы и срок службы устройства зависит от правильной его эксплуатации, поэтому перед монтажом и включением необходимо внимательно ознакомиться с настоящим документом.

2. Перед включением оперативного тока устройство необходимо заземлить.

3. При проверке сопротивления изоляции мегомметром заземление необходимо отключить.

4. В меню устройства для конфигурирования доступны 33 дискретных входа *DI*. По факту, в устройстве количество дискретных входов соответствует коду заказа (Приложение В). В меню устройства для конфигурирования доступны 30 выходов *KL*. По факту, в устройстве количество выходов *KL* соответствует коду заказа. Для использования логических выходов виртуальных реле доступны 30 выходов *KL* независимо от кода заказа.

5. В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию конструкции и технологии изготовления возможны некоторые расхождения между описанием и поставленным изделием, не влияющие на параметры изделия, условия его монтажа и эксплуатации.

Оглавление

Стр.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА УСТРОЙСТВА 8

1.1 Назначение устройства 8

1.2 Технические характеристики устройства 10

1.2.1 Параметры надежности 10

1.2.2 Условия эксплуатации 10

1.2.3 Оперативное питание 11

1.2.4 Измерительные цепи тока и напряжения 12

1.2.5 Дискретные входы 14

1.2.6 Выходные реле 15

1.2.7 Уставки защит 16

1.2.8 Линии связи и последовательные интерфейсы (USB, RS-485, Ethernet) 19

1.2.8.1 Интерфейс *USB* 19

1.2.8.2 Интерфейс *RS-485* 20

1.2.8.3 Интерфейс *Ethernet* 26

1.2.8.3.2.1 Общие сведения 31

1.2.9 Изоляционные свойства 40

1.2.10 Электромагнитная совместимость 41

1.3 Состав устройства 42

1.3.1 Описание и работа составных частей устройства 45

1.3.1.1 Модуль *PW* 45

1.3.1.2 Модуль *DI* 46

1.3.1.3 Модуль *RL* 48

1.3.1.4 Модуль *AI-DZ-3* 50

1.3.1.5 Модуль *COM* 51

1.4 Устройство и работа 53

1.4.1 Реализация основных функций 53

1.4.1.1 Основная защита 53

1.4.1.2 Защита от замыкания на землю (ЗНЗ) 85

1.4.1.3 Защита по току обратной последовательности (ОБР) 110

1.4.1.4 Функция защиты по напряжению (ЗН) 114

1.4.1.5 Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ) 118

1.4.1.6 Функция автоматики управления выключателем (АУВ) 121

1.4.1.7 Функция автоматики контроля синхронизма (КС) 126

1.4.1.8 Функция АЧР/ЧАПВ 130

1.4.1.9 Автоматическое повторное включение (АПВ) 136

1.4.1.10 Функция определения места повреждения линии электропередач (ОМП) 143

1.4.1.11 Защита от обрывов цепей напряжения (БНН) 145

1.4.1.12 Функция определения неисправности цепей электромагнита включения и отключения (НЦЭВО) 150

1.4.1.13 Функция блокировки при качаниях (БК) 151

1.4.1.14 Вольт-метровая блокировка (ВМБ) 155

1.4.1.15 Блокировка по уровню гармоник (БГ) 156

1.4.2 Дополнительные функции (Дф) 157

1.4.3 Синхронизация часов 159

1.4.4 Осциллографирование 163

1.4.5 Функция квитирования 164

1.4.6 Непрерывный контроль исправности терминала 165

1.4.7 Работа дискретных входов 165

1.4.8 Работа выходных реле 166

1.4.9 Работа светодиодной индикации 173

1.4.10 Журнал аварий 176

1.4.11 Журнал событий ... *177*
1.5 Программное обеспечение (ПО) ... 180
1.6 Внешние подключения устройства ... 180
1.7 Средства измерения, инструменты ... 181
1.8 Маркировка и пломбирование ... 181
1.9 Упаковка ... 182

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ... 183

2.1 Эксплуатационные ограничения ... 183
2.2 Подготовка устройства к использованию ... 183
2.2.1 Меры безопасности ... *183*
2.2.2 Порядок установки и подключения устройства ... *184*
2.2.2.1 Общие требования ... 184
2.3 Использование устройства ... 185

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ... 188

3.1 Общие указания ... 188
3.2 Меры безопасности ... 188
3.3 Порядок технического обслуживания ... 188
3.4 Рекомендации по выполнению проверок при первом включении ... 189
3.4.1 Проверка работоспособности изделия ... *189*
3.4.1.1 Внешний осмотр ... 189
3.4.1.2 Проверка электрического сопротивления изоляции ... 190
3.4.1.3 Проверка светодиодов ... 190
3.4.1.4 Проверка цифрового индикатора ... 190
3.4.1.5 Проверка кнопок управления ... 190
3.4.1.6 Проверка дискретных входов ... 190
3.4.1.7 Проверка релейных выходов ... 191
3.4.1.8 Проверка аналоговых входов ... 191

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ... 192

5 ХРАНЕНИЕ ... 193

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ... 194

7 УТИЛИЗАЦИЯ ... 195

ПРИЛОЖЕНИЕ А ... 196

ПРИЛОЖЕНИЕ Б ... 200

ПРИЛОЖЕНИЕ В ... 203

ПРИЛОЖЕНИЕ Г ... 204

ПРИЛОЖЕНИЕ Д ... 215

ПРИЛОЖЕНИЕ Е ... 218

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с возможностями, принципами работы, конструкцией, правилами эксплуатации, хранения, транспортирования и утилизации микропроцессорного устройства релейной защиты и автоматики РС830-ДЗ.

При эксплуатации устройства, кроме требований данного руководства по эксплуатации, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые действующими инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики. К эксплуатации микропроцессорного устройства защиты РС830-ДЗ допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок. Перед установкой устройства рекомендуется произвести проверку его технических характеристик в лабораторных условиях.

Микропроцессорное устройство защиты РС830-ДЗ должно устанавливаться на заземленных металлических панелях шкафов или щитов. При этом винт заземления устройства должен быть соединен с контуром заземления объекта медным проводом сечением не менее 2,5 мм^2.

Перечень используемых сокращений

АВР – автоматический ввод резерва;

АПВ – автоматическое повторное включение;

АЧР – автоматическая частотная разгрузка;

БНТ – блокировка от броска намагничивающего тока;

БК – блокировка при качаниях;

ВВ – высоковольтный выключатель;

ДЗ – дистанционная защита;

Дф – дополнительные функции;

ЖА – журнал аварий;

ЖС – журнал событий;

ЗМН – защита минимального напряжения;

ЗПН – защита от повышения напряжения;

ЗН – защита по напряжению;

ЗНЗ – защита от замыканий на землю;

БНН – защита от обрыва цепей напряжения (аналог КРБ-12);

КЗ – короткое замыкание;

КРУ – комплектное распределительное устройство;

КРУН – комплектное распределительное устройство наружной установки;

КСО – камеры с односторонним обслуживанием;

МТЗ – максимально-токовая защита;

НЦЭВО – неисправность цепей электромагнитов включения отключения;

ОБР – защита по току обратной последовательности;

ОЗ – основная защита;

ОМП – определения места повреждения;

ОНМ – орган направления мощности;

ОРУ – открытые распределительные устройства;

ПО – программное обеспечение;

РПВ – реле положения ВВ включено;

РПО – реле положения ВВ отключено;

УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя;

ЧАПВ – частотное АПВ;

$U_{н}$ – номинальное значение напряжения;

$I_{н}$ – номинальное значение тока;

$3I_{0р}$ – расчетное значение тока нулевой последовательности;

$3I_{0и}$ – измеренное значение тока нулевой последовательности;

$3U_{0}$ – измеренное значение напряжения нулевой последовательности;

$U_{ни}$ – напряжение фазы *A* с разомкнутого треугольника дополнительной вторичной обмотки ТН;

DI – дискретные входы;

KL – выходные реле;

VD – светодиоды индикации;

$T_{з}$ – время задержки срабатывания;

$T_{зау}$ – время срабатывания ОЗ с автоматическим ускорением;

$T_{зоу}$ – время срабатывания ОЗ с оперативным ускорением;

$Ф_{мч}$ – угол максимальной чувствительности;

$Ф_{н}$ – угол нагрузки;

$Ф_{шз}$ – угол ширины зоны срабатывания;

$Z_{н}$ – сопротивление нагрузки;

$Z_{у}$ – сопротивление уставки;

$Z_{хар-ки}$ – значение сопротивления на границе характеристики для текущего угла рассчитанного сопротивления;

A0 – тип КЗ по фазе *A*;

B0 – тип КЗ по фазе *B*;

C0 – тип КЗ по фазе *C*;

AB – тип КЗ по фазам *AB*;

BC – тип КЗ по фазам *BC*;

CA – тип КЗ по фазам *CA*;

ABC – тип КЗ по фазам *ABC*;

1 Описание и работа устройства

1.1 Назначение устройства

Устройство РС830-ДЗ (далее – устройство) предназначено для использования в схемах релейной защиты и противоаварийной автоматики, дистанционной защиты линий напряжением 110…150 кВ.

Устройство может устанавливаться в релейных отсеках КРУ, КРУН и КСО, на панелях и в шкафах в релейных залах и на пультах управления, а также в релейных шкафах наружной установки на ОРУ.

Устройство может применяться как самостоятельное устройство, так и совместно с другими устройствами РЗА.

РС830-ДЗ – многофункциональное цифровое устройство, собранное на современной элементной базе с применением *SMD* монтажа, объединяющее различные функции защиты, контроля, управления и сигнализации.

Общий вид устройства представлен на (Рисунок 1).

В устройстве реализованы следующие функции:

- восемь ступеней основной защиты (ОЗ);
- восемь ступеней защиты от замыканий на землю (ЗНЗ);
- две ступени защиты по току обратной последовательности (ОБР);
- две ступени защиты по напряжению (ЗН);
- восемь ступеней дополнительной функции (Дф);
- две ступени двукратного АПВ;
- две ступени ЧАПВ;
- две ступени АЧР;
- две ступени УРОВ;
- одна ступень защиты от обрыва цепей напряжения (БНН) – аналог КРБ-12;
- блокировка при качаниях;
- встроенный осциллограф, обеспечивающий записи осциллограмм первичных значений общей длительностью до 48 секунд, входных аналоговых сигналов, положения дискретных входов, выходных реле и логических сигналов

защит. Все параметры настроек осциллографа задаются в меню, а также по каналам связи;

- журнал аварий (ЖА) на 254 события;
- журнал событий (ЖС) на 254 события.

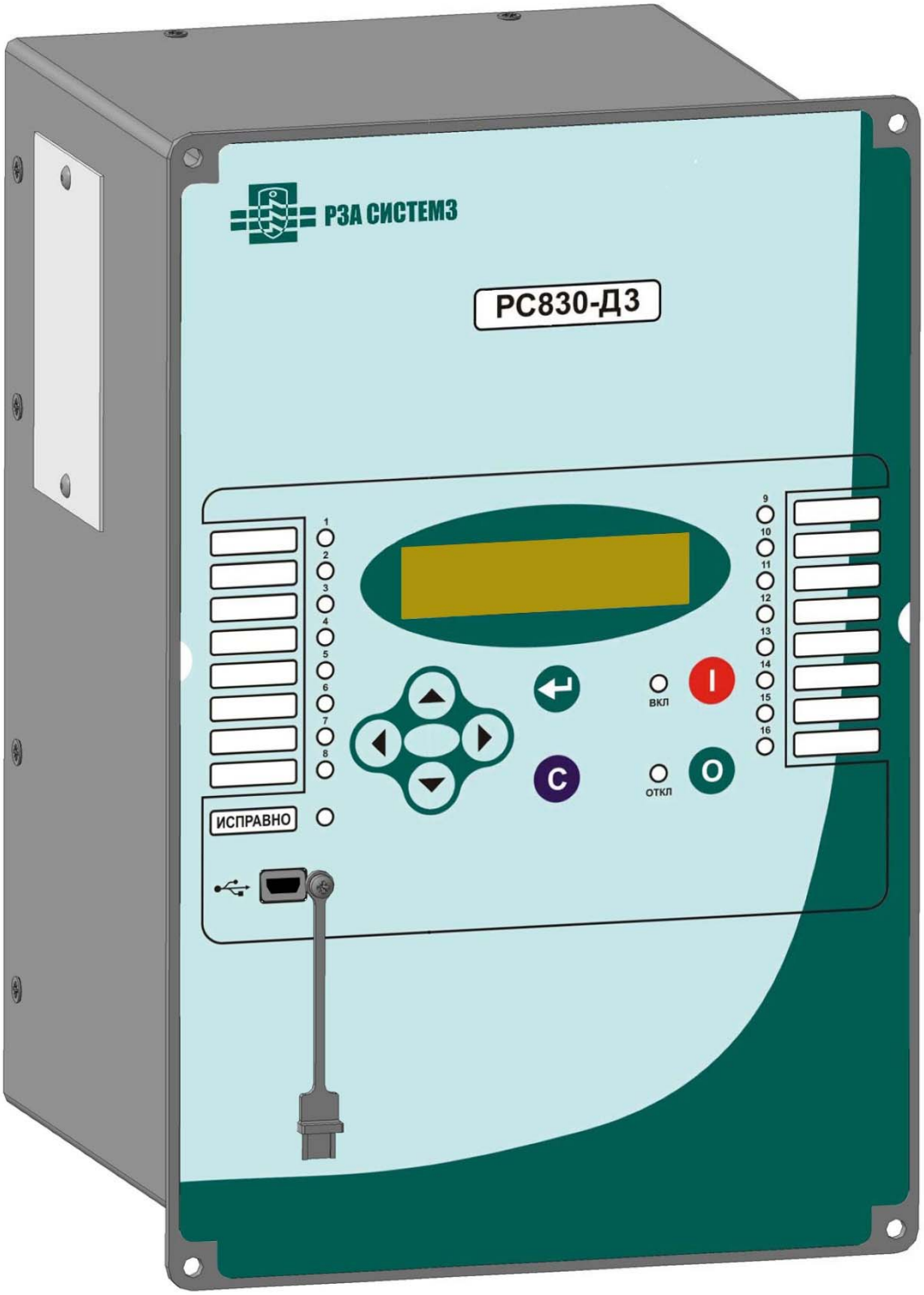


Рисунок 1 – Общий вид устройства РС830-ДЗ (со стороны лицевой панели)

1.2 Технические характеристики устройства

1.2.1 Параметры надежности

Полный средний срок службы – не менее 25 лет.

Средняя наработка на отказ – не менее 100 000 ч. *

1.2.2 Условия эксплуатации

- Рабочая температура – от минус 40 до +70 ºС.
- Относительная влажность – не более 98 % при 25 ºС.
- Климатическое исполнение – УХЛ3.1 по ГОСТ 15150.

• Высота над уровнем моря не более 2000 м (атмосферное давление – от 550 до 800 мм рт. ст.), при использовании на большей высоте необходимо использовать поправочный коэффициент относительной электрической прочности воздушных промежутков, учитывающий снижение изоляции, согласно ГОСТ 15150.

• Окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы.

• Место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

• Вибрационные нагрузки - с максимальным ускорением до *0,5g* в диапазоне частот 0,5…100 Гц.

• Многократные ударные нагрузки продолжительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением *3g*.

- Степень защиты оболочки:
  - по лицевой панели – *IP54*;
  - по корпусу, кроме внешних соединителей и зажимов – *IP40*;
  - по зажимам токовых цепей – *IP00*;
  - по соединителям остальных цепей – *IP20*.

Примечание – при условии своевременного проведения регламентных работ по техническому обслуживанию

1.2.3 Оперативное питание

Питание устройства может осуществляться от источника постоянного или переменного тока с действующим значением напряжения 80…264 В, что обеспечивает работу в системах с номинальным напряжением 110 В ±10 % и 220 В ±10 %. Устройство устойчиво к кратковременному повышению напряжения (на время не более 5 минут):

- до 420 В действующего значения переменного напряжения;
- до 360 В действующего значения выпрямленного переменного или постоянного напряжения.

При этом максимальное напряжение дискретных входов 264 В – для номинального напряжения 220 В и 132 В – для номинального напряжения 110 В.

Время готовности устройства к работе после подачи напряжения оперативного питания – не более 1 с. Устройство сохраняет работоспособность при кратковременных перерывах питания длительностью до 0,5 с при условии, если включено не более четырех выходных реле (отключение основное, отключение резервное или УРОВ, сигнализация работы защит и контроль исправности устройства).

Устройство не срабатывает ложно и не повреждается:

– при снятии и подаче оперативного тока, а также при перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением;

– при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности;

– при замыкании на землю цепей оперативного тока.

Устройство обеспечивает хранение параметров настройки и конфигурации защит и автоматики (уставок) в течение всего срока службы вне зависимости от наличия напряжения питания.

Для обеспечения хода часов и хранения в памяти зафиксированных данных (параметры срабатываний) при пропадании оперативного питания используется сменный элемент питания − батарейка типа *ER10450 (3,6 V, 800 mAh*). Новая батарейка в устройстве без оперативного питания обеспечивает хранение

информации в среднем в течение 5 лет. Расчетный срок службы батарейки при условии присутствия на реле напряжения в течение 90 % времени – 10 лет.

При питании по цепям напряжения потребляемая устройством мощность без срабатывания выходных реле не превышает 10 Вт, на каждое сработавшее выходное реле дополнительно потребляется 0,25 Вт.

Термическая устойчивость токовых цепей устройства составляет 400 А в течение 1 с, или 10 А − длительно.

1.2.4 Измерительные цепи тока и напряжения

Параметры измерительных цепей тока и цепей напряжения приведены ниже во вторичных единицах. Задание уставок по сопротивлению, току и напряжению выполняется во вторичных единицах. Отображение измеряемых значений токов и напряжений на индикаторе устройства в исходном состоянии и в программах осуществляется во вторичных или в первичных единицах (вариант отображения величин задается из меню) с учетом введенных значений коэффициентов трансформации трансформаторов тока и напряжения.

Параметры измерительных входов по току представлены в (Таблица 1).

Таблица 1 – Параметры измерительных входов по току

Наименование параметра		Значение
Токи фаз *A, B, C*	Номинальное значение	5 А
	Диапазон измерений	0,1…125 А
	Относительная погрешность в диапазоне: (0,1…0,3) А (0,3…1,3) А (1,3…125) А	 ±15 % ±5 % ±2 %
Ток $3I_0$	Номинальное значение	1 А
	Диапазон измерений	0,004…5,0 А
	Относительная погрешность по амплитуде в диапазоне: (0,004…0,2) А (0,2…5,0) А	 ±15 % ±3 %

	Абсолютная погрешность по углу в диапазоне: (0,004…0,2) А (0,2…5,0) А	 ±8 ° ±3 °
Термическая устойчивость цепей тока		$80I_н$ в теч. 1 с; $2I_н$ - длительно
Потребляемая мощность при номинальном токе		не более 0,3 ВА/фазу
Номинальная частота		50 Гц

Параметры измерительных входов по напряжению представлены в (Таблица 2).

Таблица 2 – Параметры измерительных входов по напряжению

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений напряжения U_a, U_b, U_c и U_{cx}	1,0…120 В
Относительная погрешность U_a, U_b, U_cи U_{cx} в диапазоне: 1,0…5,0 В 5,0…25 В 25…120 В	 ±10 % ±5 % ±2 %
Относительная погрешность $3U_0$ и $U_{ни}$ в диапазоне: 1,0…5,0 В 5,0…25 В 25…120 В	 ±10 % ±5 % ±2 %
Термическая устойчивость цепей напряжения	$2U_н$ в течение 2 с; $1{,}5U_н$ − длительно
Потребляемая мощность измерительных цепей	не более 0,3 ВА/фазу
Номинальная частота	50 Гц
Дополнительная погрешность при отклонении значения частоты аналоговых величин в диапазоне ± 10 % от номинального значения на каждый 1 % отклонения	не более 0,5 %

1.2.5 Дискретные входы

В устройстве дискретные входы расположены в модулях *DI*. В каждом модуле *DI* имеется по 11 дискретных входов. В каждом устройстве могут быть установлены один, два, три или четыре модуля *DI* (в зависимости от исполнения).

Основные параметры дискретных входов представлены в (Таблица 3).

Таблица 3 − Параметры дискретных входов

Наименование параметра	Значение
Количество дискретных входов	11/22/33/(44)
Тип дискретных входов	Опто-развязка
Время демпфирования (назначается для каждого входа отдельно)	0…250 мс, с шагом 1 мс
Собственное время срабатывания	не более 35 мс
Пороговые уровни напряжения переключения дискретных входов переменное напряжение, постоянное напряжение,	 «1» - выше $0{,}6U_{н}$/ «0» − ниже $0{,}55U_{н}$; «1» - выше $0{,}7U_{н}$/ «0» − ниже $0{,}65U_{н}$
Максимально допустимое напряжение	$1{,}2U_{н}$
Величина импульса тока при включении	20 мА
Потребляемая мощность	1,5 Вт на вход

1.2.6 Выходные реле

В устройстве выходные реле установлены в модулях *RL*. В каждом модуле установлено по 10 выходных реле. В каждом устройстве может быть установлено от одного до четырех модулей *RL* (в зависимости от исполнения).

Основные параметры выходных реле представлены в (Таблица 4).

Таблица 4 – Параметры выходных реле

Наименование	Параметр
Количество выходных реле	10/20/30/(40)
Максимальный коммутируемый (пиковый) ток	15 А
Максимальное напряжение на контактах: переменное постоянное	 400 В 250 В
Долговременная токовая нагрузка контакта	8 А
Максимальная способность коммутации резистивной нагрузки по переменному току по постоянному току	 8 А/250 В 8 А/48 В; 1 А/50 В; 0,4 А/250 В
Электрический ресурс при номинальной нагрузке *AC1*, не менее	10^5
Механический ресурс, не менее	2×10^7
Тип контакта *KL1…KL8, KL11…KL18, KL21…KL28, KL31…KL38*	1 нормально открытый контакт
Тип контакта *KL9…KL10, KL19…KL20, KL29…KL30, KL39…KL40*	1 переключающий контакт
Тип контакта *WD* (реле исправности)	1 нормально закрытый контакт

1.2.7 Уставки защит

В устройстве предусмотрено шесть групп уставок для защит ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, ЗН 1, ЗН 2, Дф 1…Дф 8, АПВ 1, АПВ 2, АЧР/ЧАПВ 1, АЧР/ЧАПВ 2, УРОВ 1, УРОВ 2.

Группы уставок могут переключаться из меню или по дискретным входам.

Если в меню выбрана 1-я (или 2…16), то устройство работает по выбранной группе уставок. Если в меню на группу уставок назначено «по *DI*», то устройство определяет группу уставок по состоянию входов, назначенных на входы «Вход *A*», «Вход *B*», «Вход *C*», «Вход *D*».

В (Таблица 5) представлены возможные комбинации группы уставок.

Таблица 5 – Возможные комбинации группы уставок

Вход *A*	Вход *B*	Вход *C*	Вход *D*	Примечания
DI1…DI44	Откл.	Откл.	Откл.	Работают только две группы уставок 1-я и 2-я.
DI1…DI44	*DI1…DI44*	Откл.	Откл.	Работают 4 группы уставок: 1-я…4-я.
DI1…DI44	*DI1…DI44*	*DI1…DI44*	Откл.	Работают 8 групп уставок: 1-я…8-я.
DI1…DI44	*DI1…DI44*	*DI1…DI44*	*DI1…DI44*	Работают все 16 групп уставок

В (Таблица 6) представлены возможные комбинация состояния входов при работе по двум группам уставок.

Таблица 6 – Комбинация состояния входов при работе по двум группам уставок

Состояние Входа «*A*»	Группа уставок
0	первая
1	вторая

В (Таблица 7) представлены возможные комбинация состояния входов при работе по четырем группам уставок.

Таблица 7 – Комбинация состояния входов при работе по четырем группам уставок

Состояние Входа «*A*»	Состояние Входа «*B*»	Группа уставок
0	0	первая
0	1	вторая
1	0	третья
1	1	четвертая

В (Таблица 8) представлены возможные комбинация состояния входов при работе по восьми группам уставок.

Таблица 8 – Комбинация состояния входов при работе по восьми группам уставок

Состояние Входа «*A*»	Состояние Входа «*B*»	Состояние Входа «*C*»	Группа уставок
0	0	0	первая
0	0	1	вторая
0	1	0	третья
0	1	1	четвертая
1	0	0	пятая
1	0	1	шестая
1	1	0	седьмая
1	1	1	восьмая

В (Таблица 9) представлены возможные комбинация состояния входов при работе по шестнадцати группам уставок.

Таблица 9 – Комбинация состояния входов при работе по шестнадцати группам уставок

Состояние Входа «*A*»	Состояние Входа «*B*»	Состояние Входа «*C*»	Состояние Входа «*D*»	Группа уставок
0	0	0	0	первая
0	0	0	1	вторая
0	0	1	0	третья
0	0	1	1	четвертая
0	1	0	0	пятая
0	1	0	1	шестая
0	1	1	0	седьмая
0	1	1	1	восьмая
1	0	0	0	девятая
1	0	0	1	десятая

Продолжение таблицы 9

1	0	1	0	одиннадцатая
1	0	1	1	двенадцатая
1	1	0	0	тринадцатая
1	1	0	1	четырнадцатая
1	1	1	0	пятнадцатая
1	1	1	1	шестнадцатая

В (Таблица 10) представлена конфигурация группы уставок.

Таблица 10 – Конфигурация группы уставок

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Выбор текущей группы уставок	1-я … 16-я, по *DI*	765
Назначение *DI* на вход «*A*»	*DI1 ...DI44*	766
Назначение *DI* на вход «*B*»	Откл., *DI1 ...DI44*	767
Назначение *DI* на вход «*C*»	Откл., *DI1 ...DI44*	768
Назначение *DI* на вход «D»	Откл., *DI1 ...DI44*	769

Внешний вид окна настроек УРОВ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 2).

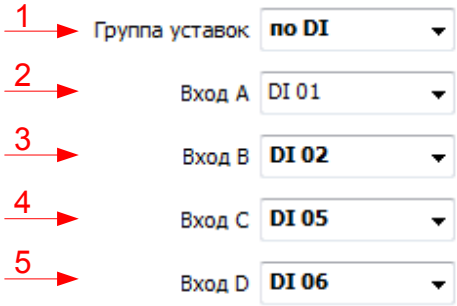


Рисунок 2 – Окно группы уставок в программе *«BURZA»*

1 – выбор текущей группы уставок;

2 – назначение *DI* на вход «*A*»;

3 – назначение *DI* на вход «*B*»;

4 – назначение *DI* на вход «*C*»;

5 – назначение *DI* на вход «*D*».

1.2.8 Линии связи и последовательные интерфейсы (*USB, RS-485, Ethernet*)

Устройство имеет два или шесть (в зависимости от исполнения) независимых канала линии связи (интерфейсы) с компьютером:

– *USB* на передней панели устройства;

– Три порта *RS-485* на задней стороне устройства;

– Два порта *Ethernet* на задней стороне устройства.

Все интерфейсы связи позволяют выполнять все доступные операции по линии связи, могут работать одновременно, в том числе на разных скоростях передачи.

В устройстве реализовано набор протоколов: *Modbus-RTU, МЭК60870-5-103*, *МЭК60870-5-104*, *МЭК61850-8-1*.

Протокол *Modbus-RTU* доступен по интерфейсу USB и всем трем интерфейсам *RS-485*.

Протокол *МЭК60870-5-103* доступен только по двум интерфейсам RS-485: «*2 RS-485 порт*» и «*3 RS-485 порт*» (на модуле COM-30).

Протоколы *МЭК60870-5-104* и *МЭК61850-8-1* доступны по двум интерфейсам *Ethernet*.

1.2.8.1 Интерфейс *USB*

Интерфейс *USB* доступен через разъем *miniUSB* на передней панели устройства. Интерфейс *USB* предназначен для проведения пусконаладочных работ и позволяет подключается по топологии «точка-точка» к аппаратуре верхнего уровня (компьютер или конвертор) через стандартный кабель, входящий в комплект поставки устройства. При работе по *USB* устройство всегда работает с первым адресом и на скорости 19200 бод.

Интерфейс связи *USB* поддерживает протокол передачи данных *Modbus-RTU*.

Таблица 11 – Параметры интерфейса *USB*

Наименование	Параметры *USB*
Тип	Порт на лицевой панели реле, стандартный кабель
	Изолированная, полудуплекс
Протокол	*Modbus-RTU*
Скорость передачи	19 200 бод
Адрес в сети	1
Бит четности	*parity none* (нет)
Стоп бит	1 бит

1.2.8.2 Интерфейс *RS-485*

Интерфейс *RS-485* предназначен для организации локальной информационной сети и допускает включение в одну сеть до 32 устройств. Рекомендуемая схема организации локальной сети приведена на (Рисунок 3). Монтаж сети должен выполняться экранированной витой парой с подключением экрана к точке «*C*» интерфейса и его заземлением в одной точке (обычно на последнем устройстве сети). Линия связи информационной сети должна иметь согласующие резисторы 120 Ом (1 Вт) в ее начале и конце. Такой резистор в начале линии, как показано на схеме, устанавливается в непосредственной близости аппаратуры верхнего уровня (только если он отсутствует в составе используемой аппаратуры). В конце линии (на последнем устройстве РС830) для подключения резистора достаточно выполнить перемычку между цепями *R* и *A* устройства (выводы 1 и 2 блока *PW*) – необходимый резистор имеется внутри устройства.

Устройство имеет до трех портов с интерфейсом *RS-485*:

– *«1 RS-485 порт» (модуль PW);*
– *«2 RS-485 порт» и «3 RS-485 порт» (модуль COM-30).*

Параметры сети при работе по *«1 RS485 порт»* настраиваются из меню.

Параметры сети при работе по *«2 RS485 порт» или «3 RS-485 порт»* настраиваются через *USB*, *«1 RS-485 порт», «2 RS-485 порт» или «3 RS-485 порт»* по протоколу *Modbus-RTU*.

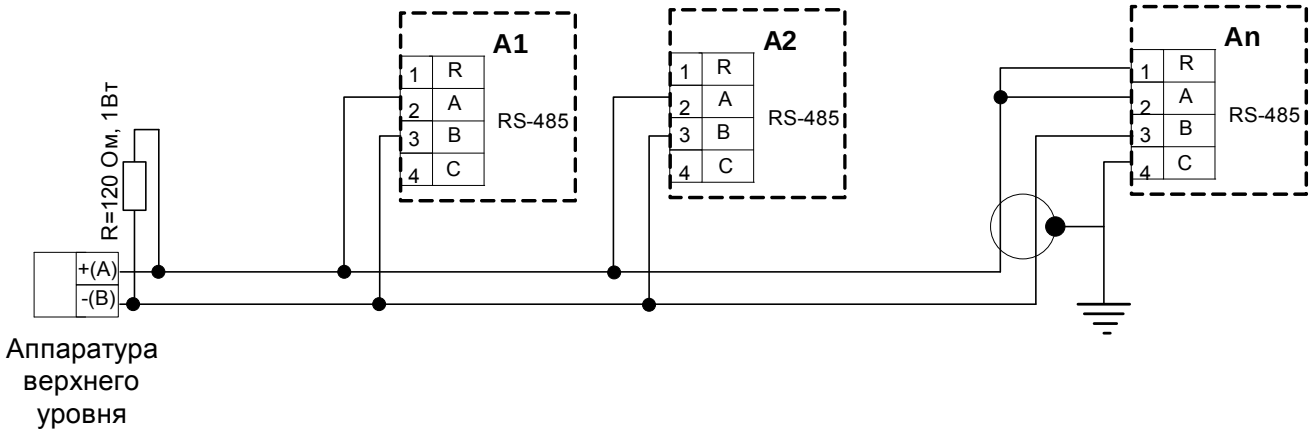


Рисунок 3 − Организация локальной сети

Параметры интерфейса устройства представлены в (Таблица 12).

Таблица 12 – Параметры интерфейса *RS-485*

Наименование	*1 RS-485 порт*	*2 RS-485 порт*	*3 RS-485 порт*
Тип	Порт на задней панели реле, витая пара		
	Изолированная, полудуплекс		
Протокол	*Modbus-RTU*	*Modbus-RTU,* МЭК60870-5-103	
Скорость передачи	2400…57600 бод (программируется)	4800…115200 бод (программируется)	
Адрес в сети	1…247		
Бит четности	*parity none* (нет)	*parity none* (нет), *odd parity* (бит нечетности), *even parity* (бит четности)	
Стоп бит	1, 2 бита		

Все параметры интерфейса настраиваются независимо для каждого порта.

Параметры интерфейса *RS-485* можно задавать при помощи ПО верхнего уровня *«BURZA»*.

На (Рисунок 4) представлено настройки порта «*2 RS-485*» в программе *«BURZA»*. Для порта «*3 RS-485*» настройки аналогичны.

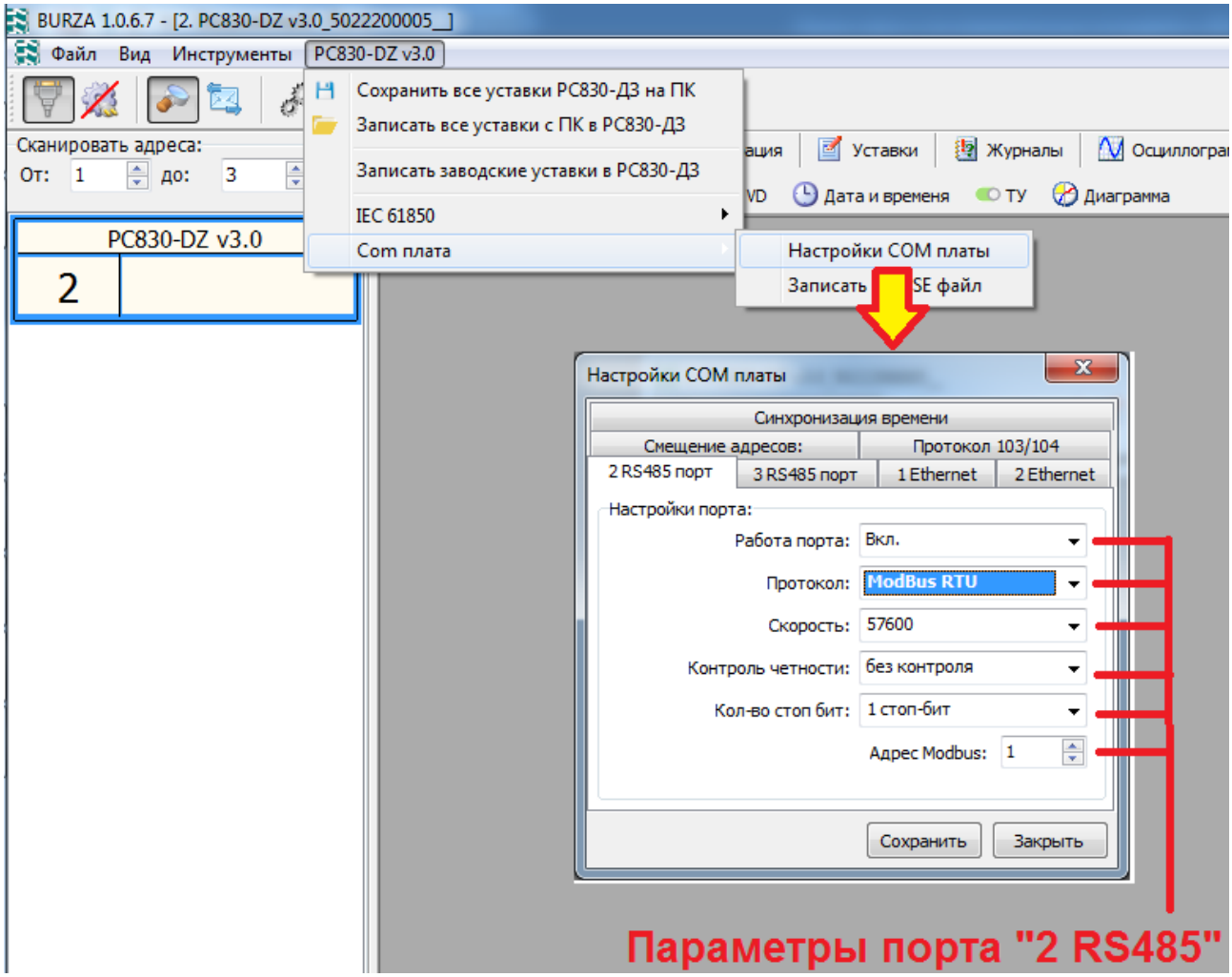


Рисунок 4 – Параметры порта *«2 RS-485»*

Интерфейс связи *RS-485* поддерживает протоколы передачи данных *Modbus-RTU, МЭК60870-5-103*.

Протокол *Modbus-RTU* доступен по всех трех интерфейсах *RS-485*.

1.2.8.2.1 Протокол МЭК60870-5-103.

Протокол *МЭК60870-5-103* доступен только по двум интерфейсам *RS-485*: «*2 RS-485 порт*» и «*3 RS-485 порт*» (на модуле *COM-30*).

Протокол *МЭК60870-5-103*, как и протокол *Modbus-RTU*, использует небалансную передачу. Управляющая система является ведущей, а устройство защиты ведомым, то есть управляющая система всегда является первичной станцией, а устройство защиты — всегда вторичной станцией. Первична станция всегда является инициатором на линии. Вторична станция (устройство защиты)

всегда ожидает запроса от первичной станции, чтобы отправить собственное сообщение.

Для широковещательной передачи используется адрес 255.

Параметры протокола *МЭК60870-5-103* настраиваются по любому доступному интерфейсу с использованием протокола *Modbus-RTU*: *USB*, *«1 RS-485 порт», «2 RS-485 порт» или «3 RS-485 порт».* Параметры протокола представлены в (Таблица 13).

Таблица 13 – Параметры протокола *МЭК60870-5-103*

Наименование	Параметры *МЭК60870-5-103*
Единичный символ *E5h*	Вкл./Откл.
Выбор событий для спорадической передачи	Вкл./Откл. для каждого события
Выбор событий для общего опроса	Вкл./Откл. для каждого события

При поступлении запроса устройство выдает сообщении о возникновении события. Событиями в устройстве являются изменения состояния дискретных входов и релейных выходов. Так как в устройстве заложены принципы свободно конфигурированной логики, то на каждый дискретный вход или релейный выход можно назначить один или комбинацию большого количества сигналов. Таким образом, сконфигурировав нужным образом дискретные входы и релейные выходы можно получить интересующий набор выходных сигналов устройства. Например, на дискретный вход может быть назначено (в любой комбинации): блокировка любой из защит, ускорение любой защиты, блокировка УРОВ, блокировка АПВ и пр. На релейный выход может быть назначено: пуски/срабатывания любых защит, пуски/срабатывания УРОВ, работу АЧР, работу АПВ и пр. Допускается назначение на так называемое «виртуальное» реле, за которым не закреплено физическое реле, но с помощью которого можно получать состояния сигналов устройства, не выведенных на физические релейные выходы.

По протоколу *МЭК60870-5-103* можно произвести точную синхронизацию времени (согласно стандарту, п. 7.4.2 «команда установки времени содержит текущее реальное время в момент, когда передается первый бит сообщения»),

получить значения всех измеряемых и рассчитываемых величин, осуществлять телеуправление.

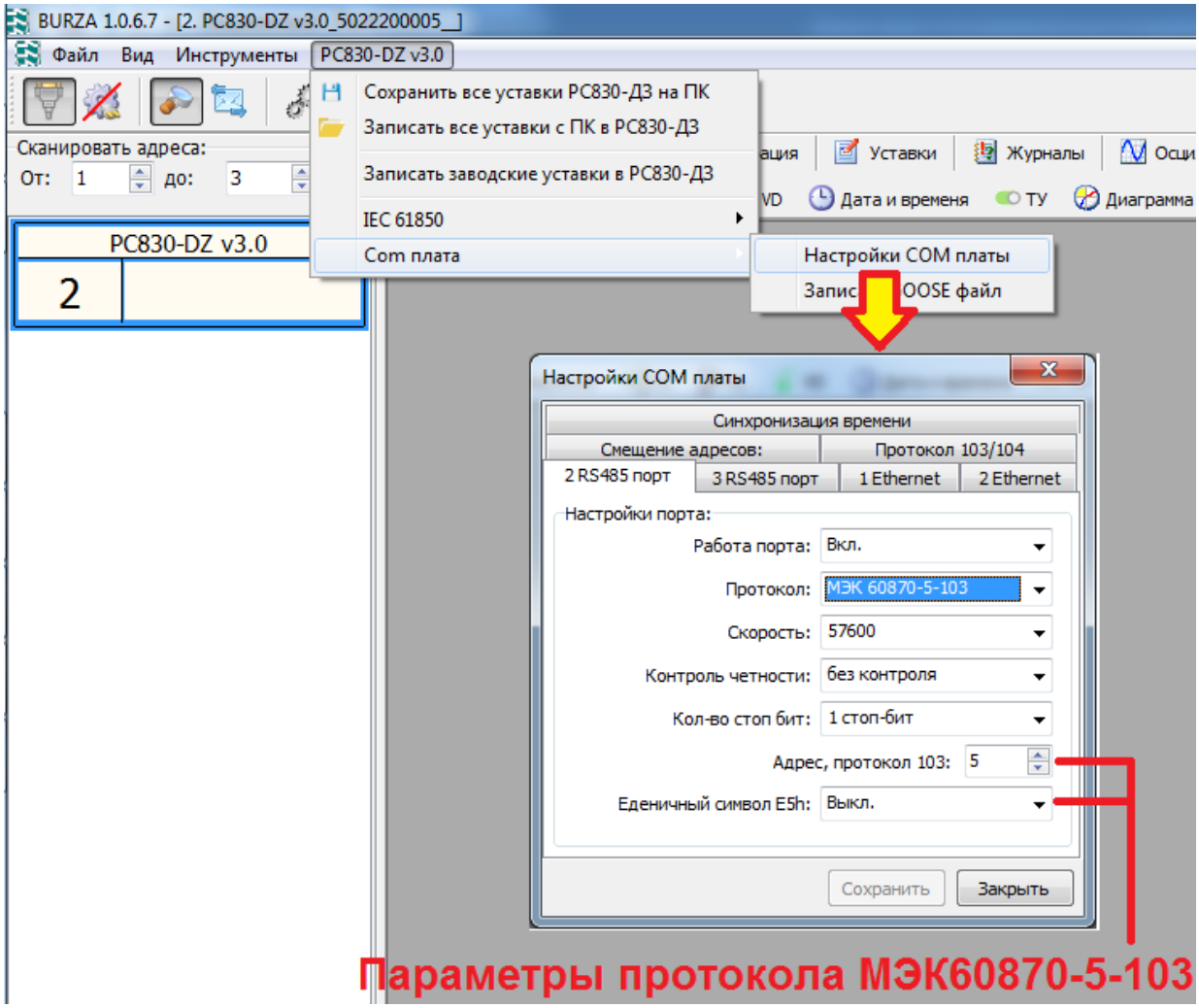


Рисунок 5 – Параметры протокола *МЭК60870-5-103*

Параметры протокола *МЭК60870-5-103* можно задавать при помощи ПО верхнему уровню *«BURZA»*. На (Рисунок 5) представлено настройки протокола для порта «*2 RS-485*» в программе *«BURZA»*. Для порта «*3 RS-485*» настройки аналогичны.

На (Рисунок 6) представлено выбор событий для спорадической передачи в программе *«BURZA»* – одна вкладка для событий дискретных входов и одна вкладка для событий релейных выходов. Выбор событий для общего опроса производится в аналогичных окнах. Протоколы *МЭК60870-5-103* и *МЭК60870-5-104* используют одну общую таблицу для выбора событий для спорадической передачи и одну общую таблицу для выбора событий для общего опроса.

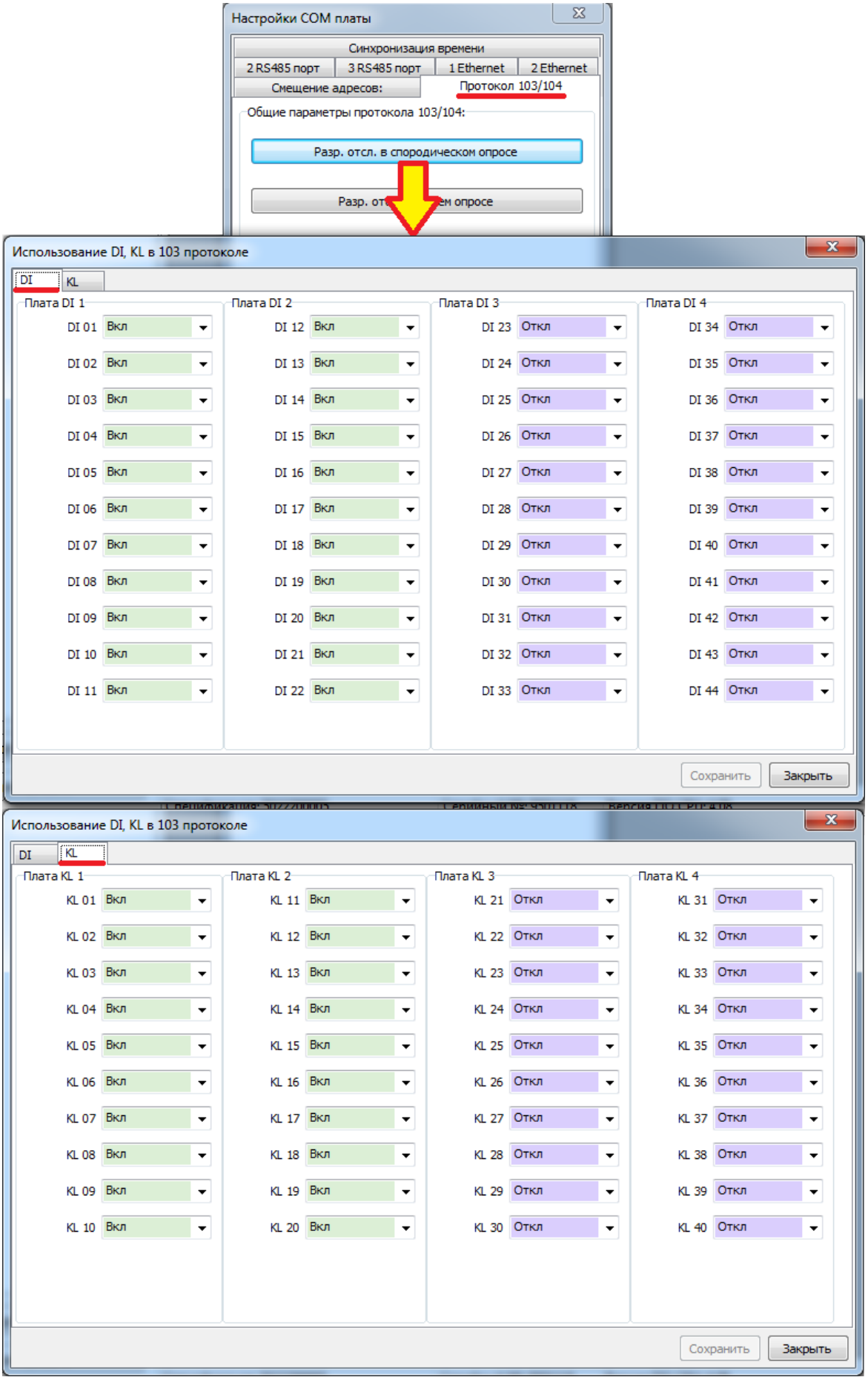


Рисунок 6 – Выбор событий для спорадической передачи

1.2.8.3 Интерфейс *Ethernet*

Интерфейс *Ethernet* доступен в устройстве при наличии модуля *COM-30*. На модуле располагается два порта *Ethernet*: *«1 Ethernet»* и *«2 Ethernet»*. На каждом порту обеспечивается поддержка двух протоколов передачи данных: *МЭК60870-5-104* и *МЭК61850-8-1*.

Параметры сети при работе по интерфейсу *Ethernet* настраиваются через *USB*, *«1 RS-485 порт», «2 RS-485 порт» или «3 RS-485 порт»* по протоколу *Modbus-RTU*.

Параметры интерфейса устройства представлены в (Таблица 14).

Таблица 14 – Параметры интерфейса *Ethernet*

Наименование	*1 Ethernet*	*2 Ethernet*
Тип	Порт на задней панели реле *RJ-45*, витая пара	
	Оптический ST	
	Изолированная, полный дуплекс	
Протокол	*МЭК60870-5-104, МЭК61850-8-1*	
IP адрес	Адрес *IPv4*	
Маска сети	Маска *IPv4*	
Шлюз	Шлюз *IPv4*	

Все параметры интерфейса настраиваются независимо для каждого порта.

Параметры интерфейса *Ethernet* можно задавать при помощи ПО верхнего уровня *«BURZA»*. На (Рисунок 7) представлено настройки порта *«1 Ethernet»* в программе *«BURZA»*. Для порта *«2 Ethernet»* настройки аналогичны.

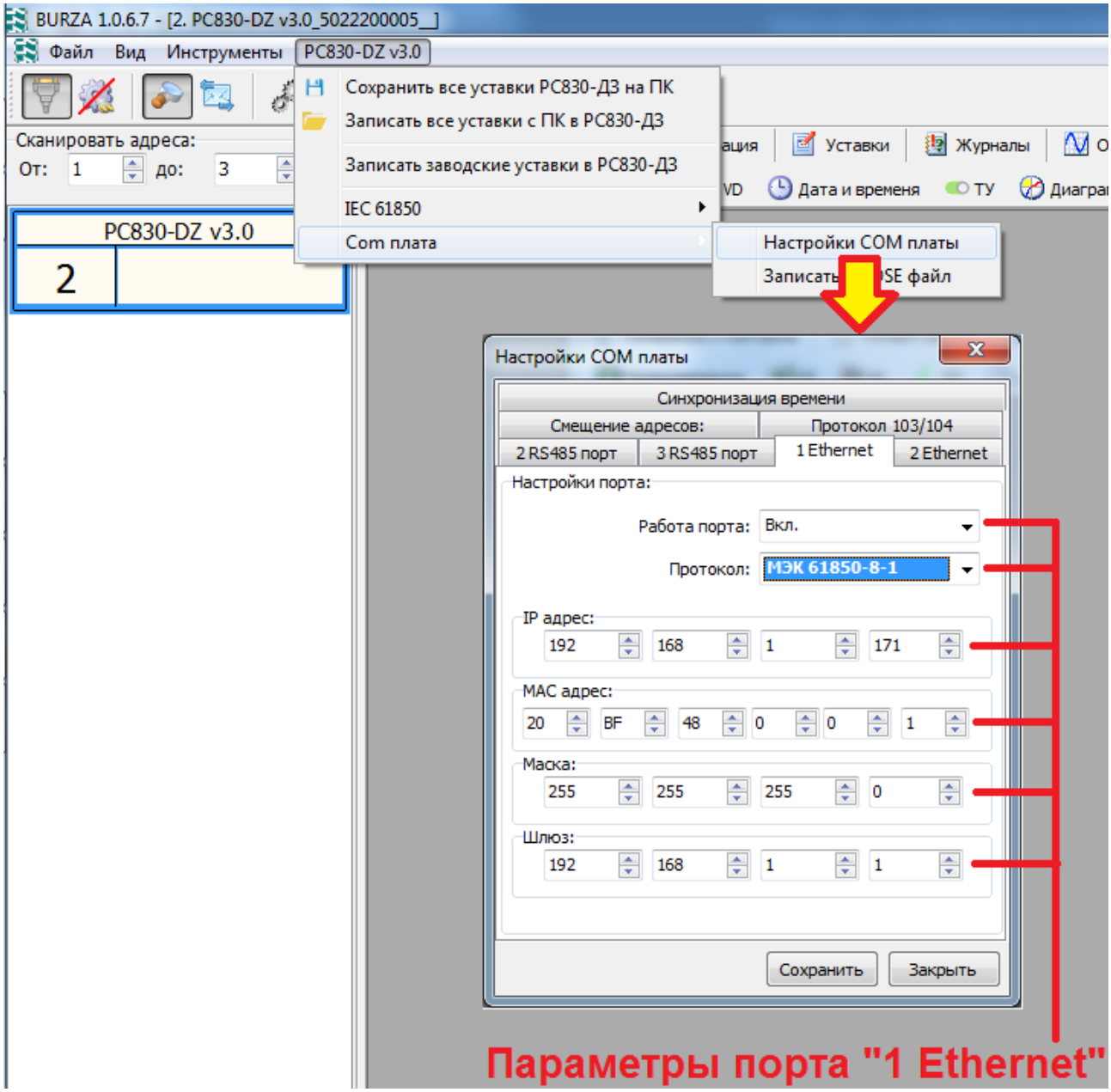


Рисунок 7 – Параметры порта «*1 Ethernet*»

1.2.8.3.1 Протокол *МЭК60870-5-104*

Локальная сеть для протокола *МЭК60870-5-104* строится по топологии «звезда» (Рисунок 8).

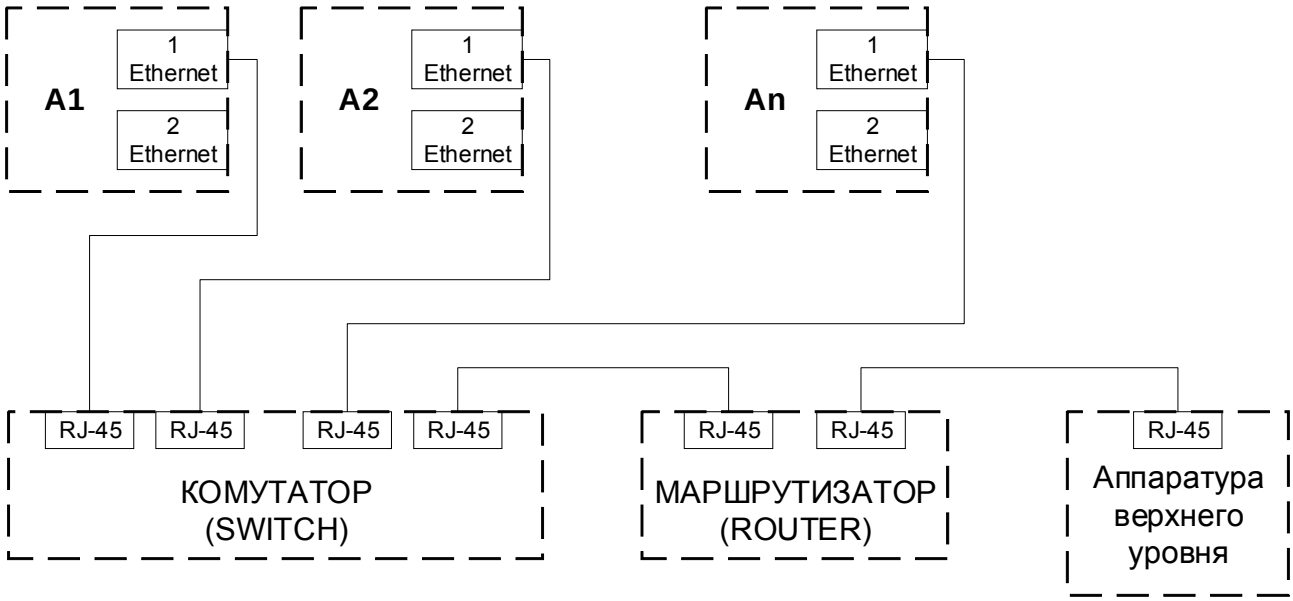


Рисунок 8 – Организация локальной сети для протокола *МЭК60870-5-104*

Протокол *МЭК60870-5-104* использует *TCP*-соединение по фиксированному порту для передачи данных. Инициатором *TCP*-соединения всегда выступает аппаратура верхнего уровня, а устройство настроено на прием *TCP*-запроса на соединение. После установления соединения аппаратура верхнего уровня и устройство может обмениваться данными. Однако перед началом передачи данных нужно послать специальный запрос *(START_DT)*, разрешающий устройству передавать данные. Каждая передача данных в любую сторону должна подтверждаться «квитанцией» с противоположной стороны. Если на момент разрыва *TCP*-соединения устройство содержит не подтвержденные пакеты с данными, то при следующем *TCP*-соединении устройство повторно их передаст. Количество данных (пакетов данных), которое устройство может отправить без подтверждения, ограничивается параметрами протокола *k* и *w*.

Параметры протокола *МЭК60870-5-104* настраиваются по любому доступному интерфейсу с использованием протокола *Modbus-RTU*: *USB*, *«1 RS-485 порт», «2 RS-485 порт» или «3 RS-485 порт»*. Параметры протокола представлены в (Таблица 15).

Таблица 15 – Параметры протокола *МЭК60870-5-104*

Наименование	Параметры *МЭК60870-5-104*	Комментарий
Номер порта	2404	
k	1…32767	Передатчик прекращает передачу при достижении числа *k* неподтвержденных *APDU* формата *I*
w	1…32767	Передатчик передает подтверждение по крайней мере после получения w APDU формата *I*
t1	1…255 с	Тайм-аут при посылке или тестировании
t2	1…255 с	Тайм-аут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными *t2<t1*
t3	1…255 с	Тайм-аут для посылки блоков тестирования в случае долгого простоя
Выбор событий для спорадической передачи	Вкл/Откл для каждого события	Выбор событий общий для протоколов *МЭК60870-5-103* и *МЭК60870-5-104*
Выбор событий для общего опроса	Вкл/Откл для каждого события	

Все параметры интерфейса настраиваются независимо для каждого порта за исключением выбора событий для спорадической передачи и для общего опроса. Протоколы *МЭК60870-5-103* и *МЭК60870-5-104* используют одну общую таблицу для выбора событий для спорадической передачи и одну общую таблицу для выбора событий для общего опроса.

По протоколу *МЭК60870-5-104* устройство выдает сообщения о возникновении событий, также по протоколу можно произвести синхронизацию времени (согласно стандарту, п. 7.6 «синхронизация времени может быть использована в таких конфигурациях, где максимальная задержка сети менее

требуемой точности часов на принимающей станции»), получить значения всех измеряемых и рассчитываемых величин, осуществлять телеуправление.

Параметры протокола *МЭК60870-5-104* можно задавать при помощи ПО верхнему уровню *«BURZA»*. На (Рисунок 9) представлено настройки протокола для порта «*1 Ethernet*» в программе *«BURZA»*. Для порта «*2 Ethernet*» настройки аналогичны.

На (Рисунок 6) представлено выбор событий для спорадической передачи в программе *«BURZA»* – одна вкладка для событий дискретных входов и одна вкладка для событий релейных выходов. Выбор событий для общего опроса производится в аналогичных окнах.

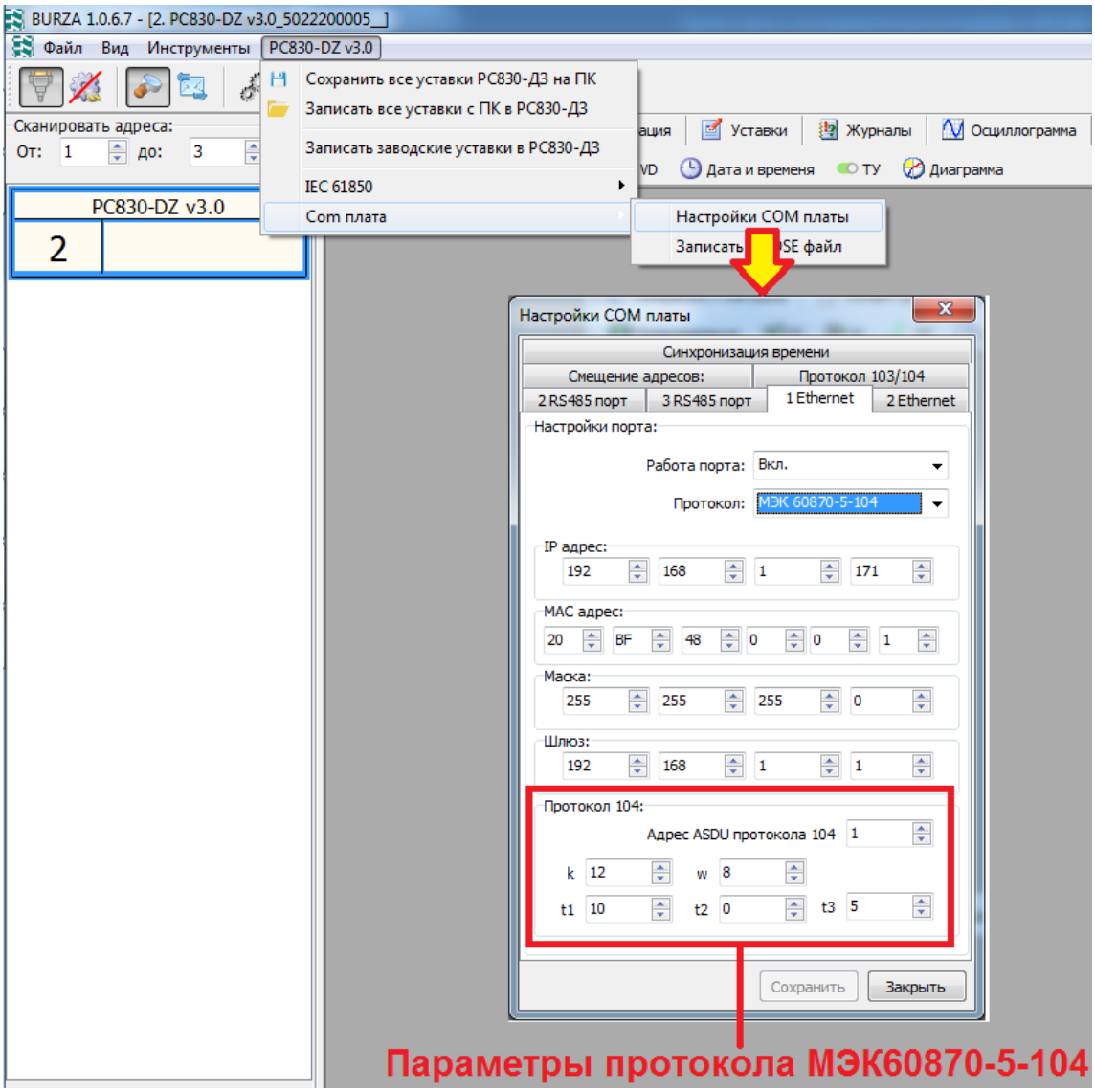


Рисунок 9 – Параметры протокола *МЭК60870-5-104*

1.2.8.3.2 Протокол *МЭК6180*

1.2.8.3.2.1 Общие сведения

Устройства в исполнении с модулем *COM* поддерживают протоколы передачи данных по МЭК 61850.

Для обмена *GOOSE*-сообщениями могут быть использованы элементы узлов класса *GGIO* («входы/выходы общих процессов») задействованные в текущей конфигурации устройства.

Доступные в *GOOSE*-сообщениях узлы настраиваемой логики указаны в ()

Таблица 16 – Узлы *GOOSE*-сообщений

Узел	Описание	Количество элементов данных
DI_GGIO	Состояние физических дискретных входов	Зависит от спецификации устройства*
VDI_GGIO	Виртуальные дискретные входы	Зависит от спецификации устройства*
OUT_GGIO	Состояние дискретных выходов	40

Примечание: * - зависит от количества установленных плат дискретных входов, общее количество дискретных входов 44.

В отчетах могут быть задействованы наборы данных, в которые включены элементы узлов: *MMXU*, *DI_GGIO*, *VDI_GGIO* и *OUT_GGIO*.

Для работы по протоколам МЭК 61850, устройство можно сконфигурировать при помощи проприетарного ПО *«BURZA»* следующим образом:

- Экспортировать из устройства, программой *«BURZA»*, *ICD*-файл с описанием функциональных возможности *IED*-устройства.
- Затем, для конфигурирования подстанции, этот *ICD*-файл импортировать в любой сторонний *IED*-конфигуратор вместе с другими *ICD*-файлами для других *IED*-устройств (производства компании «РЗА Системз» или других производителей).

- Результат работы конфигуратора сохранить в *SCD*-файле. Настройки из этого файла обратно загрузить в устройство при помощи ПО *«BURZA»*.

Устройство готово для взаимодействия с другими устройствами в составе подстанции.

Перед генерацией *ICD*-файла необходимо предварительно сконфигурировать устройство: задать уставки, настроить его коммуникационные каналы и способ синхронизацию времени.

1.2.8.3.2.2 Предварительная настройка конфигурации

Подключите устройство к ПО *«BURZA»* через любой коммуникационный, порт поддерживающий задание конфигурации устройства (предпочтительно *USB*). Разрешите доступ к изменению конфигурации устройства (ввести пароль устройства).

1.2.8.3.2.3 Загрузка уставок

Загрузить уставки разработанные для данного устройства: выбрать пункт меню «*РС830-Д3/Записать уставки с ПК в РС830-Д3*». В диалоговом окне выбрать файл ускавок разработанный проектной организацией для данного устройства. Подтвердить загрузку уставкок.

1.2.8.3.2.4 Настройка коммуникационных каналов

Сконфигурировать оба порта Ethernet на работу по протоколу МЭК 61870-8-1, задать *IP*-адреса обеих портов для данного устройства в сети подстанции, маску подсети и адрес шлюза. Если не используется резервирование *GOOSE*-сообщений по протоколу *PRP*, один из портов следует отключить. При использовании резервирования *GOOSE*-сообщений по протоколу PRP для портов *Eth1* и *Eth2* следует задать разные *IP*-адреса.

Чтобы задать эти параметры выберите, в ПО *«BURZA»*, пункт меню: «*РС830-Д3/СОМ-модуль/Настройки СОМ-модуля*». В открывшемся диалоговом окне (Рисунок 10) на вкладках «*1 Ethernet*» и «*2 Ethernet*» задать параметры шины процесса подстанции для данного устройства.

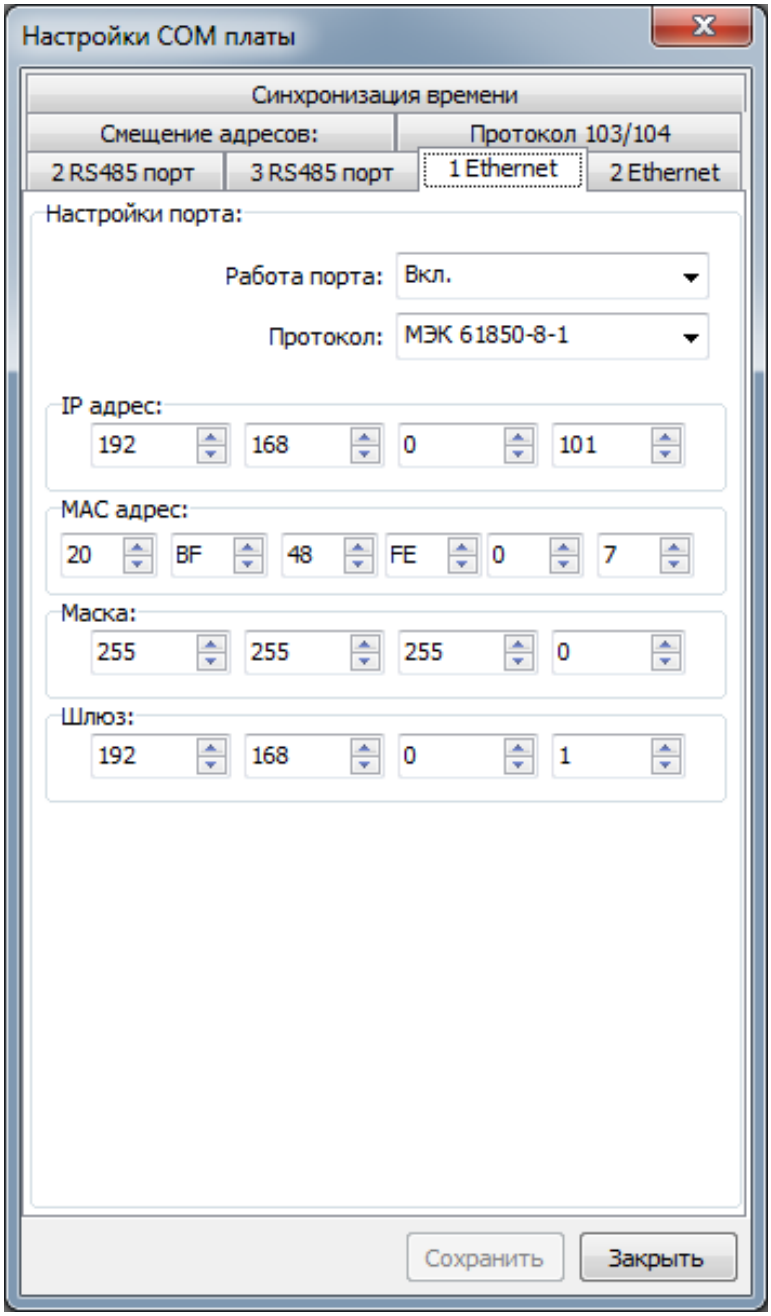


Рисунок 10 – Настройка *COM* платы в окне ПО *«BURZA»*

1.2.8.3.2.5 Экспорт *ICD*-файла

Для экспорта *ICD*-файла в ПО *«BURZA»* откройте, предварительно сконфигурированное устройство, выберите пункт меню «*РС830-Д3/IEC 61850/Экспорт ICD-файла*». В открывшемся Диалоговом окне (Рисунок № _n3) на вкладке «Общие настройки» задайте полное имя *ICD*-файла и *IED*-имя.

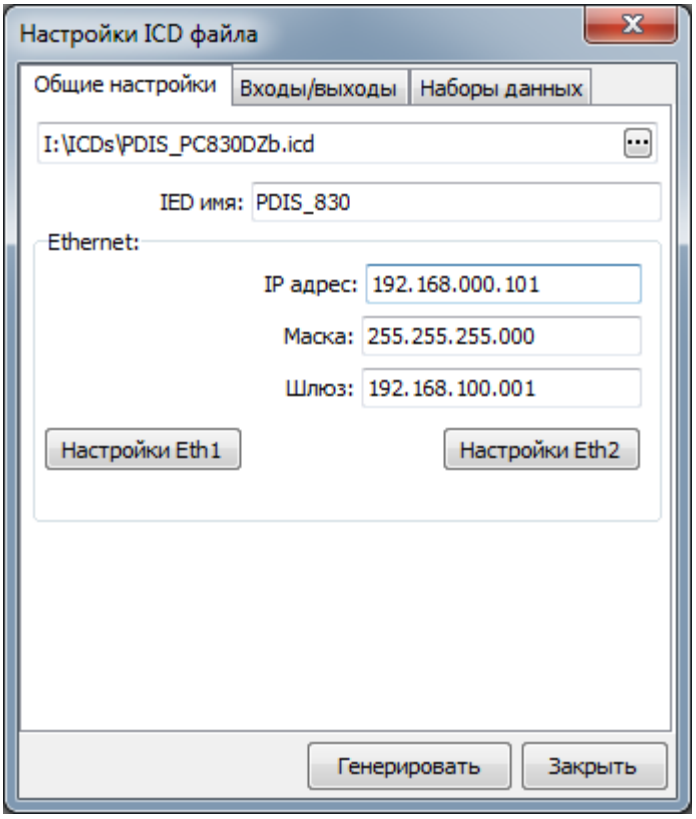


Рисунок 11 – Настройки *ICD*-файла в окне ПО *«BURZA»*

IED-имя может быть любым, ограничением является то, что имя может содержать только английские буквы цифры и знак подчеркивания, а также не начинаться с цифры. Это имя будет использоваться в качестве идентификатора устройства в подстанции МЭК 61850.

Имена устройств внутри подстанции не должны повторяться. Название *ICD*-файла и *IED*-имя могут совпадать. *IED*-имя желательно задавать не более 8 символов. В дальнейшем IED-имя устройства можно изменить в ПО *IED*-конфигуратора подстанции. Также проверьте базовые настройки Ethernet их можно скопировать из настроек портов *Eth1* или *Eth2* устройства, при помощи соответствующих кнопок. Эти настройки также в дальнейшем могут быть изменены в *IED*-конфигураторе. Корректный ввод этих параметров, на данном этапе, значительно облегчит дальнейшую настройку подстанции.

Перейдите на вкладку «Входы/Выходы» (Рисунок 12) и установите переключатели: «Входы *DI*» в положение «Только *DI* с назначениями», «Выхода *KL*» в положение «Только *KL* с назначениями» а также установите галочку «Вставить шаблон принимаемых сигналов».

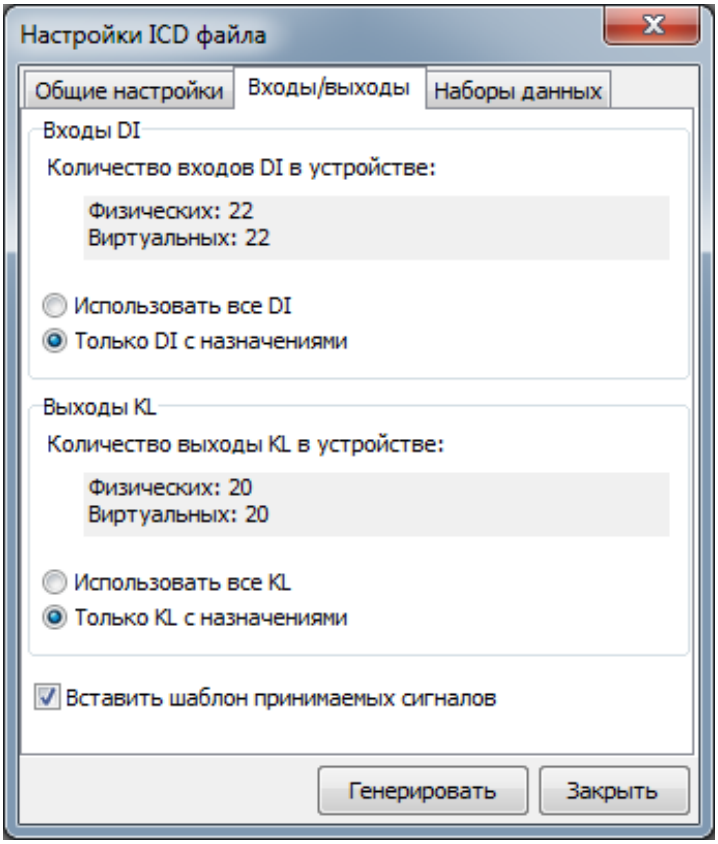


Рисунок 12 – Настройка вкладки входы/выходы в окне ПО *«BURZA»*

При таких настройках в *ICD*-файл будут включены только те объекты узлов *DI_GGIO*, *VDI_GGIO* и *OUT_GGIO* которые используются во внутренней логике устройства. Также будет создан шаблон подписки на *GOOSE*-сообщения (блок *Inputs*) с привязкой назначения к внутренним сигналам. Что позволит избежать дополнительной настройки устройства, после загрузки конфигурации из *SCD*-файла, при условии, что *IED*-конфигуратор использует данный шаблон при создании блока подписки на входящие *GOOSE*-сообщения.

Если устройство предварительно не сконфигурировано или предполагается внесение изменений в его логику работы, после загрузки конфигурации из *SCD*-файла, возможно включить в *ICD*-файл все объекты *DI_GGIO*, *VDI_GGIO* и *OUT_GGIO*, для этого необходимо установить переключатели, на этой вкладке, в положение: «Использовать все *DI*» и «Использовать все *KL*».

При необходимости, на вкладке «Наборы данных», возможно создать и включить в *ICD*-файл наборы данных (*datSet)* которые в последствии будут использоваться *IED*-конфигуратором в блоках *GSEControl* и *ReportControl*.

1.2.8.3.2.6 Импорт конфигурации из SCD-файла

Для работы устройства в составе подстанции по протоколам МЕК 61850, конфигурацию соответствующего IED-устройства необходимо загрузить из *SCD*-файла созданного *IED*-конфигуратором. Для этого, подключитесь к устройству через ПО *«BURZA»* и выберите пункт меню «*РС830-ДЗ/IEC 61850/Импорт SCD-файла»* и выберите подготовленный ранее *SCD*-файла. В открывшемся диалоговом окне (Рисунок 13) из списка («*IED* имя») по *IED*-имени необходимо выбрать конфигурацию, относящуюся к данному устройству. Если в *SCD*-файл включена конфигурация *IED*-устройства, созданная на основе *ICD*-файла экспортированного из данного устройства, список *IED*-устройств возможно сократить, до одного *IED*-устройства, установив флажок «Выбрать устройства по серийному номеру».

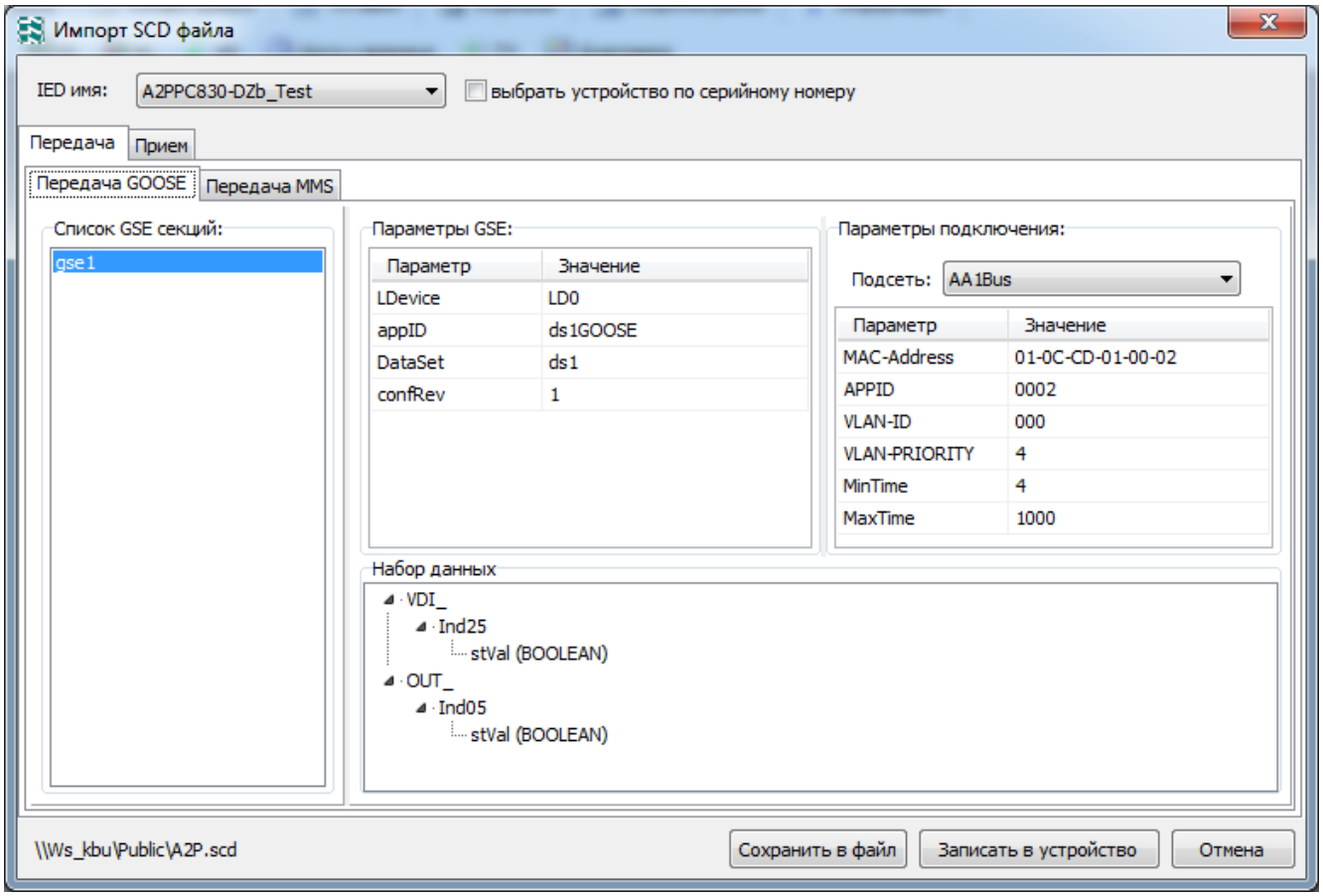


Рисунок 13 – Импорт *SCD*-файла в окне ПО *«BURZA»*

Вкладка «Передача» фактически является информационной и не требует внесения дополнительных настроек.

На вкладке «Прием» отображается список, всех *GOOSE*-сообщений на которые подписано устройство. Если в *IED*-конфигураторе входящие *GOOSE*-сообщения, в блоке *Inputs*, не привязаны к внутренним сигналам устройства (Рисунок 14) такую привязку необходимо выполнить на данном этапе. Для этого следует выделить сигнал *GOOSE*-сообщения (Рисунок 15) назначить его на виртуальный дискретный вход устройства (выбрать виртуальный дискретный вход в списке «Назначить принимаемый сигнал на»). Эту операцию необходимо повторить для всех подписанных *GSE*-блоков (список «Отправителей») и всех *GOOSE*-сообщений, задействованных в логике обработки устройства.

На один виртуальный дискретный вход устройства может быть назначено только один сигнал *GOOSE*-сообщения.

На виртуальный дискретный вход могут быть назначены только сигналы *GOOSE*-сообщения типов: *BOOLEAN* и *Quality*. Сигналы других типов будут приняты, но не обработаны.

Зависимость соответствия виртуального дискретного входа от значения сигнала GOOSE-сообщения показана в (Таблица 17).

Таблица 17 – Зависимость соответствия виртуального дискретного входа

Тип сигнала *GOOSE*-сообщения	Значение виртуального дискретного входа	
	1	0
BOOLEAN	*true*	*false*
Quality.validity	*good*	любое другое значение

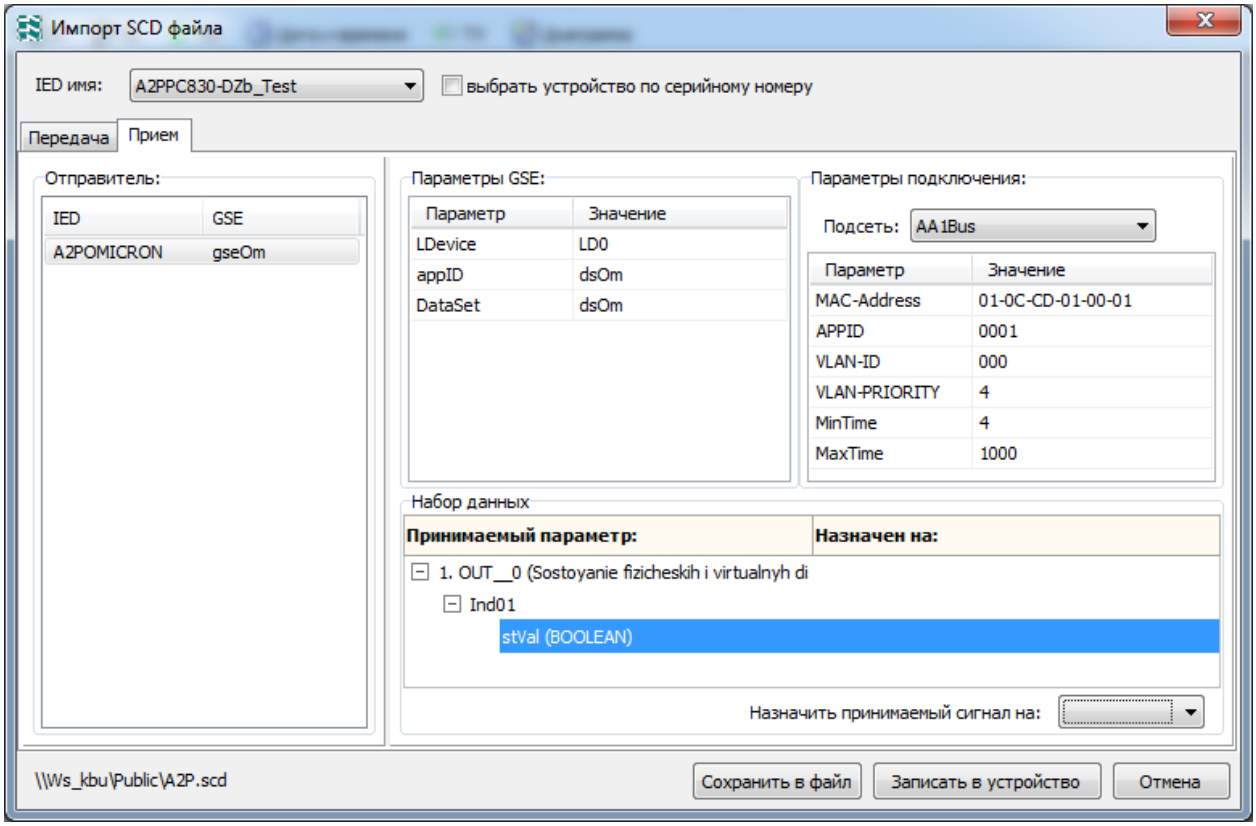


Рисунок 14 – Вкладка «Прием» в окне ПО *«BURZA»*

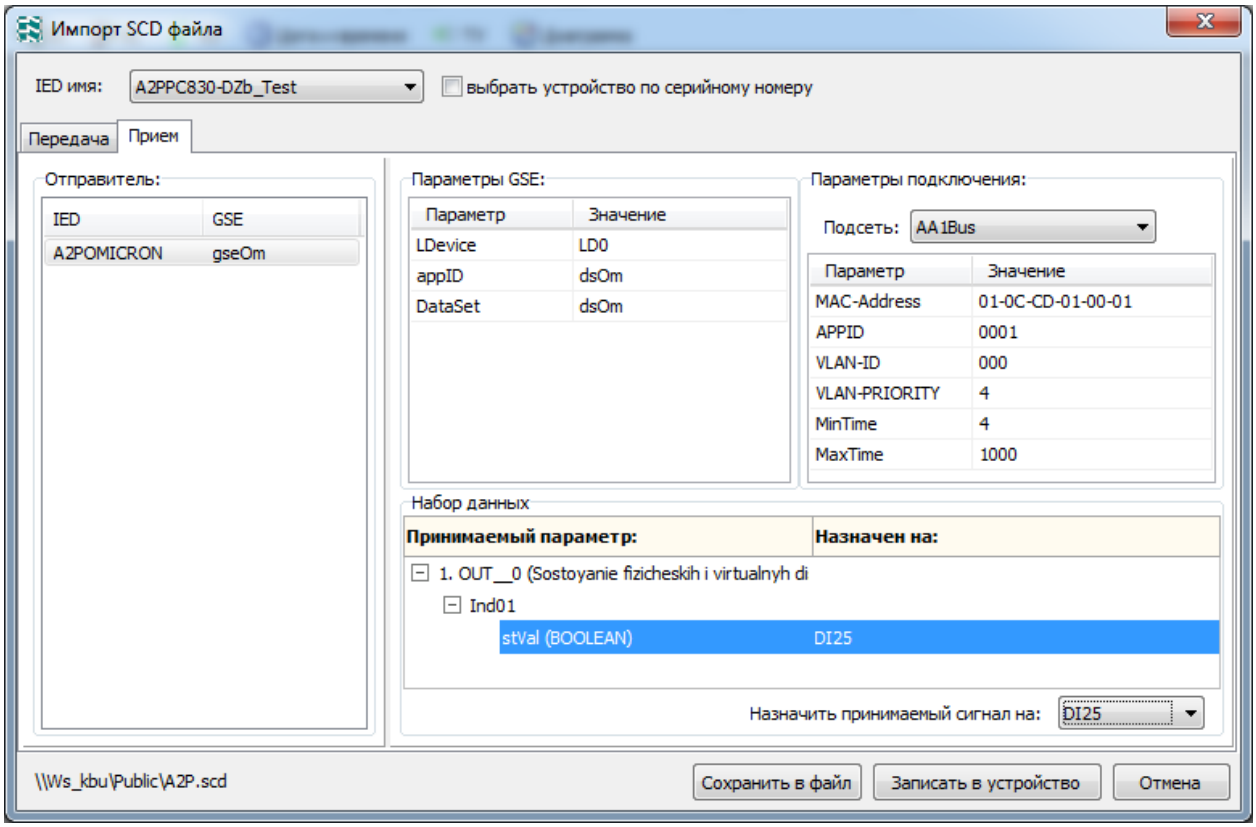


Рисунок 15 – Назначение сигнала *GOOSE*-сообщения на виртуальный дискретный вход

GOOSE-сообщения, не назначенные на виртуальные дискретные входы устройства, будут приняты устройством, но не задействованы во внутренней логике обработки.

Если в блоке *Inputs IED*-устройства, *IED*-конфигуратор входящие *GOOSE*-сообщения сопоставил с внутренними сигналами, то соответствия между сигналами *GOOSE*-сообщений и виртуальными дискретными входами устройства будут установлены автоматически. На данном этапе настройки, возможно, изменить эти связи. Для записи данной конфигурации в устройство необходимо нажать кнопку «Записать в устройство».

После импорта конфигурации *IED*-устройства из *SCD*-файла в физическое устройство следует проверить настройки сетевых коммуникационных каналов и синхронизации времени на соответствие фактическим параметрам шины процесса подстанции. При необходимости внести изменения в эти параметры.

Устройство готово к работе в составе подстанции по протоколам семейства МЕК 61850.

1.2.9 Изоляционные свойства

Сопротивление изоляции между цепями устройства, указанными в (Таблица 1) при температуре окружающего воздуха 20±5 ºС – не менее 50 МОм.

Электрическая изоляция между цепями устройства при температуре окружающего воздуха 20±5 ºС выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения синусоидальной формы частотой 45…65 Гц, значение которого приведено в (Таблица 18).

Таблица 18 – Группы контактов при проверке изоляции устройства

Контролируемые цепи	Напряжение мегаомметра, В
аналоговые – выходные (выходные реле)	2500
аналоговые – управление (дискретные входы)	2500
аналоговые – цепь питания	2500
выходные – управление (дискретные входы)	2500
выходные – цепь питания	2500
дискретные входы между собой	2500
дискретные выходы между собой	2500
между разомкнутыми контактами выходных реле	500
между контактами *RS-485, USB*	500

1.2.10 Электромагнитная совместимость

Устройство удовлетворяет требованиям электромагнитной совместимости по ГОСТ Р 51317.6.5:

- Устойчивость к электростатическим разрядам по ГОСТ 51317.4.2, СЖЗ:
  - контактный ± 6 кВ;
  - воздушный ± 8 кВ;
- Устойчивость к радиочастотному полю по ГОСТ 51317.4.3. СЖЗ: 10 В/М. 80 − 1000 МГц;
- Устойчивость к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 51317.4.4, СЖ4: 4 кВ, частота повторения 2,5 кГц;
- Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ 51317.4.5:
  - по схеме «провод-провод» СЖЗ: 2 кВ;
  - по схеме «провод-земля» СЖ 4: 4 кВ;
- Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ 51317.4.6, СЖЗ: 10В;
- Устойчивость к колебательным затухающим помехам по ГОСТ 51317.4.12. СЖЗ, амплитуда повторяющихся КЗП:
  - по схеме «провод-провод» 1 кВ, 1 МГц;
  - по схеме «провод-земля» 2,5 кВ, 1 МГц.

Устройство при температуре окружающего воздуха 20 ± 5 °С выдерживает действие высокочастотного напряжения, представляющего собой затухающие колебания частотой 1,0 ± 0,1 МГц, с уменьшением модуля огибающей колебаний на 50 % относительно максимального значения после 3 – 4 периодов.

1.3 Состав устройства

Устройство, в зависимости от исполнения, состоит из следующих основных элементов:

– корпусного блока с модулем центрального процессора, клавиатурой, цифровым индикатором, светодиодами индикации, портом *USB* на лицевой панели, а также кросс-платой и направляющими для установки сменных модулей;

– модуля питания *PW* с портом связи *RS-485* для организации локальной сети;

– модулей *DI* дискретных входов (*1DI*, *2DI*, *3DI*, *4DI*);

– модулей *RL* выходных реле (*1RL*, *2RL*, *3RL*, *4RL*);

– модуля *AI-DZ-3* ввода аналоговых сигналов;

– кожуха корпуса и элементов крепления устройства;

– комплекта ответных частей соединителей для присоединения кабелей внешних подключений.

Наличие или отсутствие модулей *DI* и *RL* определяется исполнением устройства и оговаривается при заказе. Остальные модули в устройстве присутствуют всегда.

Каждый модуль, кроме модуля центрального процессора, представляет собой печатную плату с установленными элементами и задней панелью с винтовыми клеммами и/или соединителями для подключения внешних цепей.

Все входные (выходные) внешние разъемы электронных модулей, а также клеммники имеют соответствующую маркировку.

Модули, перемещаясь по направляющим, стыкуются с остальной частью устройства посредством кросс-платы и фиксируются в рабочем положении крепежными винтами М3.

Габаритные и присоединительные размеры, а также виды монтажа устройства приведены в Приложении А.

Все элементы управления устройством расположены на передней панели. На передней панели устройства расположены окно индикатора, кнопки управления устройством, светодиодная индикация, а также окно *miniUSB* разъема для подключения к компьютеру.

Общий вид передней (лицевой) панели устройства показан на (Рисунок 16).

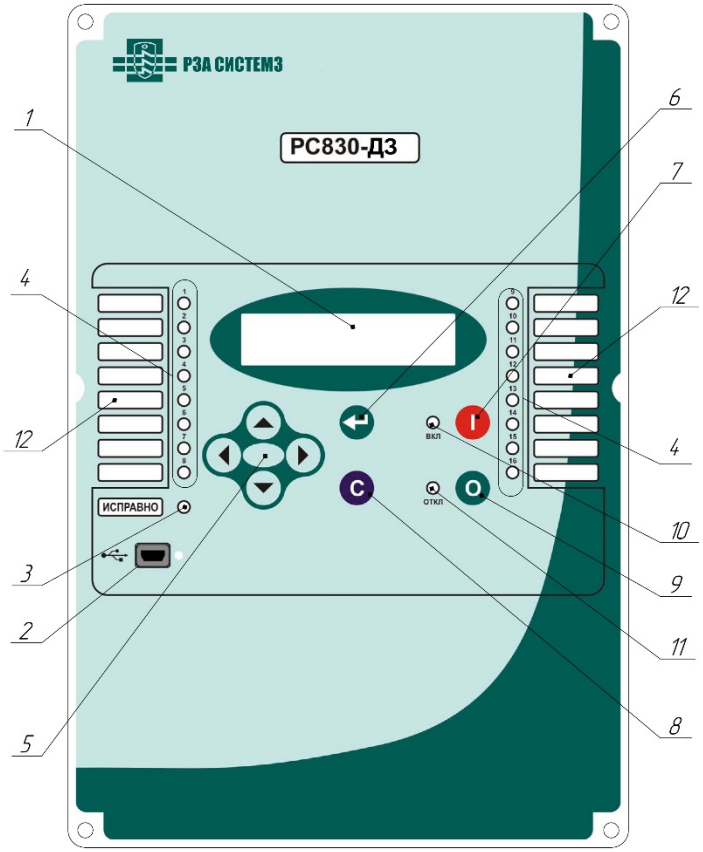


Рисунок 16 – Общий вид передней (лицевой) панели устройства

1 – окно индикатора;

2 – окно разъема *miniUSB*;

3 – светодиодная индикация «Исправно»;

4 – светодиодные индикаторы (назначаются пользователем);

5 – кнопки управления «ВЛЕВО», «ВПРАВО», «ВВЕРХ, «ВНИЗ»;

6 – кнопка «ВВОД»;

7 – кнопка «Включить выключатель»;

8 – кнопка «СБРОС»;

9 – кнопка «Отключить выключатель»;

10 – светодиодный индикатор «Выключатель включен»;

11 – светодиодный индикатор «Выключатель отключен»;

12 – окошки для вкладыша с наименованиями функций, назначенных для отображения светодиодной индикацией.

Состав устройства со стороны разъемов (тыльная сторона) показан на (Рисунок 17).

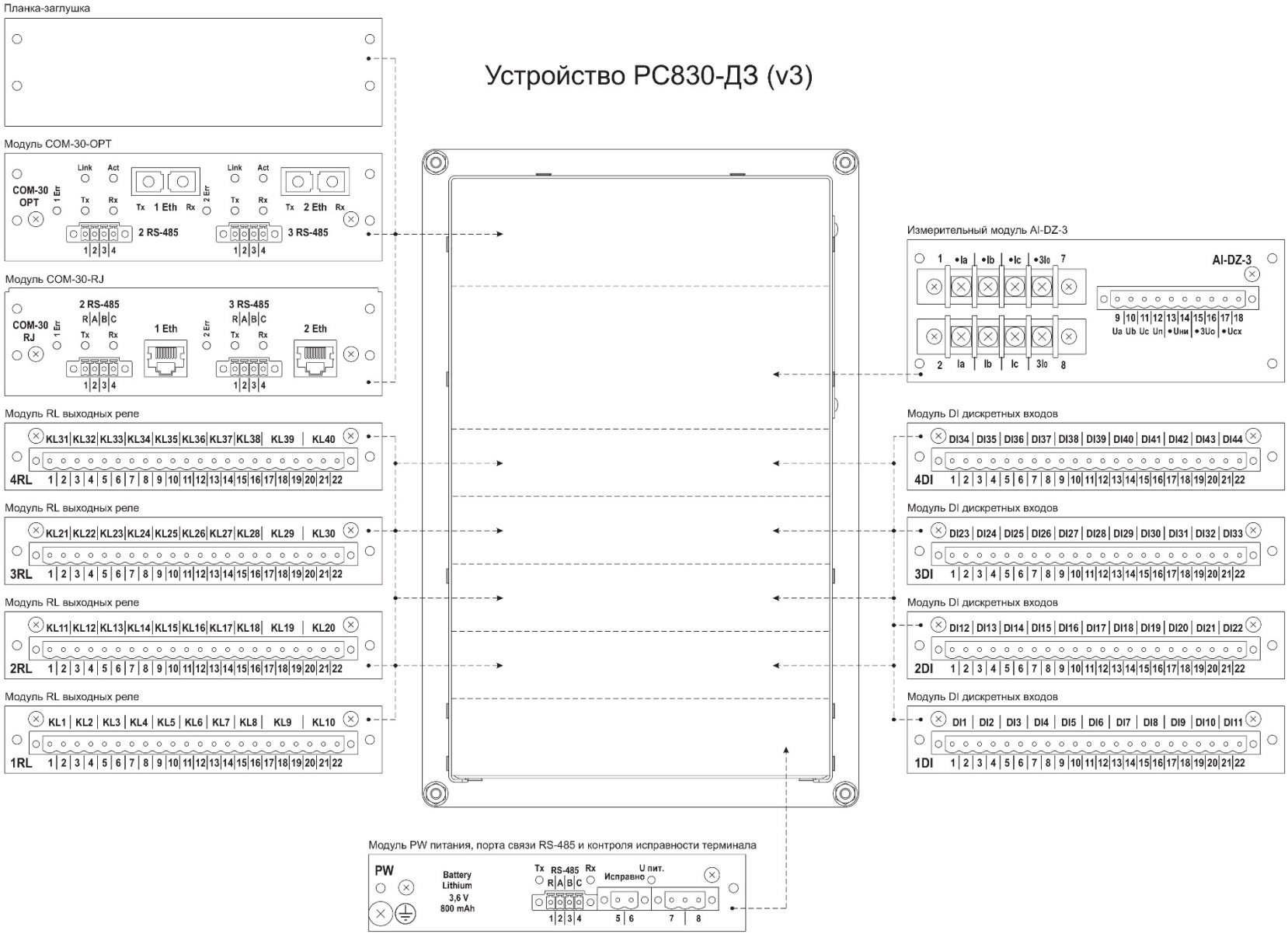


Рисунок 17 – Состав устройства РС830-ДЗ (вид со стороны разъемов модулей)

1.3.1 Описание и работа составных частей устройства

1.3.1.1 Модуль *PW*

Модуль *PW* предназначен для подачи в устройство напряжения оперативного питания, имеет разъем реле контроля исправности терминала, отсек для установки литиевой батареи, порт *RS-485* для организации локальной сети, а также винтовой зажим для заземления устройства.

Вид модуля *PW* со стороны разъемов для внешних подключений и его маркировка показаны на (Рисунок 18).

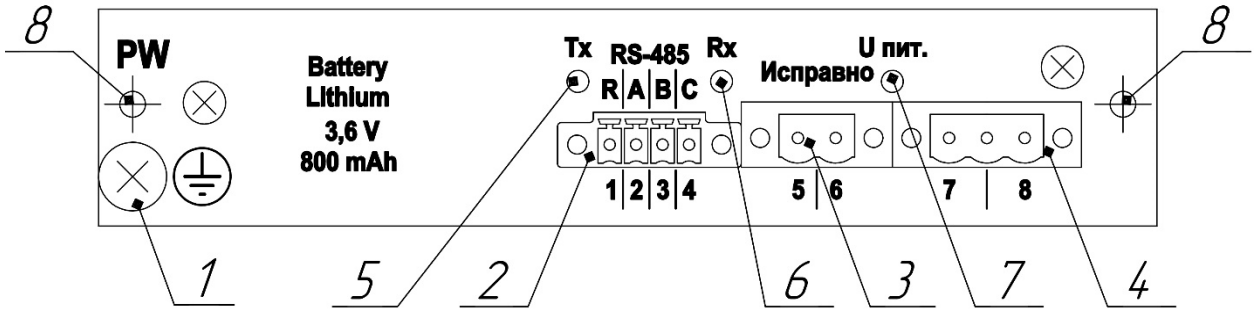


Рисунок 18 – Модуль *PW* (вид со стороны разъемов для внешних подключений)

1 – винт заземления;

2 – разъем порта связи *RS-485*;

3 – разъем реле контроля исправности;

4 – разъем питания $U_{\text{ПИТ}}$;

5 – светодиодная индикация T_x порта связи *RS-485*;

6 – светодиодная индикация R_x порта связи *RS-485*;

7 – светодиодная индикация неисправности предохранителя (при неисправности предохранителя светодиод горит красным светом);

8 – крепежные отверстия.

Для установки/извлечения/замены батареи необходимо отключить устройство от питания и извлечь модуль *PW* из устройства. Отсек для установки литиевой батареи расположен на плате модуля.

Ответные части разъемов поз. 2−4 модуля входят в его состав, имеют соответствующую маркировку и на рисунке не показаны.

1.3.1.2 Модуль *DI*

Модули *DI* предназначены для ввода в устройство дискретных сигналов.

Основные параметры дискретных входов модуля описаны в п.1.2.5 и (Таблица 3).

Аппаратно модули *DI* идентичны. Отличаются модули дискретных входов маркировкой задних планок и ключами. Ключи – это комбинация перемычек, которая указывает на соответствие модуля *DI* указанному номеру.

Доступны исполнения модуля, отличающиеся друг от друга по номинальному напряжению дискретных входов: 110 и 220 В.

Вид модулей *1DI*, *2DI*, *3DI* и *4DI*, со стороны разъемов для внешних подключений и их маркировка показаны на (Рисунок 19). Ответные части разъемов модулей входят в их состав, имеют соответствующую маркировку и на рисунке не показаны.

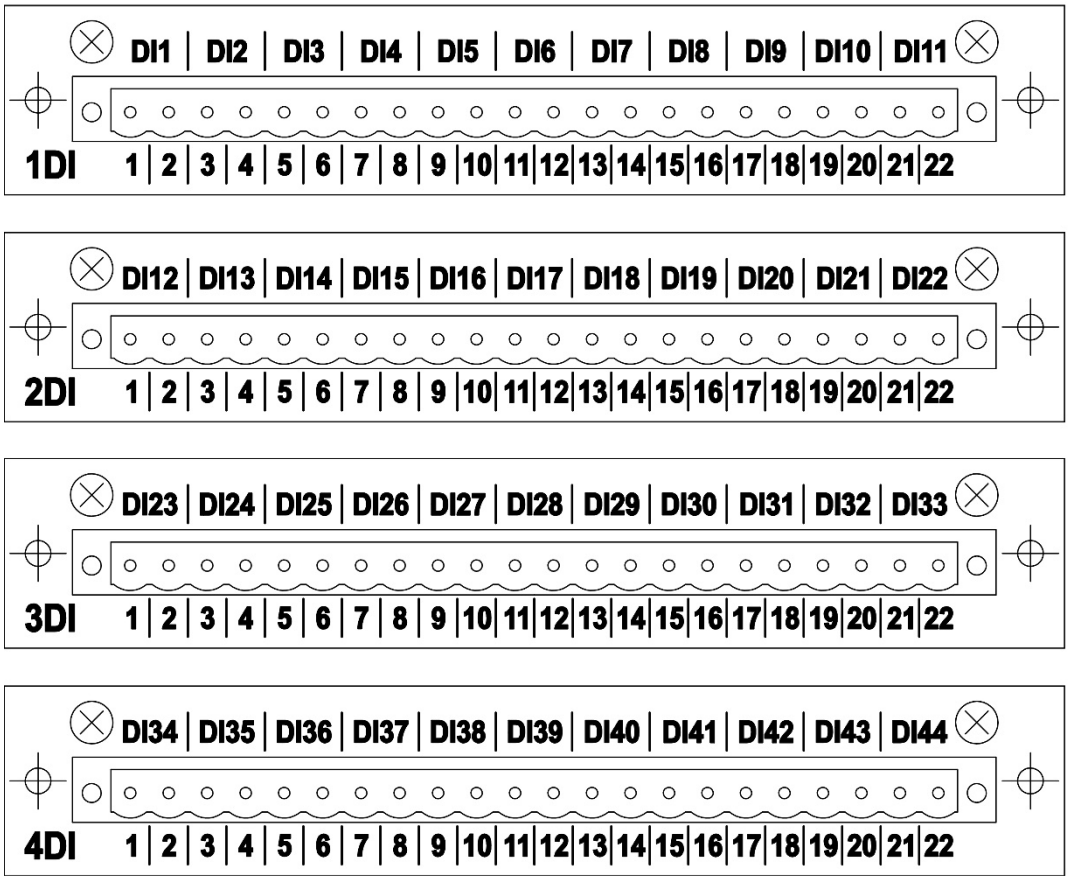


Рисунок 19 – Модули *1DI, 2DI, 3DI* и *4DI* (вид со стороны разъемов для внешних подключений) и их маркировка

На (Рисунок 20) показана таблица задания исполнений модуля *DI* и расположение перемычек *J1* и *J2*.

Рисунок 20 – Расположение и комбинации перемычек *J1* и *J2* для задания исполнений модуля *DI*

Для задания необходимого исполнения модулю *DI,* необходимо замкнуть/разомкнуть (залить припоем или убрать его) перемычки *J1* и *J2* согласно комбинациям, указанным в таблице.

Выбор и задание номинального напряжения дискретных входов производится выбором положения перемычек *J3*, *J4 . . . J14* на плате модуля (Рисунок 21).

Рисунок 21 – Расположение и комбинации перемычек *J4 . . . J14* для задания напряжений дискретных входов на 110 и 220 В

Для задания напряжения 110 В на дискретные входы *DI,* необходимо замкнуть (залить припоем) перемычки *J3, J4 . . . J14*. Для задания напряжения 220 В на дискретные входы *DI,* перемычки припоем не заливаются.

1.3.1.3 Модуль *RL*

Модули *1RL*, *2RL*, *3RL* и *4RL* предназначены для подключения выходных реле.

Основные параметры выходных реле модуля описаны в п.1.2.6 и (Таблица 4).

Аппаратно модули *RL* идентичны. Отличаются модули выходных реле маркировкой задних планок и ключами. Ключи – это комбинация перемычек, которая указывает на соответствие модуля *RL* указанному номеру.

Вид модулей *1RL*, *2RL*, *3RL* и *4RL*, со стороны разъемов для внешних подключений и их маркировка показаны на (Рисунок 22). Ответные части разъемов модулей входят в их состав, имеют соответствующую маркировку и на рисунке не показаны.

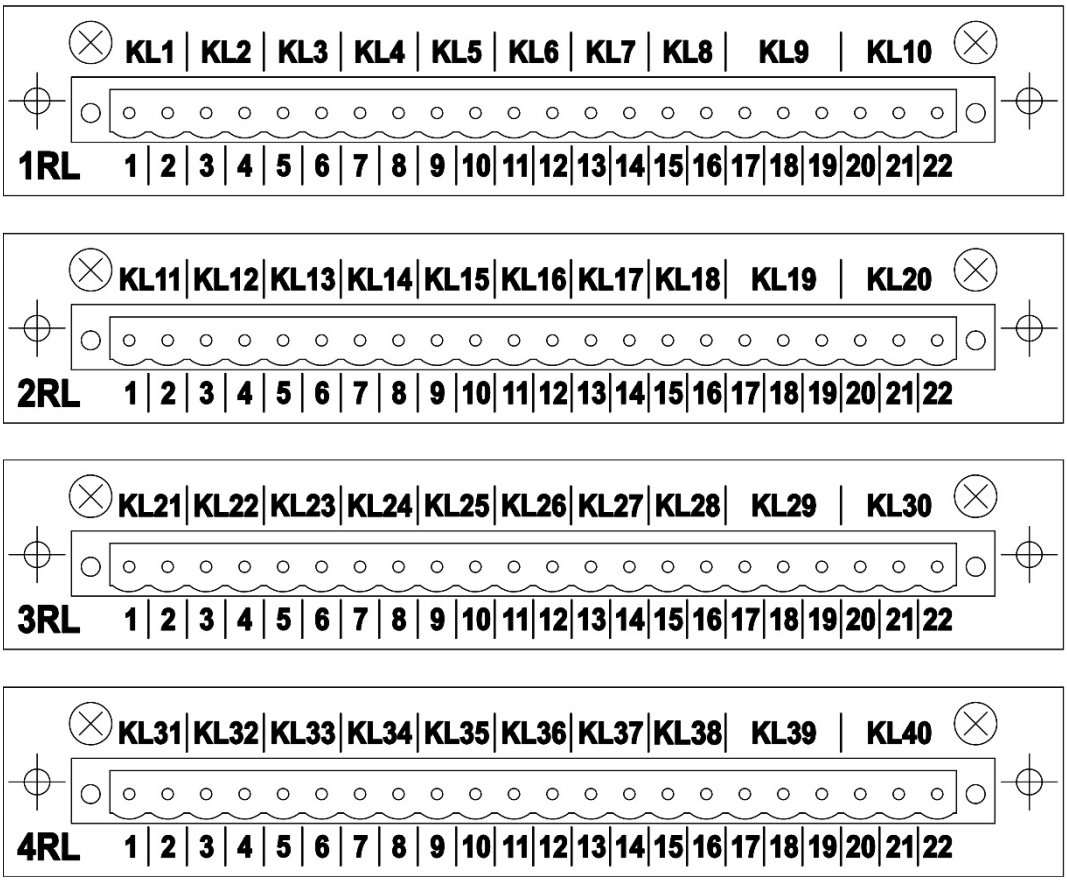


Рисунок 22 – Модули *1RL, 2RL* и *3RL* (вид со стороны разъемов для внешних подключений) и их маркировка

На (Рисунок 23) показаны таблица комбинаций задания исполнений модуля *RL* и места расположения перемычек *J1* и *J2*.

Таблица 1 - Задание исполнения модуля

Исполнение модуля	Наличие перемычек: нет-разомкнуто. да-замкнуто	
	J1	J2
1RL	НЕТ	НЕТ
2RL	НЕТ	ДА
3RL	ДА	НЕТ
4RL	ДА	ДА

Рисунок 23 – Таблица задания исполнений модуля *RL* и места расположения перемычек *J1* и *J2*

Для задания необходимого исполнения модулю *RL,* необходимо замкнуть/разомкнуть (залить припоем или убрать его) перемычки *J1* и *J2* согласно комбинациям, указанным в таблице.

1.3.1.4 Модуль *AI-DZ-3*

Модуль *AI-DZ-3* предназначен для ввода аналоговых сигналов цепей тока и напряжения, преобразования их в цифровой вид и проведения измерений.

Основные параметры измерительных входов модуля описаны в п.1.2.4 и табл. 1-2

Вид модуля *AI-DZ-3* со стороны разъемов для внешних подключений и его маркировка показаны на (Рисунок 24).

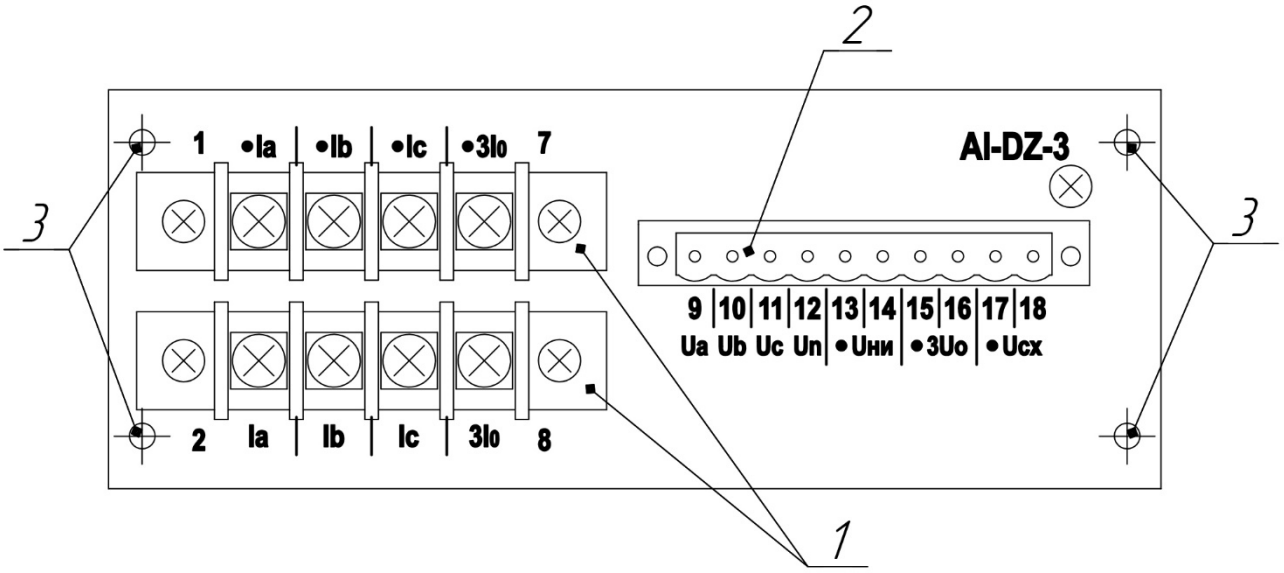


Рисунок 24 – Модуль *AI-DZ-3* (вид со стороны разъемов для внешних подключений) и его маркировка

1 – разъем измерительных токовых цепей I_A , I_B, I_C, $3I_0$;

2 – разъем аналоговых входов напряжений U_A, U_B, U_C, U_n, $U_{\text{ни}}$, $3U_0$, $U_{\text{сх}}$;

3 – крепежные отверстия.

1.3.1.5 Модуль *COM*

Модуль *COM* предназначен для связи с устройством по протоколам передачи *Modbus*, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850-8-1 (*GOOSE*, *MMS*).

Существуют две модификации модуля *COM*:

- модуль *COM-30-RJ*;
- модуль *COM-30-OPT*.

Вид модуля *COM-30-RJ* со стороны разъемов для внешних подключений и их маркировка показан на (Рисунок 25).

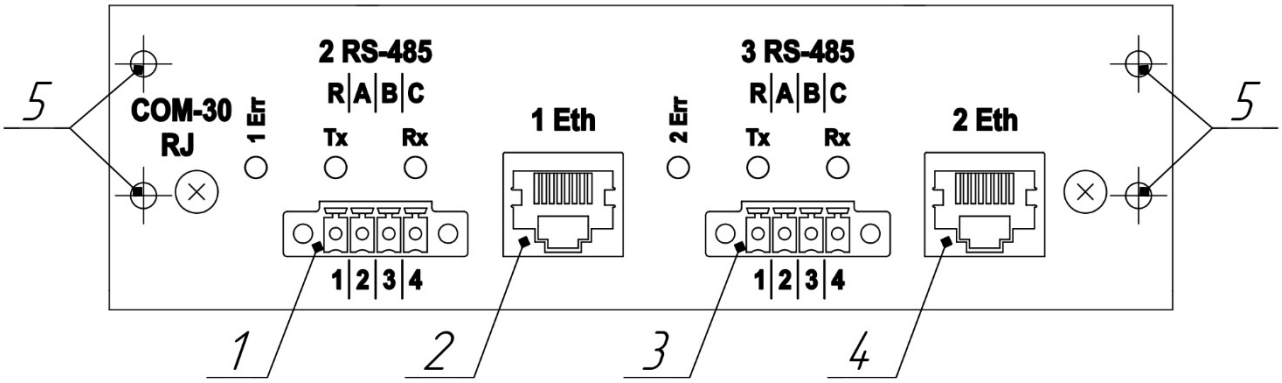


Рисунок 25 – Модуль *COM-30-RJ* (вид со стороны разъемов для внешних подключений) и его маркировка

1 – разъем порта связи *2 RS-485*;

2 – разъем электрического порта связи *1 Ethernet*;

3 – разъем порта связи *3 RS-485*;

4 – разъем электрического порта связи *2 Ethernet*;

5 – крепежные отверстия.

Вид модуля *COM-30-OPT* со стороны разъемов для внешних подключений и их маркировка показаны на (Рисунок 26).

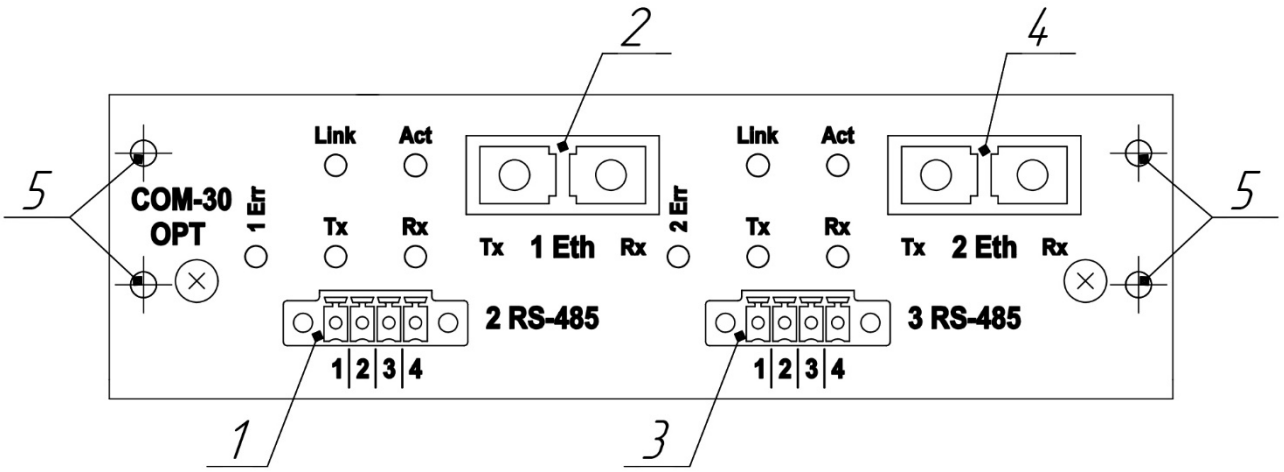


Рисунок 26 – Модуль *COM-30-OPT* (вид со стороны разъемов для внешних подключений) и его маркировка

1 – разъем порта связи *2 RS-485*;

2 – разъем оптического порта связи *1 Ethernet*;

3 – разъем порта связи *3 RS-485*;

4 – разъем оптического порта связи *2 Ethernet*;

5 – крепежные отверстия.

В базовом исполнении устройства РС830-ДЗ модулем *COM* не комплектуются, а вместо модуля устанавливается планка-заглушка.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Реализация основных функций

1.4.1.1 Основная защита

Основная защита может работать как МТЗ или как ДЗ. Устройство содержит восемь ступеней ОЗ, каждая ступень имеет одинаковый набор уставок.

Время срабатывания ОЗ в режиме МТЗ при угле направления мощности равном $\Phi_{мч}$ и скачкообразном увеличении тока от $0{,}5I_y$ до $3I_y$ – не более 0,035 с. Время возврата ОЗ в режиме МТЗ при угле направления мощности равном $\Phi_{мч}$ и скачкообразном уменьшении тока от $3I_y$ до $0{,}1I_y$ – не более 0,05 с.

Время срабатывания ОЗ в режиме ДЗ при угле сопротивления равном $\Phi_{мч}$, токе не менее 1,5 А, скачкообразном снижении линейного напряжения от напряжения 100 В, соответствующего $1{,}2Z_y$, до напряжения, соответствующего $0{,}6Z_y$ – не более 0,035 с.

Время возврата ОЗ в режиме ДЗ при угле сопротивления равном $\Phi_{мч}$, токе не менее 1,5 А, скачкообразном увеличении линейного напряжения от напряжения, соответствующего $0{,}1Z_y$ до напряжения, соответствующего $1{,}2Z_y$ (не более 100 В) – не более 0,05 с.

По результатам работы ОЗ формируются сигналы: «Пуск ОЗ», «Работа ОЗ», «Работа ОЗ с ускорением». Данные сигналы могут быть назначены на выходные реле, светодиоды или Дф.

При работе ОЗ в режиме МТЗ и при работе ОЗ в режиме ДЗ используются отдельные таймеры задержки на срабатывание, завязанные на общий выход. Оба таймера запускаются одновременно, а защита выбирает таймер в соответствии с режимом работы. Режим работы определяется по текущему состоянию защиты. Таймеры для ввода автоматического ускорения, для работы автоматического и оперативного ускорения одни и те же для двух режимов.

На (Рисунок 27) приведен фрагмент функциональной схемы логики работы ОЗ.

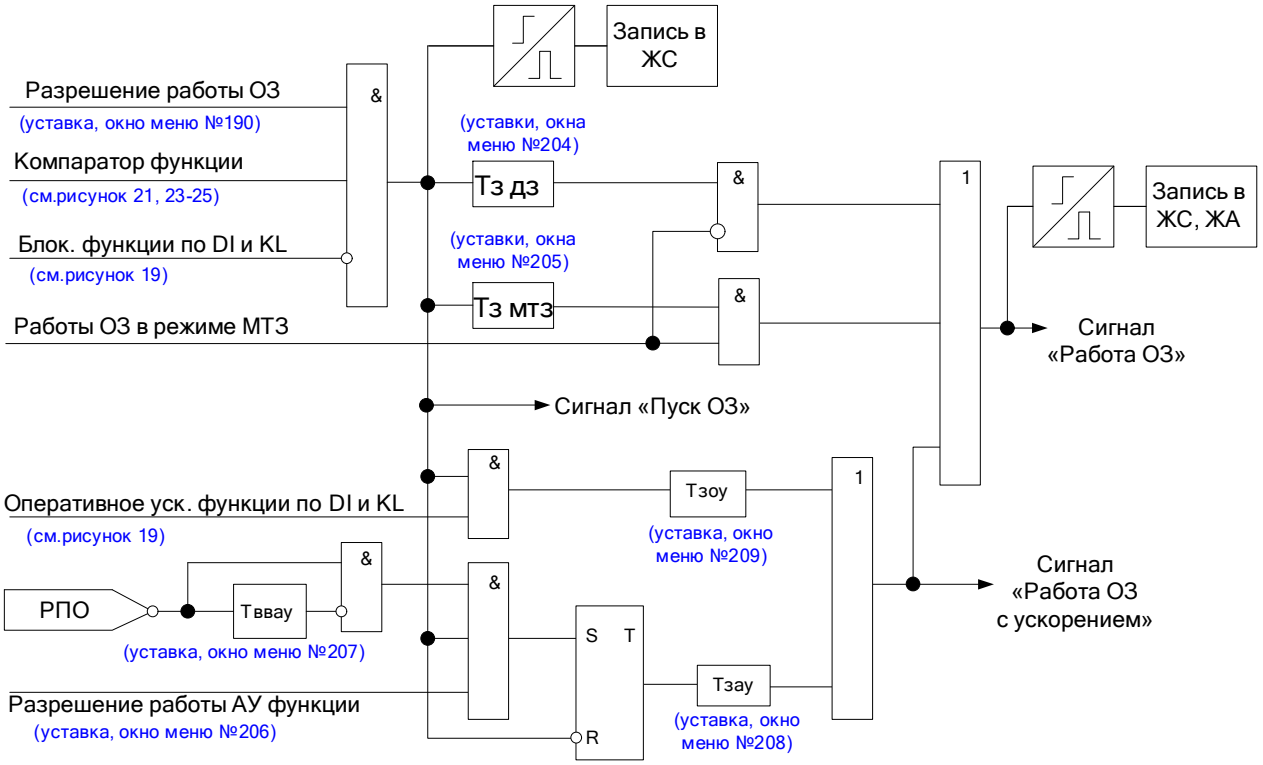


Рисунок 27 – Фрагмент функциональной схемы логики ОЗ

Сигналы блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* формируются по логике «ИЛИ» из всех входов и выходов, назначенных на блокировку (ускорение). Алгоритм формирования сигналов блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 28).

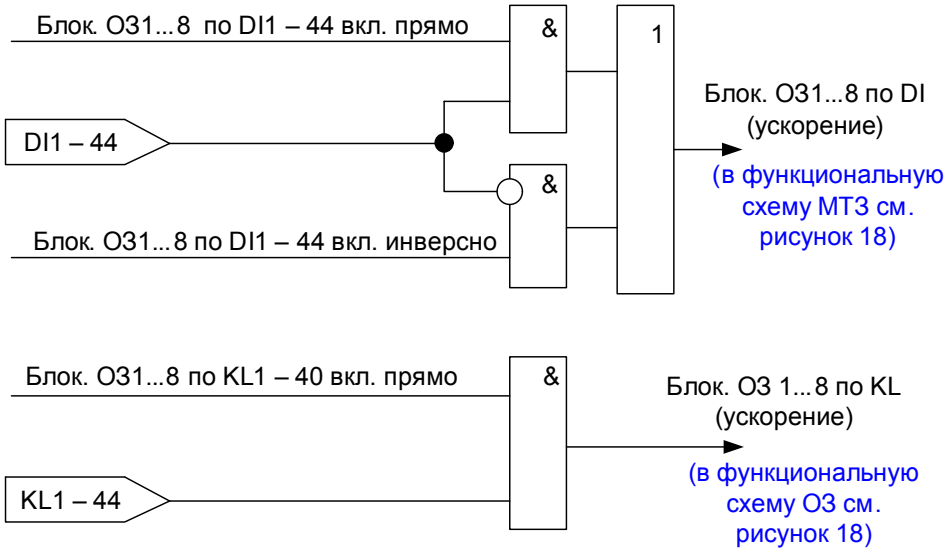


Рисунок 28 – Алгоритм формирования сигналов блокировки (ускорения) ОЗ по дискретным входам и логическим выходам реле

Конфигурация ОЗ представлена в (Таблица 19).

Таблица 19 – Конфигурация ОЗ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Блокировка ОЗ 1…ОЗ 8 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	591
Блокировка ОЗ 1…ОЗ 8 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	570
Ускорение ОЗ 1 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	597
Ускорение ОЗ 1 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	577
Назначение РПО (для работы автоматического ускорения по инверсному значению РПО)	Откл., *DI1…DI44* прямо, *DI1…DI44* инверсно	731

В режиме МТЗ компаратор функции реагирует на превышение фазных или линейных токов (выбирается уставкой). Дополнительно, в данном режиме работы компаратор может учитывать направление мощности, блокироваться по уровню второй гармоники, работать с вольт-метровой блокировкой, блокироваться по БНН, блокироваться по факту снижения напряжения ниже нижней границы.

По факту работы отдельной функции блокировки по отношению уровня второй гармоники к уровню первой, уставкой можно разрешить или запретить блокировку ступени ОЗ. При этом учитывается режим работы ОЗ по току: по фазным токам, блокировка работает по отношению гармоник в фазных токах, при работе по линейным – в линейных.

По факту работы отдельной функции вольт метровой блокировки уставкой можно разрешить или запретить блокировку ступени ОЗ.

По факту работы БНН уставками можно задать следующие режимы работы:

1) ненаправленная МТЗ не реагирует на работу БНН;

2) для направленной МТЗ:

– «блокировка отключена» – в данном варианте ОЗ не реагирует на работу БНН;

– «блокировка работы ступени» – в данном варианте ОЗ полностью блокируется по факту работу БНН;

– «блокировка работы направленности» – в данном варианте ОЗ автоматически переводится в токовую ненаправленные.

Направленность отдельно для каждой ступени ОЗ в режиме МТЗ реализуется только при работе по фазным токам органом направления мощности, выполненным по «девяностоградусной схеме». При работе по линейным токам направленность автоматически блокируется. Орган направления мощности ОЗ выполняет сравнение углов между векторами фазных токов и междуфазных напряжений противоположных фаз, т.е. $I_{\text{А}}$ и U_{BC}, $I_{\text{В}}$ и U_{CA}, I_C и U_{AB}. Векторы указанных напряжений перед сравнением поворачиваются на угол 90 градусов против часовой стрелки в сторону опережения, что соответствует совпадению фаз контролируемых токов и напряжений при металлических трехфазных, двухфазных и однофазных КЗ с чисто активным сопротивлением петли КЗ. Так как поворачивание вектора рабочего напряжения на угол 90 градусов предусмотрено внутренним алгоритмом устройства, то угол максимальной чувствительности $\Phi_{\text{мч}}$ должен задаваться равным углу импеданса защищаемой линии.

Если значение одного фазного тока ($I_{\text{А}}$, $I_{\text{В}}$, I_C соответственно) меньше 0,02 номинального значения тока, тогда определение угла между соответствующим током и напряжением считается невозможным и работа направленной ступени ОЗ в режиме МТЗ блокируется по данной фазе.

Если значение одного линейного напряжения, используемого совместно с соответствующим током при определении углов, (U_{BC}, U_{CA}, U_{AB} соответственно) меньше $0{,}02U_{\text{н}}$, тогда определение угла между соответствующим током и

напряжением считается невозможным и работа направленной ступени ОЗ в режиме МТЗ блокируется по данной фазе.

При просадке всех трех напряжений ниже нижней границы алгоритм работы ОЗ в режиме МТЗ определяется уставкой. Просадка напряжения не влияет на работу ненаправленной МТЗ.

2) для направленной МТЗ:

– «блокировка отключена» МТЗ не реагирует на снижение напряжения до уровня ограничения расчета угла направленности. После снижения напряжения ниже уровня блокировки расчета угла МТЗ блокируется;

– «блокировка работы ступени» – в данном варианте МТЗ полностью блокируется при просадке напряжения;

– «блокировка работы направленности» – в данном варианте МТЗ автоматически переводится в токовую ненаправленную.

Для направленных защит ОЗ во всех режимах введен гистерезис по углу на концах зоны срабатывания с уставкой в диапазоне от 0 до 10 градусов (с шагом 1 градус). Задаваемая уставка по гистерезису говорит о том, что для выхода из зоны срабатывания нужно повернуть угол на заданное уставкой по гистерезису значение градусов больше как с одной, так и с другой стороны в сторону зоны несрабатывания.

Диаграмма направленности ОЗ представлена на (Рисунок 29).

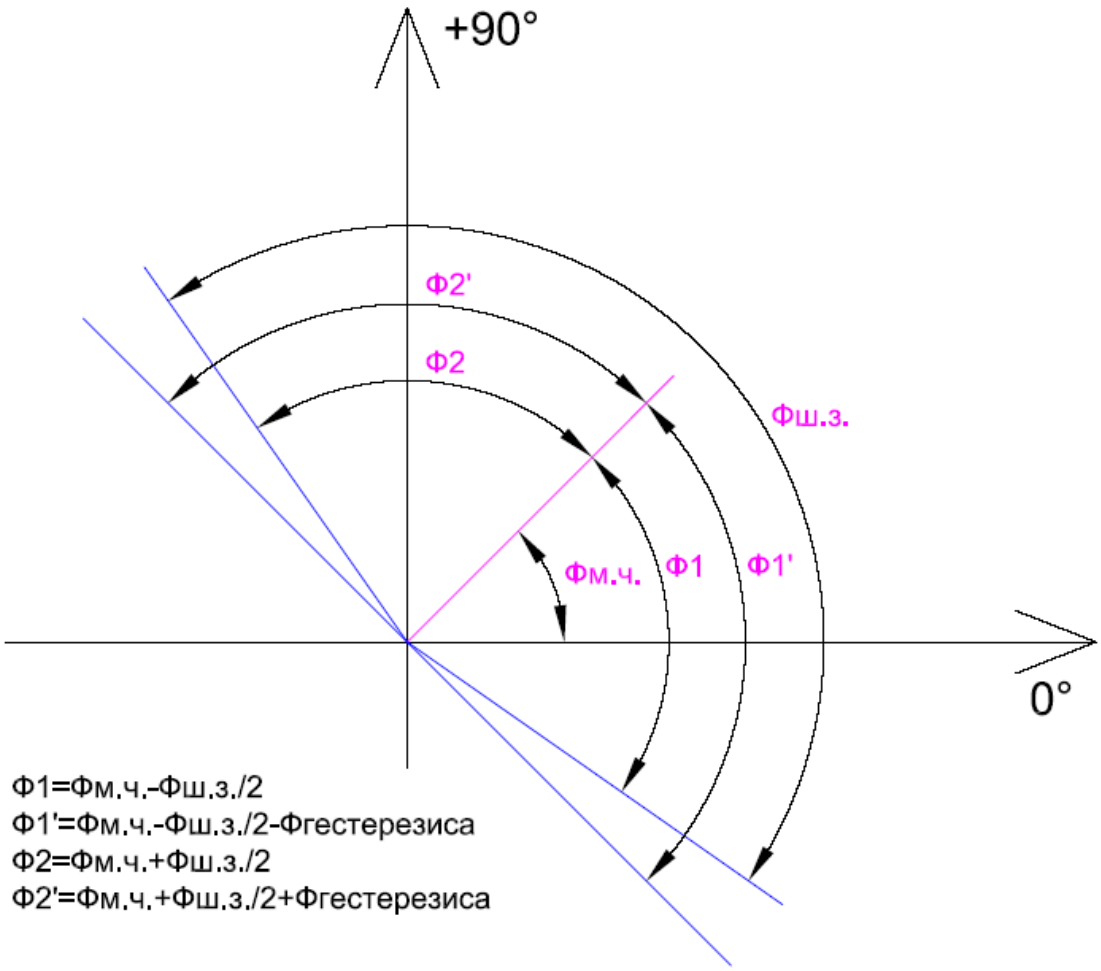


Рисунок 29 – Диаграмма направленности ОЗ

Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме работы МТЗ представлена на (Рисунок 30).

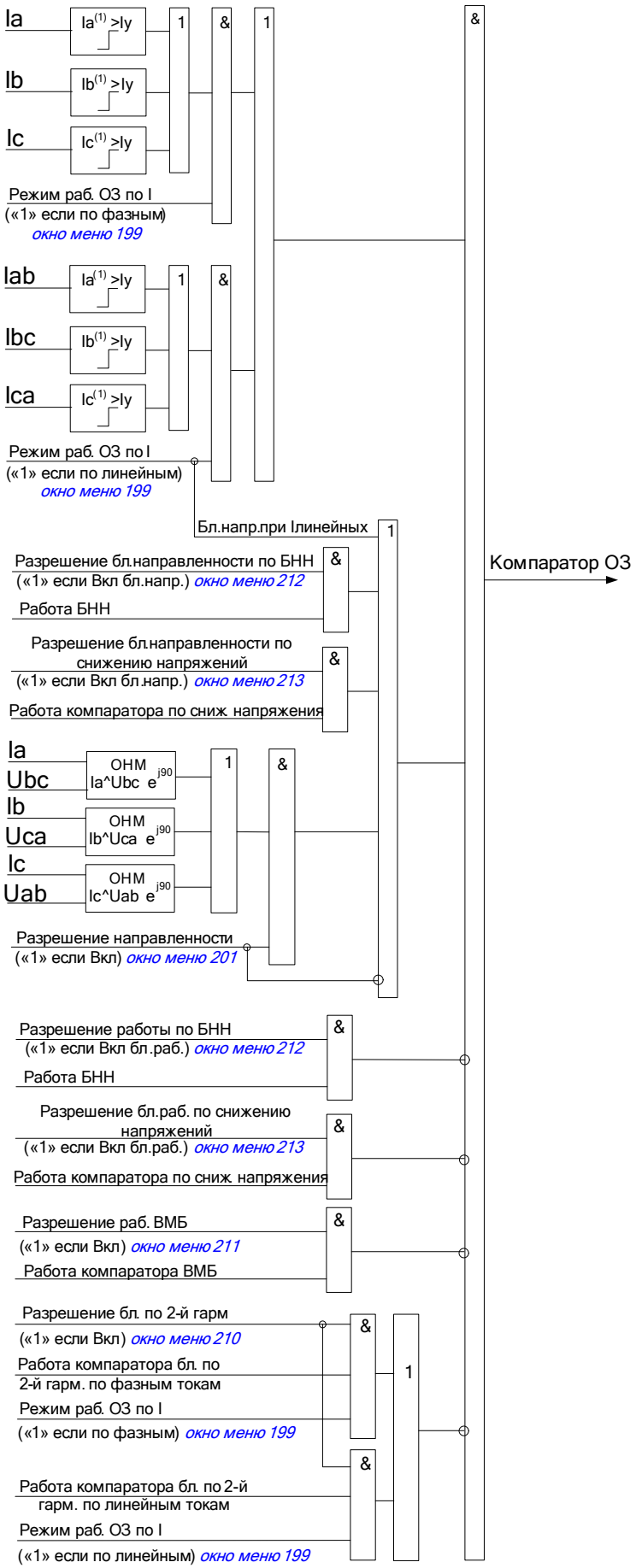


Рисунок 30 – Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме МТЗ

В (Таблица 20) представлены уставки ОЗ в режиме работы МТЗ

Таблица 20 – Уставки ОЗ в режиме работы МТЗ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., МТЗ, ДЗ фаза-фаза, ДЗ фаза-*N*, ДЗ фаза-фаза-*N*	190
Режим работы по току	фазные, линейный	199
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	200
Разрешение направленности	Вкл. / Откл.	201
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	$0…359^0$, с шагом 1^0	202
Выбор уставки по углу ширины зоны $\Phi_{шз}$	$10…180^0$, с шагом 1^0	203
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме ДЗ ($T_{у.дз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	204
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме МТЗ ($T_{у.мтз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	205
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	206
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	207
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	208
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	209

Продолжение таблицы 20

1	2	3
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	210
Разрешение работы с вольт-метровой блокировкой	Откл., Вкл.	211
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Коэффициент возврата по току	0,95	–
Гистерезис по углу	$0\ldots10^0$, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ОЗ в режиме МТЗ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 31).

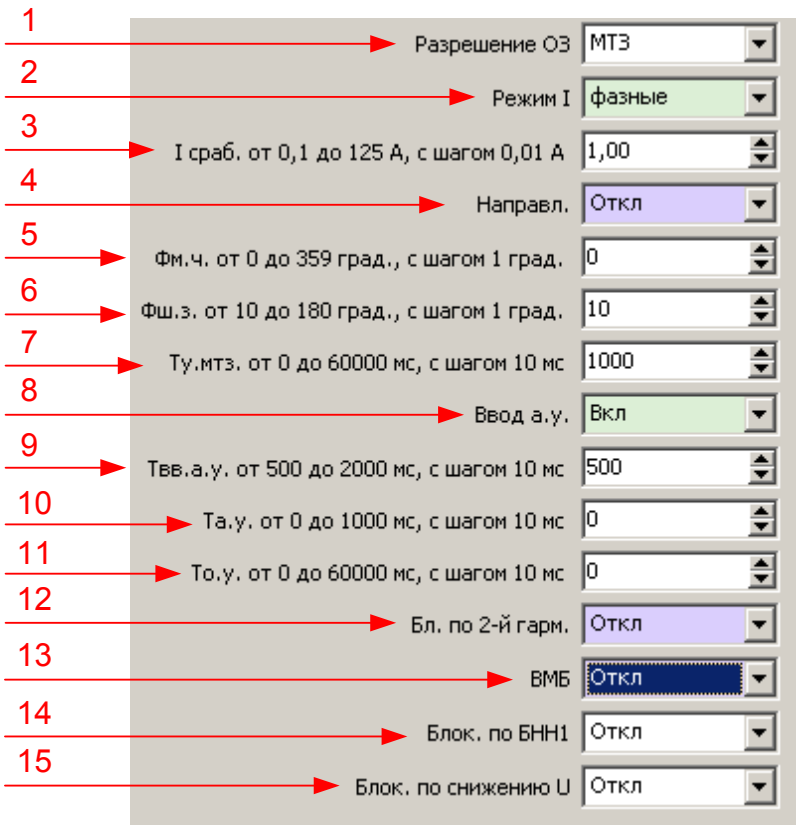


Рисунок 31 – Окно настроек ОЗ в режиме МТЗ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ОЗ в режиме МТЗ;

2 – выбор режима работы по току ОЗ;

3 – ввод уставки по току срабатывания ОЗ;

4 – разрешение работы по направлению мощности;

5 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$;

6 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $\Phi_{шз}$;

7 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание в режиме МТЗ ($T_{у.мтз}$);

8 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ОЗ;

9 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ОЗ ($T_{ввау}$);

10 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ОЗ ($T_{зау}$);

11 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ОЗ ($T_{зоу}$);

12 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

13 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по ВМБ;

14 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по БНН;

15 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по снижению напряжения.

В режиме ДЗ компаратор функции работает по сопротивлению. В режиме ДЗ есть возможность выбора трех типов характеристик срабатывания по сопротивлению: круговая с центром в начале координат, с возможностью выреза сектора; эллиптическая, проходящая через начало координат; полигональная.

Устройство постоянно по соотношению токов определяет тип КЗ (*A0, B0, C0, AB, BC, CA, ABC*). ОЗ в режиме ДЗ работает по определенному контуру КЗ. Тип КЗ определяется по следующим условиям:

Тип КЗ = *A0*, если $((I_a > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_c < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$;

Тип КЗ = *B0*, если $((I_a < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_c < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$;

Тип КЗ = *C0*, если $((I_a < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И

$(I_c > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$;

Тип КЗ = *AB*, если $((I_a > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И

$(I_c < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$;

Тип КЗ = *BC*, если $((I_a < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И

$(I_c > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$;

Тип КЗ = *CA*, если $((I_a > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b < 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И

$(I_c > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$;

Тип КЗ = *ABC*, если $((I_a > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И $(I_b > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c))$ И

$(I_c > 0{,}9max(I_a, I_b, I_c)))$.

Для каждого типа характеристики ОЗ может контролировать:

а) межфазные петли *AB*, *BC*, *CA* (работа ступени разрешена как «ДЗ фаза-фаза»).

Сопротивления подсчитываются по формуле:

$$Z_{ф1ф2} = \left(U_{ф1ф2}\right)/\left(I_{ф1ф2}\right), \qquad (1)$$

Значения напряжений и токов, используемых при расчете сопротивлений по формуле (1), приведены в (Таблица 21).

Таблица 21 – Составляющие для расчета межфазных сопротивлений

Сопротивление петли	Числитель формулы (1)	Знаменатель формулы (1)
Z_{ab}	U_{ab}	I_{ab}
Z_{bc}	U_{bc}	I_{bc}
Z_{ca}	U_{ca}	I_{ca}

Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме работы ДЗ с контролем межфазных петель представлена на (Рисунок 32).

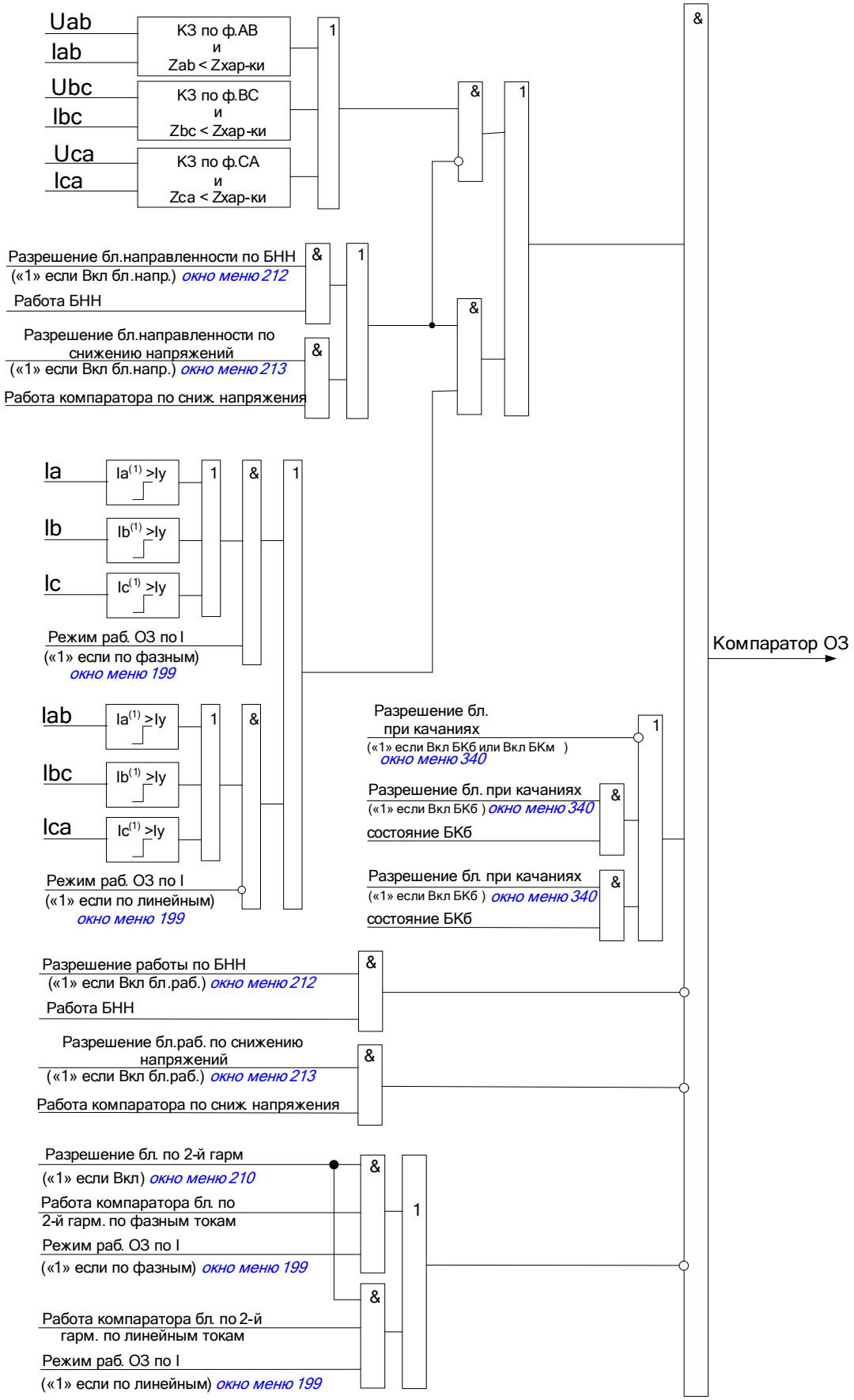


Рисунок 32 – Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме ДЗ при контроле межфазных петель *АВ*, *ВС*, *СА*

б) фазные петли *A0*, *B0*, *C0* (работа ступени разрешена как «ДЗ фаза-*N*»).

Сопротивления подсчитываются по формуле:

$$Z_{ф0} = U_ф/\left(I_ф + \kappa I_0\right) , \qquad (2)$$

Значения напряжений и токов, используемых при расчете сопротивлений по формуле (2), приведены в (Таблица 22).

Таблица 22 – Составляющие для расчета межфазных сопротивлений

Сопротивление петли	Числитель формулы (2)	Знаменатель формулы (2)
Z_{a0}	U_a	$I_a + \kappa I_0$
Z_{b0}	U_b	$I_b + \kappa I_0$
Z_{c0}	U_c	$I_c + \kappa I_0$

Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме работы ДЗ с контролем фазных петель представлена на (Рисунок 33).

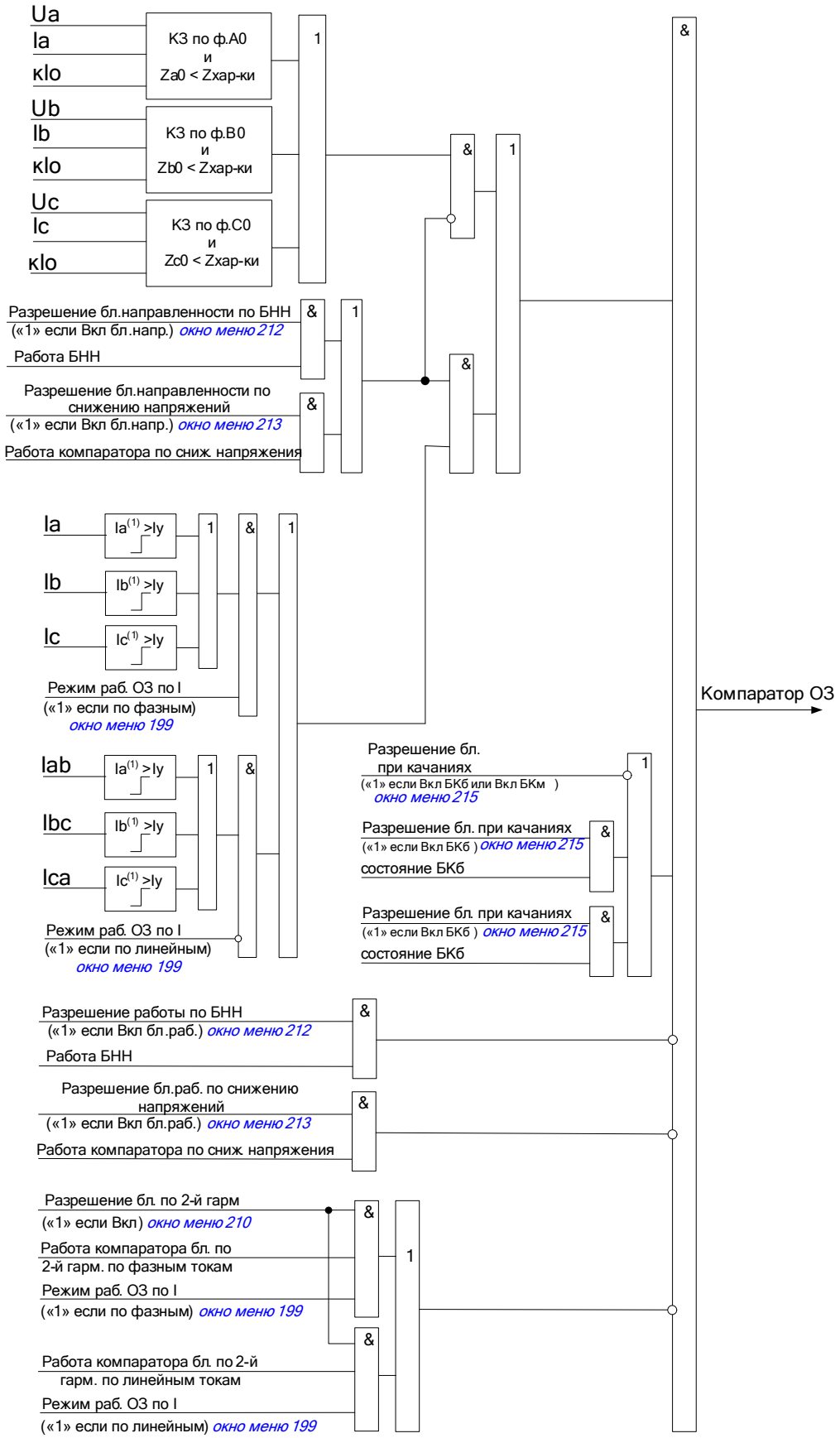


Рисунок 33 – Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме ДЗ при контроле фазных петель *А0*, *В0*, *С0*

в) все петли (работа ступени разрешена как «ДЗ фаза-фаза-*N*»).

Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме работы ДЗ с контролем всех петель представлена на (Рисунок 34).

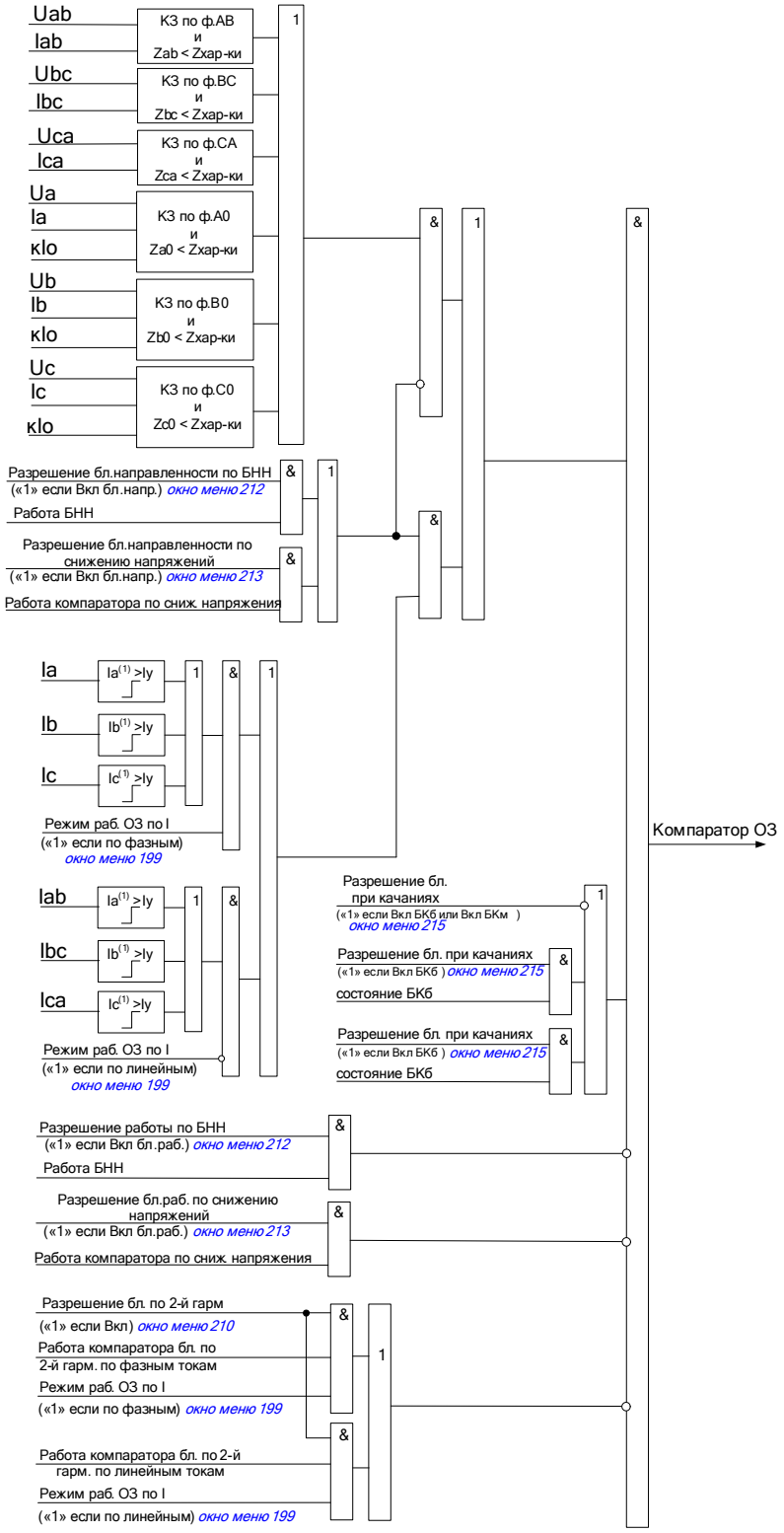


Рисунок 34 – Функциональная схема логики компаратора ОЗ в режиме ДЗ при контроле всех петель *А0*, *В0*, *С0*, *АВ*, *ВС*, *СА*

В режиме ДЗ для компаратора ОЗ уставками может задаваться режим работы по направлению мощности (для круговой характеристики), режим работы с вырезом по нагрузке, блокироваться или переводиться в ненаправленную токовую при неисправности цепей напряжения (БНН) и с блокировкой от качаний, блокироваться или переводиться в ненаправленную дистанционную или ненаправленную токовую по факту снижения напряжения ниже нижней границы. При работе с блокировкой от качаний защита всегда заблокирована и разрешается работа защиты только на время работы соответствующей ступени блокировки от качаний, от которой разрешен пуск ОЗ.

При автоматическом переходе ДЗ в МТЗ защита работает по токам, которые заданы соответствующей уставкой.

По факту работы отдельной функции блокировки по отношению уровня второй гармоники к уровню первой, уставкой можно разрешить или запретить блокировку ступени ОЗ в режиме ДЗ. При этом учитывается режим работы ОЗ по току: по фазным токам, блокировка работает по отношению гармоник в фазных токах, при работе по линейным – в линейных.

По факту работы БНН возможны следующие режимы работы:

1) для ДЗ с круговой не направленной характеристикой:

– «блокировка работы направленности» или «блокировка отключена» – в данном варианте ОЗ не реагирует на работу БНН;

– «блокировка работы ступени» – в данном варианте ОЗ полностью блокируется по факту работу БНН;

2) для ДЗ с круговой направленной, эллиптической, полигональной характеристикой можно задать следующие режимы работы:

– «блокировка отключена» – в данном варианте ОЗ не реагирует на работу БНН;

– «блокировка работы ступени» – в данном варианте ОЗ полностью блокируется по факту работу БНН;

– «блокировка работы направленности» – в данном варианте ОЗ автоматически переводится в токовую ненаправленные.

При снижении фазных токов ниже $0{,}02I_{н}$, работа ОЗ в режиме ДЗ блокируется.

При снижении фазных (линейных) напряжений ниже порога $0{,}01U_{н}$ ($0{,}02U_{н}$), наличии тока выше $0{,}02I_{н}$ ступени ДЗ на время 0,5 с, переводятся на работу по памяти. При этом для определения фаз рабочих напряжений в момент их снижения (исчезновения) с частотой 50 Гц, моделируется продолжение на 0,5 с изменения синусоиды до снижения напряжения.

Если снизились все напряжения ниже указанного порога и истекли 0,5 с распространения фазы нормального режима (работа по памяти), то работа ОЗ с круговой направленной, эллиптической и полигональной характеристикой в режиме ДЗ работает согласно выбранного режима. По факту снижения напряжения ниже нижней границы возможны следующие режимы работы:

1) на работу ДЗ с круговой не направленной характеристикой не влияет снижение напряжения;

2) для ДЗ с круговой направленной, эллиптической, полигональной характеристикой можно задать следующие режимы работы:

– «блокировка отключена» – в данном варианте ОЗ не реагирует на снижение напряжения до уровня ограничения расчета угла. После снижения напряжения ниже уровня блокировки расчета угла ОЗ блокируется;

– «блокировка работы ступени» – в данном варианте ОЗ полностью блокируется по факту снижения напряжения;

– «блокировка работы направленности» – в данном варианте при снижении напряжений ниже нижней границы проверяется разрешение работы по дополнительной зоне ДЗ:

- если работа по дополнительной зоне запрещена, то ОЗ автоматически переводится в токовую ненаправленные;
- если работа по дополнительной зоне разрешена, то ОЗ отрабатывает по алгоритму круговой ненаправленной ДЗ с уставками по сопротивлению для дополнительной зоны. Если при отработке дополнительной зоны защита не

сработает, то она автоматически перейдет в основной цикл работы ДЗ с расчетом на то, что защита может отработать по памяти.

Диаграмма выреза по нагрузке представлена на (Рисунок 35).

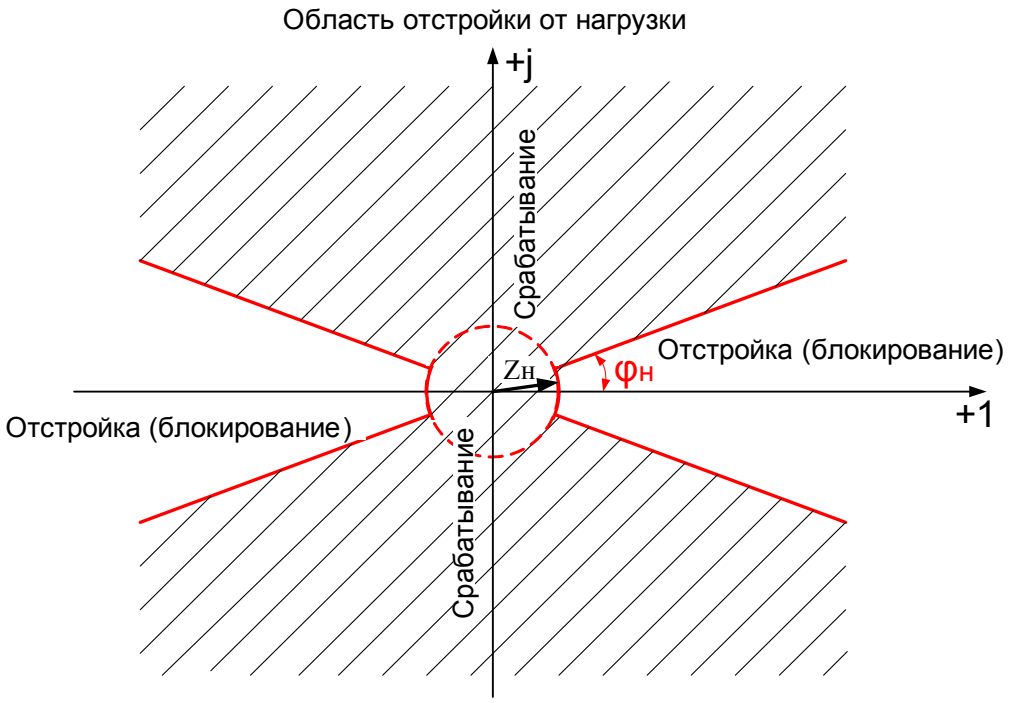


Рисунок 35 – Диаграмма выреза по нагрузке

Если значение одного фазного тока (I_{A}, I_{B}, I_C соответственно) меньше 0,02 номинального значения тока, тогда определение угла для соответствующего сопротивления считается невозможным и работа ДЗ с круговой направленной, эллиптической, полигональной характеристикой блокируется по данной фазе.

Круговую характеристику описывает круг с центром в начале координат и радиусом равным $Z_{\text{ср}}$. Круговая характеристика представлена на (Рисунок 36).

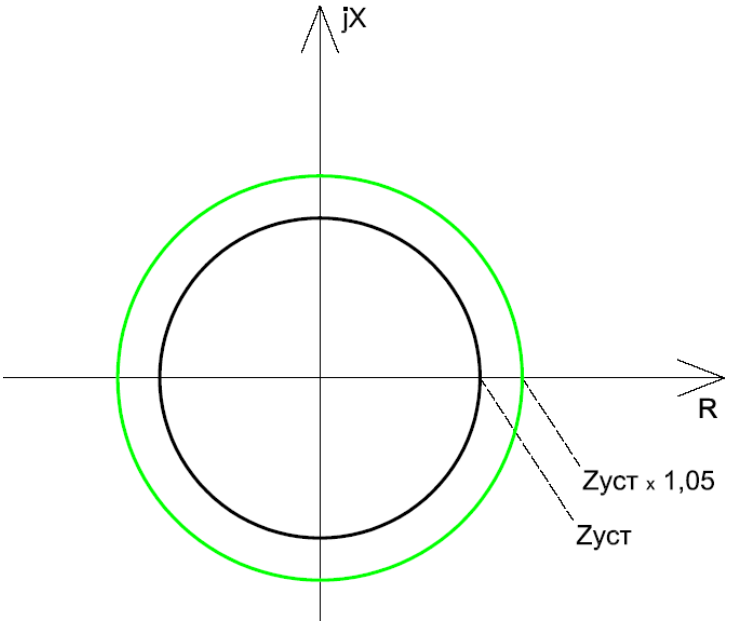


Рисунок 36 – Круговая характеристика ОЗ в режиме работы ДЗ

Характеристика с режимом работы по направлению мощности представлена на (Рисунок 37).

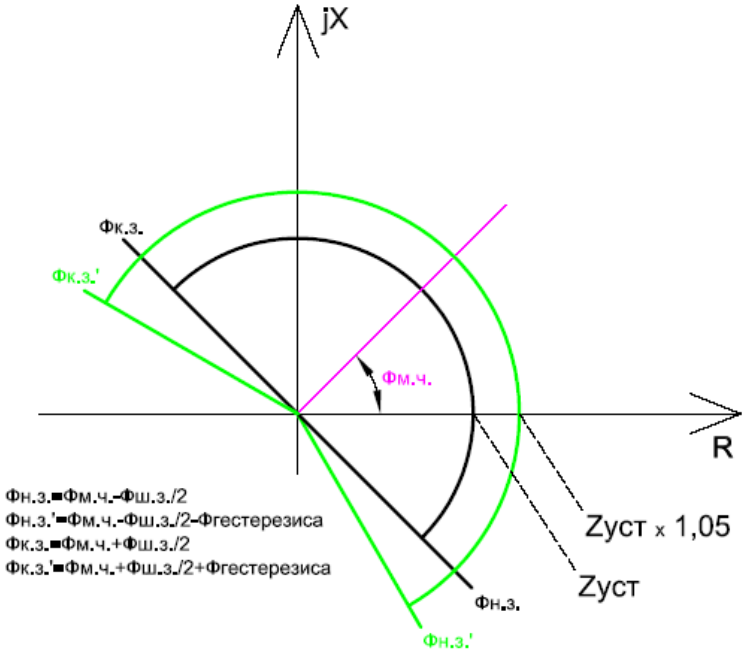


Рисунок 37 – Круговая характеристика ОЗ с режимом работы по направлению мощности

Уставки ОЗ в режиме работы ДЗ с круговой характеристикой представлены в (Таблица 23).

Таблица 23 – Уставки ОЗ в режиме работы ДЗ с круговой характеристикой

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., МТЗ, ДЗ фаза-фаза, ДЗ фаза-*N*, ДЗ фаза-фаза-*N*	190
Выбор типа характеристики ОЗ	1 – круговая, 2 – эллиптическая, 3 – полигональная	191
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания	0,1…500 Ом, с шагом 0,01 Ом	192
Разрешение работы дополнительной зоны	Вкл. / Откл.	197
Уставка по сопротивлению срабатыванию дополнительной зоны	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	198
Режим работы по току	фазные, линейный	199
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	200
Разрешение направленности	Вкл. / Откл.	201
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	$0…359^0$, с шагом 1^0	202
Выбор уставки по углу ширины зоны $\Phi_{шз}$	$10…180^0$, с шагом 1^0	203
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме ДЗ ($T_{у.дз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	204

Продолжение таблицы 23

1	2	3
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме МТЗ ($T_{у.мтз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	205
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	206
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	207
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	208
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	209
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	210
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Блокировка по нагрузке	Откл., Вкл.	214
Выбор уставки по сопротивлению нагрузки	10…500 Ом, с шагом 0,1 Ом	360
Блокировка при качаниях	Откл., Вкл БКб., Вкл БКм.	215
Коэффициент возврата по току	0,95	–
Гистерезис по углу	$0…10^0$, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ОЗ в режиме ДЗ с круговой характеристикой в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 38).

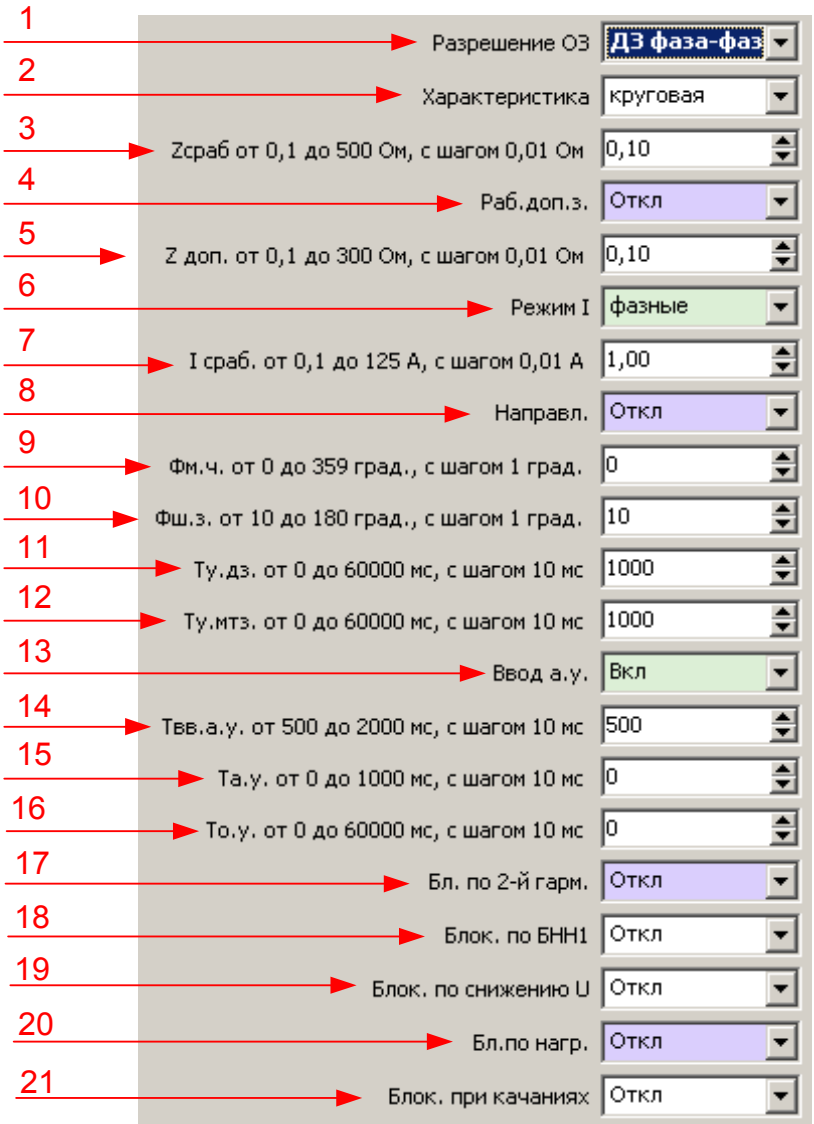


Рисунок 38 – Окно настроек ДЗ с круговой характеристикой в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ОЗ в режиме ДЗ;

2 – выбор типа характеристики ДЗ;

3 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ОЗ (Z_y);

4 – разрешение работы дополнительной зоны по сопротивлению;

5 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания дополнительной зоны ОЗ ($Z_{доп}$);

6 – выбор режима работы по току (при переводе ДЗ в МТЗ);

7 – ввод уставки по току срабатывания ОЗ (при переводе ДЗ в МТЗ);

8 – разрешение работы по направлению мощности;

9 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$;

10 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $Ф_{шз}$;

11 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ОЗ в режиме ДЗ ($T_{у.дз}$);

12 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ОЗ в режиме МТЗ ($T_{у.мтз}$);

13 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ОЗ;

14 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ОЗ ($T_{ввау}$);

15 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ОЗ ($T_{зау}$);

16 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ОЗ ($T_{зоу}$);

17 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

18 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по БНН;

19 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по снижению напряжения;

20 – разрешение или запрет блокировки по нагрузке;

21 – разрешение или запрет блокировки от качаний.

Эллиптическую характеристику описывает эллипс, проходящий через начало координат. У эллипса большая полуось направлена по $Ф_{мч}$ и равна $Z_{ср}$, а малая полуось пропорциональна большой через коэффициент эллипса K. Эллиптическая характеристика представлена на (Рисунок 39).

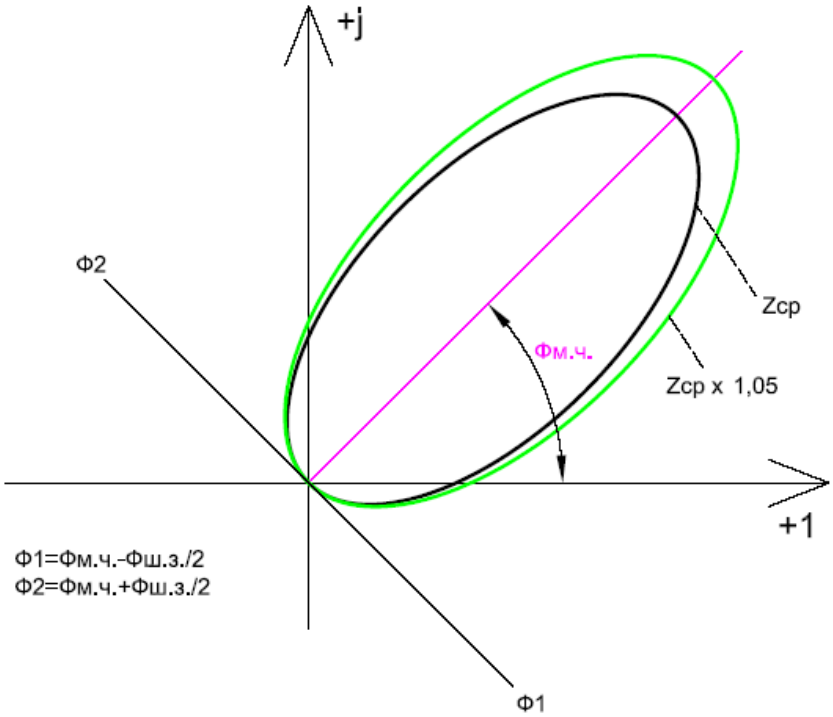


Рисунок 39 – Эллиптическая характеристика ОЗ в режиме работы ДЗ

В (Таблица 24) представлены уставки ОЗ в режиме работы ДЗ с эллиптической характеристикой.

Таблица 24 – Уставки ОЗ в режиме работы ДЗ с эллиптической характеристикой

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., МТЗ, ДЗ фаза-фаза, ДЗ фаза-*N*, ДЗ фаза-фаза-*N*	190
Выбор типа характеристики ОЗ	1 – круговая, 2 – эллиптическая, 3 – полигональная	191
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания	0,1…500 Ом, с шагом 0,01 Ом	192
Разрешение работы дополнительной зоны	Вкл. / Откл.	197
Уставка по сопротивлению срабатыванию дополнительной зоны	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	198
Режим работы по току	фазные, линейный	199
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	200
Коэффициент эллипса	0,1…1,0, с шагом 1	201
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	0…359^0, с шагом 1^0	202
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме ДЗ ($T_{у.дз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	204
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме МТЗ ($T_{у.мтз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	205

Продолжение таблицы 24

1	2	3
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	206
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	207
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	208
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	209
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	210
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Блокировка по нагрузке	Откл., Вкл.	214
Блокировка при качаниях	Откл., Вкл БКб., Вкл БКм.	215
Коэффициент возврата по току	0,95	–
Гистерезис по углу	0…10^0, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ОЗ в режиме ДЗ с эллиптической характеристикой в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 40).

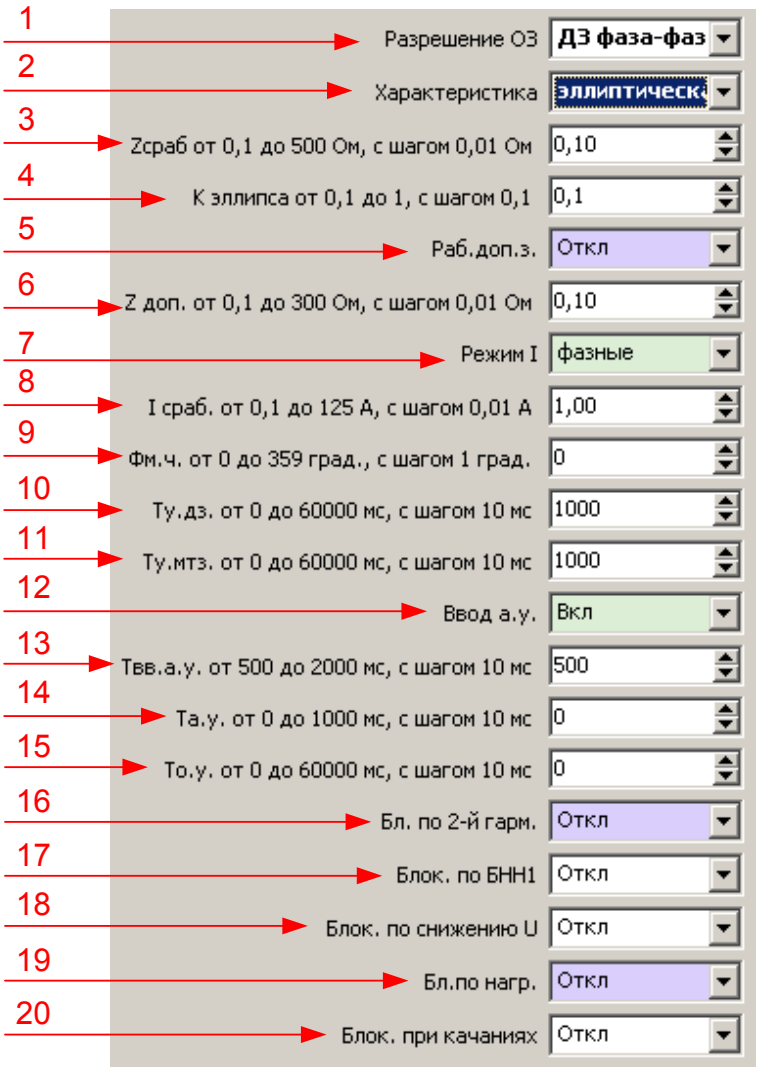


Рисунок 40 – Окно настроек ДЗ с эллиптической характеристикой в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ОЗ в режиме ДЗ;

2 – выбор типа характеристики ДЗ;

3 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ОЗ (Z_y);

4 – ввод уставки по коэффициенту эллипса;

5 – разрешение работы дополнительной зоны по сопротивлению;

6 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания дополнительной зоны ОЗ ($Z_{доп}$);

7 – выбор режима работы по току (при переводе ДЗ в МТЗ);

8 – ввод уставки по току срабатывания ОЗ (при переводе ДЗ в МТЗ);

9 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$;

10 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ОЗ в режиме ДЗ ($T_{у.дз}$);

11 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ОЗ в режиме МТЗ ($T_{\text{у.мтз}}$);

12 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ОЗ;

13 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ОЗ ($T_{\text{ввау}}$);

14 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ОЗ ($T_{\text{зау}}$);

15 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ОЗ ($T_{\text{зоу}}$);

16 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

17 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по БНН;

18 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по снижению напряжения;

19 – разрешение или запрет блокировки по нагрузке;

20 – разрешение или запрет блокировки от качаний.

Полигональную характеристику описывает четырехугольник.

Для $\Phi_{\text{мч}}$ от 0 до 179 градусов сверху и снизу, полигональная характеристика ограничена прямыми 3 и 6, которые параллельны оси «+1» и отстают от нее на расстояние X_y. Слева ограничена прямой 4, которая параллельна оси «+*J*» и отстает от нее на расстояние $0{,}5R_{\text{пр}}$. Справа ограничена прямой 2, которая проходит под углом $\Phi_{\text{пр}}$ к оси «+1» и пересекает ее в точке, отстающей от оси «+*J*» расстояние $R_{\text{пр}}$. Далее, в полученной фигуре делается вырез по сектору направленности прямыми 1 и 5, которые являются границами зоны работы по направлению мощности с центром зоны по углу $\Phi_{\text{мч}}$.

Полигональная характеристика для $\Phi_{\text{мч}}$ от 0 до 179 градусов представлена на (Рисунок 41).

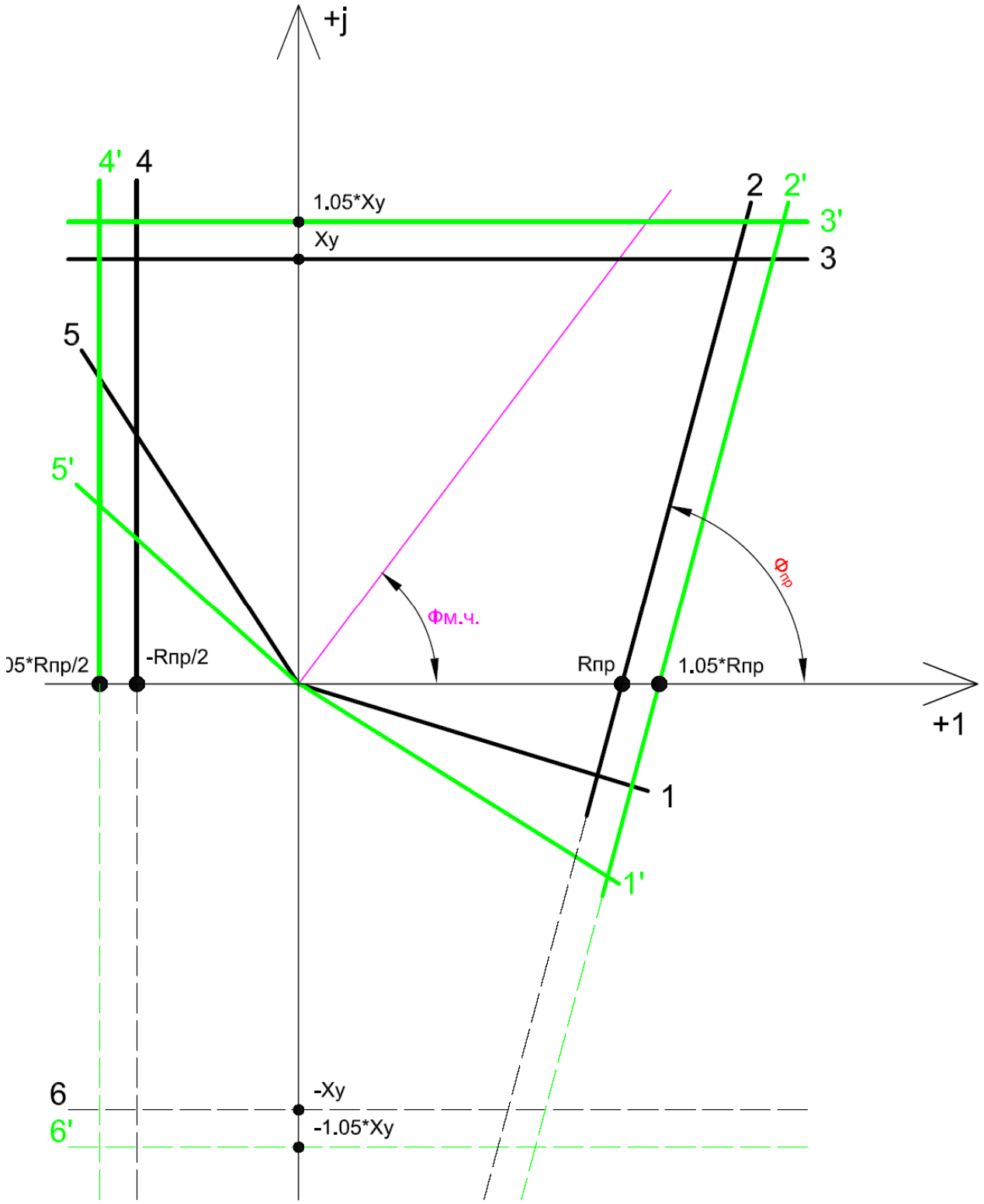


Рисунок 41 – Полигональная характеристика ОЗ в режиме работы ДЗ при углах $\Phi_{мч}$ от 0 до 179 градусов

Полигональная характеристика для углов $\Phi_{мч}$ от 180 до 359 градусов представлена на (Рисунок 42).

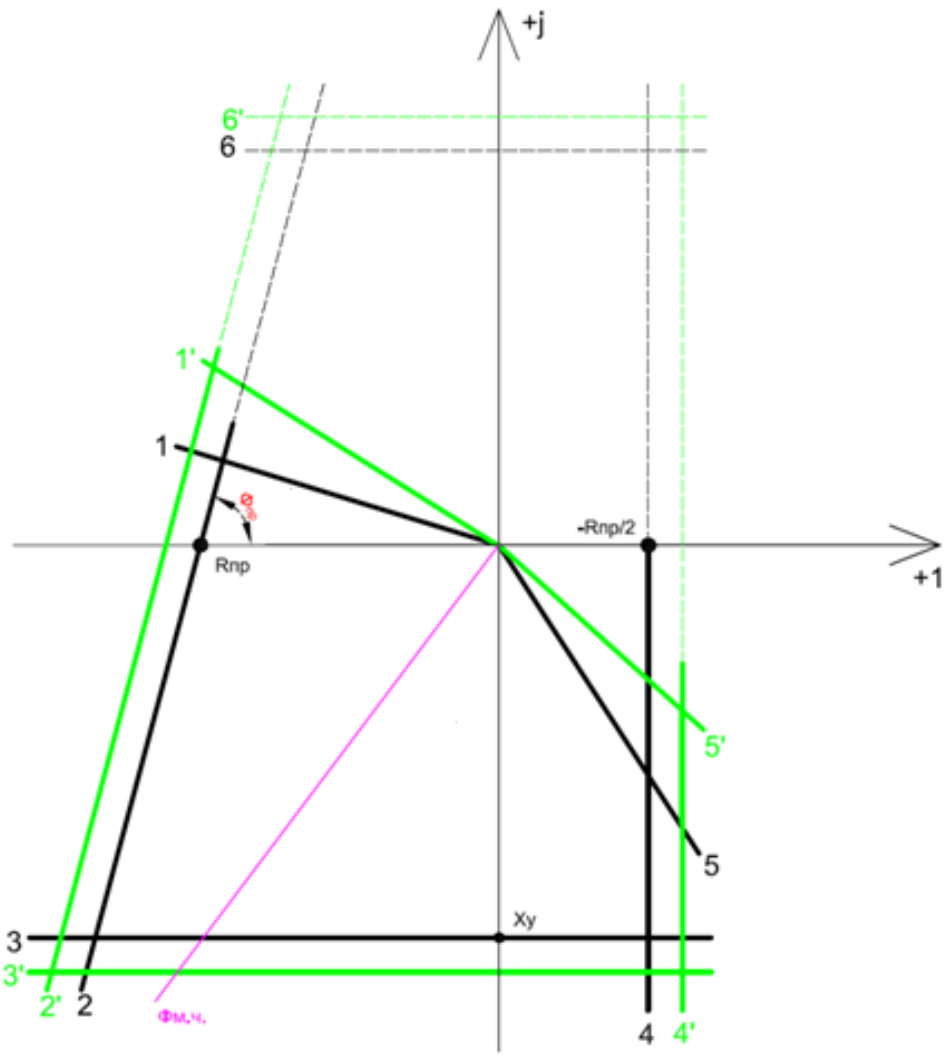


Рисунок 42 – Полигональная характеристика ОЗ в режиме работы ДЗ при углах $\Phi_{мч}$ от 180 до 359 градусов

Для углов $\Phi_{мч}$ от 180 до 359 градусов сверху и снизу, полигональная характеристика ограничена прямыми 3 и 6, которые параллельны оси «+1» и отстают от нее на расстояние X_y . Справа, ограничена прямой 4, которая параллельна оси «+*J*» и отстает от нее на расстояние $0{,}5R_{пр}$. Слева, ограничена прямой 2, которая проходит под углом $\Phi_{пр}$ к оси «+1» и пересекает ее в точке отстающей от оси «+*J*» расстояние $R_{пр}$. Далее, в полученной фигуре делается вырез по сектору направленности прямыми 1 и 5, которые являются границами зоны работы по направлению мощности с центром зоны по углу $\Phi_{мч}$.

Уставки ОЗ в режиме работы ДЗ с полигональной характеристикой представлены в (Таблица 25).

Таблица 25 – Уставки ОЗ в режиме работы ДЗ с полигональной характеристикой

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., МТЗ, ДЗ фаза-фаза, ДЗ фаза-*N*, ДЗ фаза-фаза-*N*	190
Выбор типа характеристики ОЗ	1 – круговая, 2 – эллиптическая, 3 – полигональная	191
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания X_y	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	194
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания $R_{пр}$	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	195
Выбор уставки по углу $\Phi_{пр}$	$30…90^0$, с шагом 1^0	196
Разрешение работы дополнительной зоны	Вкл. / Откл.	197
Уставка по сопротивлению срабатыванию дополнительной зоны	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	198
Режим работы по току	фазные, линейный	199
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	200
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	$0…359^0$, с шагом 1^0	202
Выбор уставки по углу ширины зоны $\Phi_{шз}$	$10…180^0$, с шагом 1^0	203

Продолжение таблицы 25

1	2	3
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме ДЗ ($T_{у.дз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	204
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с режиме МТЗ ($T_{у.мтз.}$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	205
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	206
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	207
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	208
Выбор уставки по времени срабатывания ОЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	209
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	210
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Блокировка по нагрузке	Откл., Вкл.	214
Выбор уставки по сопротивлению нагрузки	10…500 Ом, с шагом 0,1 Ом	360
Блокировка при качаниях	Откл., Вкл БКб., Вкл БКм.	215
Коэффициент возврата по току	0,95	–
Гистерезис по углу	$0…10^0$, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ОЗ в режиме ДЗ с полигональной характеристикой в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 43).

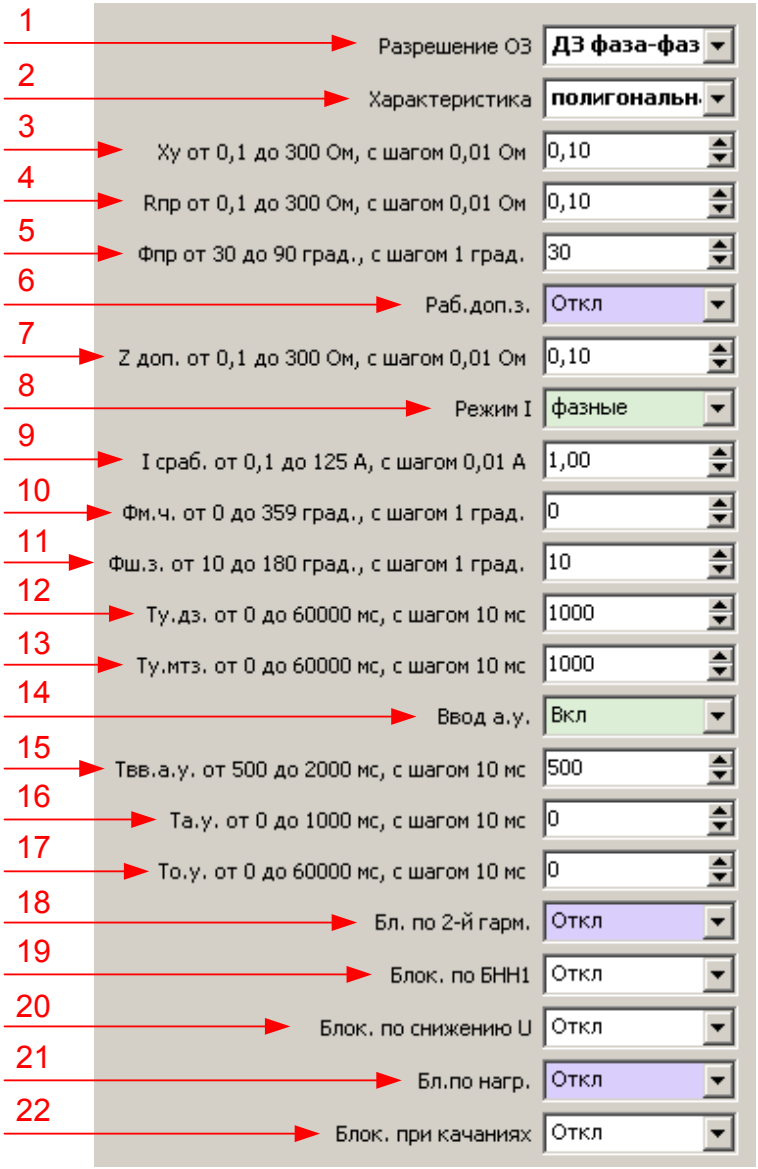


Рисунок 43 – Окно настроек ДЗ с полигональной характеристикой в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ОЗ в режиме ДЗ;

2 – выбор типа характеристики ДЗ;

3 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ОЗ (X_y);

4 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ОЗ ($R_{пр}$);

5 – ввод уставки по углу $\Phi_{пр}$;

6 – разрешение работы дополнительной зоны по сопротивлению;

7 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания дополнительной зоны ОЗ ($Z_{доп}$);

8 – выбор режима работы по току (при переводе ДЗ в МТЗ);

9 – ввод уставки по току срабатывания ОЗ (при переводе ДЗ в МТЗ);

10 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$;

11 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $\Phi_{шз}$;

12 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ОЗ в режиме ДЗ ($T_{у.дз}$);

13 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ОЗ в режиме МТЗ ($T_{у.мтз}$);

14 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ОЗ;

15 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ОЗ ($T_{ввау}$);

16 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ОЗ ($T_{зау}$);

17 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ОЗ ($T_{зоу}$);

18 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

19 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по БНН;

20 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по снижению напряжения;

21 – разрешение или запрет блокировки по нагрузке;

22 – разрешение или запрет блокировки от качаний.

1.4.1.2 Защита от замыкания на землю (ЗНЗ)

ЗНЗ может работать по измеренному или расчетному току нулевой последовательности, по измеренному напряжению нулевой последовательности или как дистанционная защита по сопротивлению нулевой последовательности. Устройство содержит восемь ступеней ЗНЗ, каждая ступень имеет одинаковый набор уставок.

Время срабатывания ЗНЗ в режиме работы по расчетному(измеренному) $3I_0$, угле направления мощности нулевой последовательности равном $\Phi_{мч}$ и скачкообразном увеличении тока от $0{,}5I_y$ до $3I_y$ – не более 0,035 с. Время возврата ЗНЗ в режиме работы по $3I_0$, угле направления мощности равном $\Phi_{мч}$ и скачкообразном уменьшении тока от $3I_y$ до $0{,}1I_y$ – не более 0,05 с.

Время срабатывания ЗНЗ в режиме работы по сопротивлению, при угле сопротивления равном $\Phi_{мч}$, токе не менее 1,5 А и скачкообразном снижении напряжения нулевой последовательности от напряжения 100 В, соответствующего $1{,}2Z_y$ до напряжения соответствующего $0{,}6Z_y$ – не более 0,035 с. Время возврата ЗНЗ в режиме работы по сопротивлению, при угле сопротивления равном $\Phi_{мч}$, токе

не менее 1,5 А и скачкообразном увеличении напряжения нулевой последовательности от напряжения, соответствующего $0{,}1Z_y$ до напряжения соответствующего $1{,}2Z_y$ (не более 100 В) – не более 0,05 с.

По результатам работы ЗНЗ формируются сигналы: «Пуск ЗНЗ», «Работа ЗНЗ», «Работа ЗНЗ с ускорением». Данные сигналы могут быть назначены на выходные реле, светодиоды или ДФ.

На (Рисунок 44) приведен фрагмент функциональной схемы логики ЗНЗ.

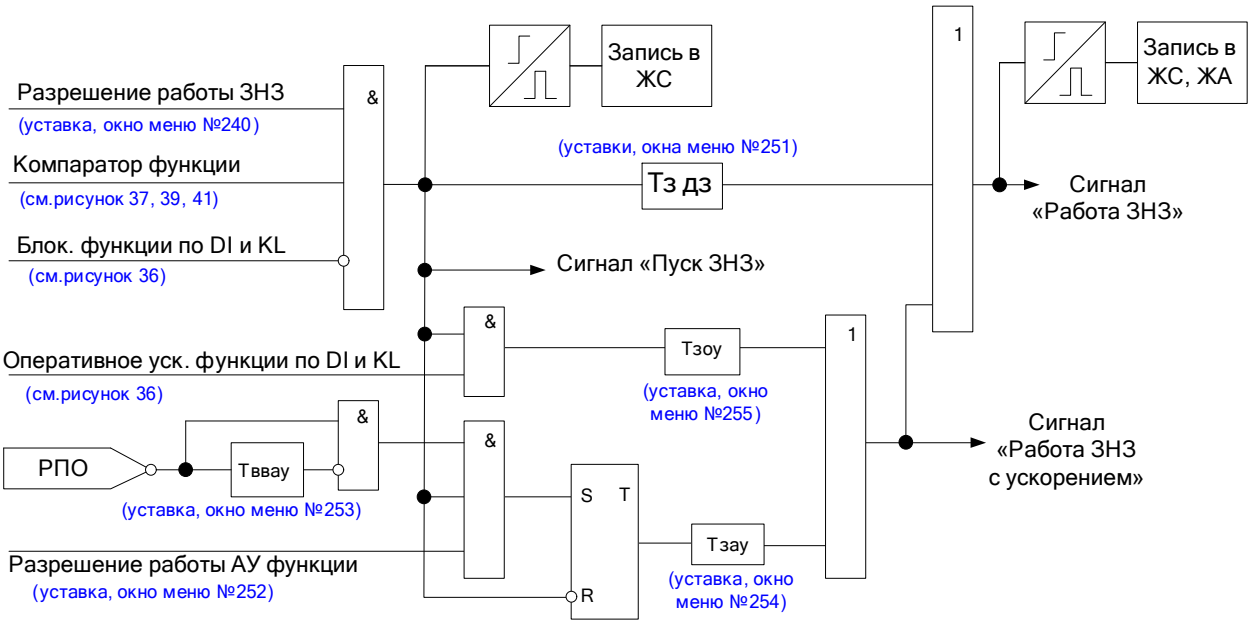


Рисунок 44 – Фрагмент функциональной схемы логики ЗНЗ

Сигналы блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* формируются по логике «ИЛИ» из всех входов и выходов, назначенных на блокировку (ускорение).

По факту работы отдельной функции блокировки по отношению уровня второй гармоники к уровню первой, уставкой можно разрешить или запретить блокировку ступени ЗНЗ. Блокировка по второй гармонике работает по расчетному току нулевой последовательности.

Алгоритм формирования сигналов блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 45).

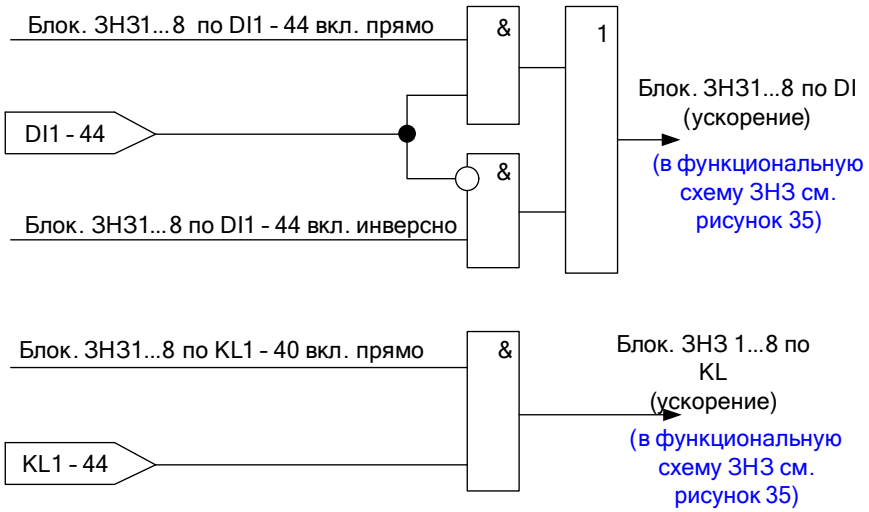


Рисунок 45 – Алгоритм формирования сигналов блокировки (ускорения) ЗНЗ по дискретным входам и логическим выходам реле

Конфигурация ЗНЗ представлена в (Таблица 26).

Таблица 26 – Конфигурация ЗНЗ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Блокировка ЗНЗ 1..8 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	592
Блокировка ЗНЗ 1…8 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	571
Ускорение ЗНЗ 1…8 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	598
Ускорение ЗНЗ 1…8 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	578
Назначение РПО (для работы автоматического ускорения по инверсному значению РПО)	Откл., *DI1…DI44 прямо, DI1…DI44инверсно*	731

Работа ЗНЗ в режиме по $3I_{0_р}$ отличается от режима работы по напряжению или сопротивлению только работой компаратора. Остальная логика работы одинаковая.

В режиме работы по $3I_{0_р}$ расчетному, компаратор функции реагирует на превышение расчетного тока нулевой последовательности $3I_{0_р}$, значение которого

определяется по формуле (3). Дополнительно, в данном режиме работы для компаратора, уставками может задаваться режим работы по направлению мощности нулевой последовательности и режим работы с блокировкой по уровню напряжения нулевой последовательности.

$$3I_{0_р} = I_a + I_b + I_c \,, \qquad (3)$$

Если значение тока нулевой последовательности $3I_0$ меньше $0{,}1I_н$ или значение напряжения нулевой последовательности меньше $0{,}05U_н$, тогда определение угла считается невозможным, работа ступени или блокируется, или переводится в токовую ненаправленную (задается уставкой).

При срабатывании защиты от обрыва цепей напряжения (БНН) есть возможность не реагировать на БНН, блокировать работу ступени или переводить в токовую ненаправленную.

Для направленных защит ЗНЗ во всех режимах введен гистерезис по углу на концах зоны срабатывания с уставкой в диапазоне от 0 до 10 градусов (с шагом 1 градус). Задаваемая уставка по гистерезису говорит о том, что для выхода из зоны срабатывания нужно угол повернуть на заданное уставкой по гистерезису значение градусов больше как с одной, так и с другой стороны в сторону зоны несрабатывания.

Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме работы по $3I_0$ представлена на (Рисунок 46).

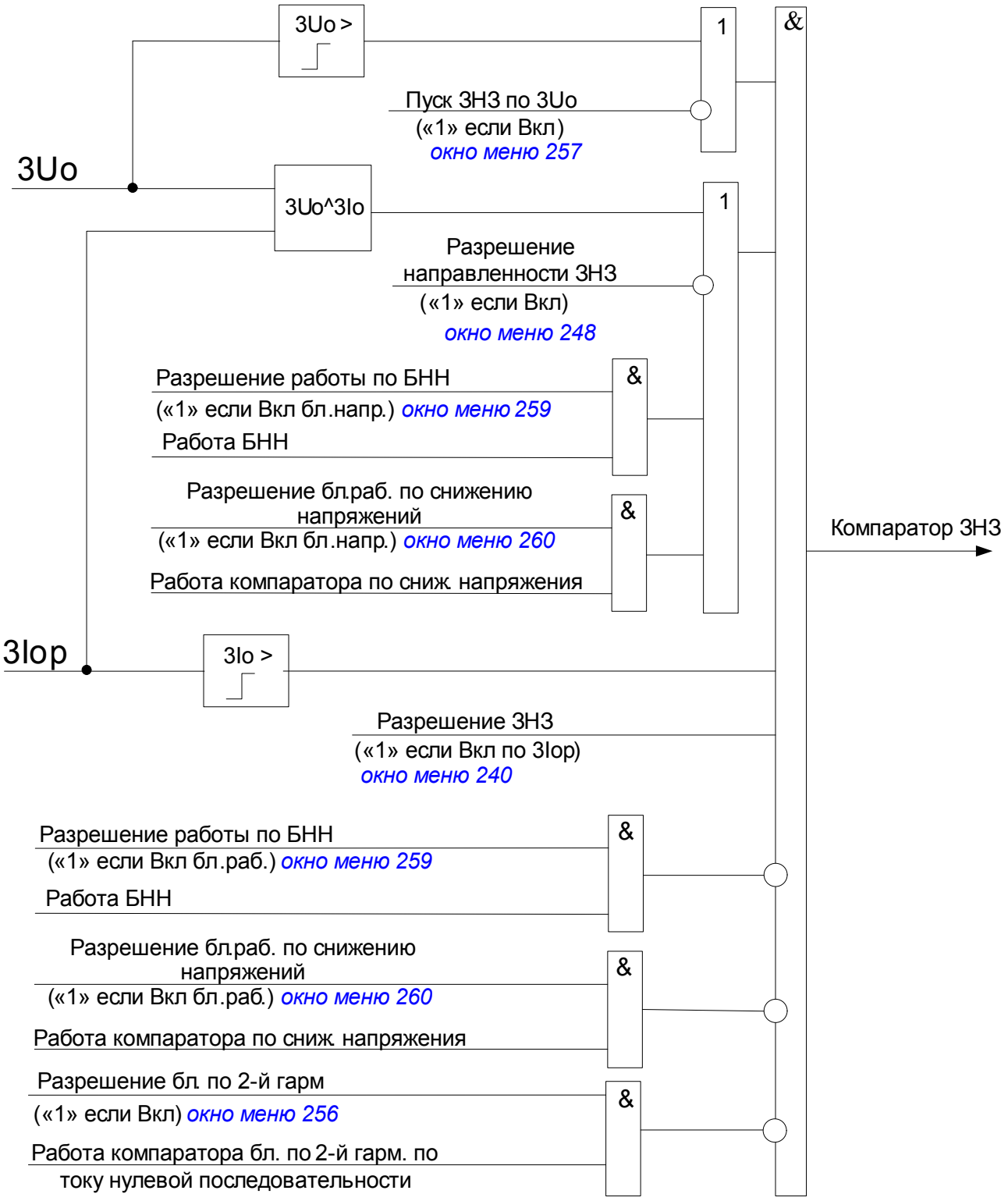


Рисунок 46 – Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме по $3I_{0_p}$

Уставки ЗНЗ в режиме работы по $3I_{0_p}$ представлены в (Таблица 27).

Таблица 27 – Уставки ЗНЗ в режиме работы по $3I_{0_р}$

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по $3I_{0_р}$, Вкл. по $3I_{0_и}$, Вкл. по $3U_0$, Вкл. по $Z_{0_р}$,	239
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	247
Разрешение направленности	Вкл. / Откл.	248
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	$0…359^0$, с шагом 1^0	249
Выбор уставки по углу ширины зоны $\Phi_{шз}$	$10…180^0$, с шагом 1^0	250
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ ($T_з$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	251
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	252
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	253
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	254
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	255
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	256
Разрешение блокировки по напряжению $3U_0$	Откл., Вкл.	257
Выбор уставки по напряжению ЗНЗ	2,0…100 В, с шагом 1 В	258
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212

Продолжение таблицы 27

1	2	3
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Коэффициент возврата	0,95	–
Гистерезис по углу	0…10^0, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ЗНЗ в режиме по $3I_0$ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 47).

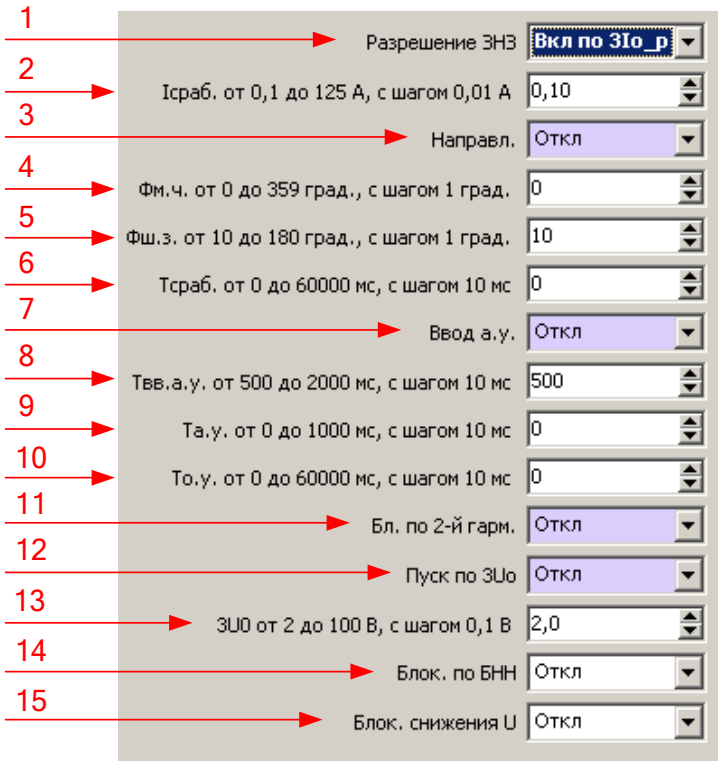


Рисунок 47 – Окно настроек ЗНЗ в режиме по $3I_{0_р}$ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗНЗ в режиме по $3I_{0_р}$;

2 – ввод уставки по току срабатывания ЗНЗ;

3 – разрешение работы по направлению мощности;

4 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$;

5 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $Ф_{шз}$;

6 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

7 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗНЗ;

8 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{\text{ввау}}$);

9 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{\text{зау}}$);

10 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗНЗ ($T_{\text{зоу}}$);

11 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

12 – разрешение или запрет пуска ЗНЗ по напряжению $3U_0$;

13 – ввод уставки по напряжению пуска ЗНЗ

14 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по БНН;

15 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по снижению напряжения.

В режиме работы по $3I_{0_и}$ измеренному компаратор функции реагирует на превышение измеренного тока нулевой последовательности $3I_{0_и.}$ Дополнительно, в данном режиме работы для компаратора, уставками может задаваться режим работы по направлению мощности нулевой последовательности и режим работы с блокировкой по уровню напряжения нулевой последовательности.

Если значение тока нулевой последовательности $3I_{0_и}$ меньше 0,002 А или значение напряжения нулевой последовательности меньше $0{,}05U_{\text{н}}$, тогда определение угла считается невозможным, работа ступени или блокируется, или переводится в токовую ненаправленную (задается уставкой).

При срабатывании защиты от обрыва цепей напряжения (БНН) есть возможность не реагировать на БНН, блокировать работу ступени или переводить в токовую ненаправленную.

Для направленных защит ЗНЗ во всех режимах введен гистерезис по углу на концах зоны срабатывания с уставкой в диапазоне от 0 до 10 градусов (с шагом 1 градус). Задаваемая уставка по гистерезису говорит о том, что для выхода из зоны срабатывания нужно угол повернуть на заданное уставкой по гистерезису значение градусов больше как с одной, так и с другой стороны в сторону зоны несрабатывания.

Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме работы по $3I_{0и}$ представлена на (Рисунок 48).

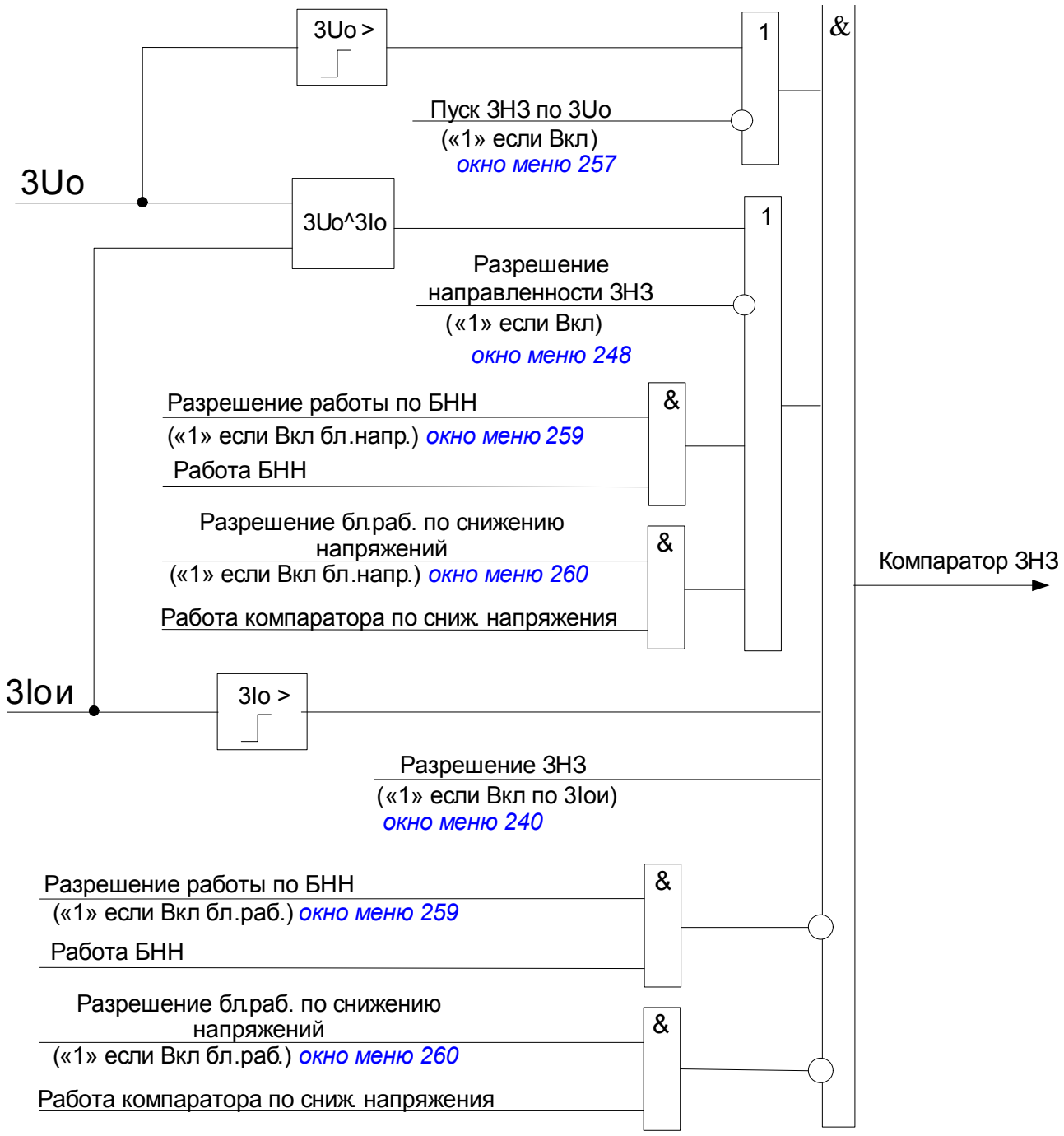


Рисунок 48 – Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме по $3I_{0_и}$

Уставки ЗНЗ в режиме работы по $3I_{0_и}$ представлены в (Таблица 28).

Таблица 28 – Уставки ЗНЗ в режиме работы по $3I_{0_и}$

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по $3I_{0_р}$, Вкл. по $3I_{0_и}$, Вкл. по $3U_0$, Вкл. по $Z_{0_р}$,	239
Выбор уставки по току срабатывания	0,004…5,0 А, с шагом 0,01 А	241
Разрешение направленности	Вкл. / Откл.	248
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	0…359^0, с шагом 1^0	249
Выбор уставки по углу ширины зоны $\Phi_{шз}$	10…180^0, с шагом 1^0	250
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ ($T_з$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	251
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	252
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	253
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	254
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	255
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	256
Разрешение блокировки по напряжению $3U_0$	Откл., Вкл.	257
Выбор уставки по напряжению ЗНЗ	2,0…100 В, с шагом 1 В	258
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213

Продолжение таблицы 28

1	2	3
Коэффициент возврата	0,95	–
Гистерезис по углу	0…10^0, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ЗНЗ в режиме по $3I_{0_и}$ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 49).

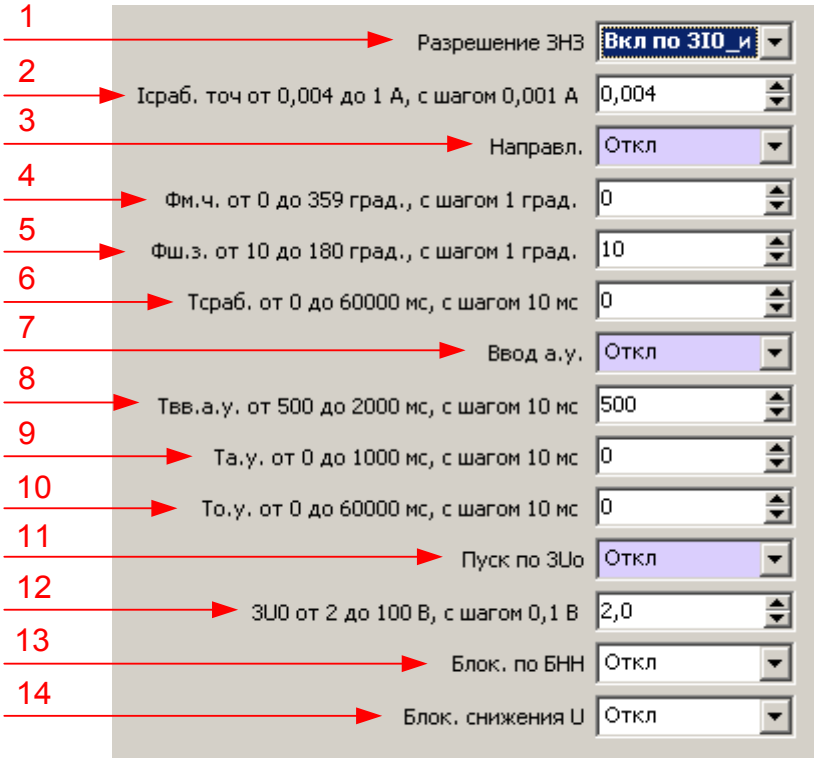


Рисунок 49 – Окно настроек ЗНЗ в режиме по $3I_{0_и}$ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗНЗ в режиме по $3I_{0_и}$;

2 – ввод уставки по току срабатывания ЗНЗ;

3 – разрешение работы по направлению мощности;

4 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$;

5 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $\Phi_{шз}$;

6 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

7 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗНЗ;

8 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{ввау}$);

9 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{зау}$);

10 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗНЗ ($T_{зоу}$);

11 – разрешение или запрет пуска ЗНЗ по напряжению $3U_0$;

12 – ввод уставки по напряжению пуска ЗНЗ

13 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по БНН;

14 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по снижению напряжения.

В режиме работы по работы по $3U_0$ компаратор функции реагирует на превышение напряжения нулевой последовательности.

Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме работы по $3U_0$ представлена на (Рисунок 50).

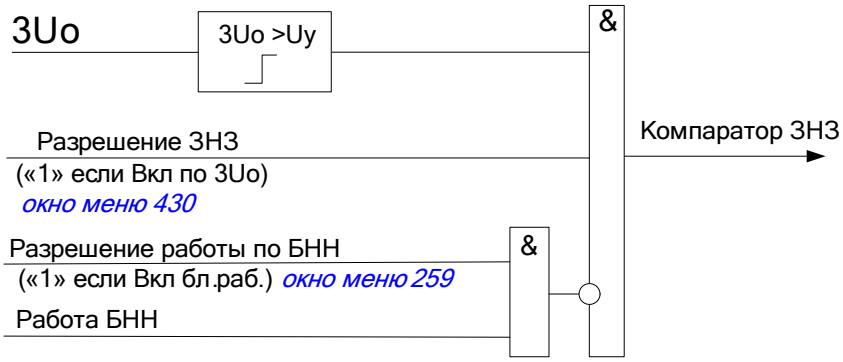


Рисунок 50 – Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме по $3U_0$

Уставки ЗНЗ в режиме работы по $3U_0$ представлены в (Таблица 29).

Таблица 29 – Уставки ЗНЗ в режиме работы по $3U_0$

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по $3I_{0_р}$, Вкл. по $3I_{0_и}$, Вкл. по $3U_0$, Вкл. по $Z_{0_р}$,	239
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ ($T_з$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	251
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	252
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	253

Продолжение таблицы 29

1	2	3
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	254
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	255
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	256
Выбор уставки по напряжению ЗНЗ	2,0…100 В, с шагом 1 В	258
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Коэффициент возврата	0,95	–
Гистерезис по углу	0…10^0, с шагом 1^0	785

Внешний вид окна настроек ЗНЗ в режиме по $3U_0$ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 51).

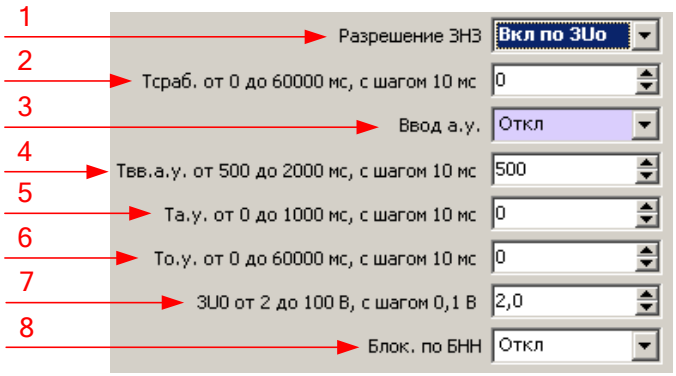


Рисунок 51 – Окно настроек ЗНЗ в режиме по $3U_0$ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗНЗ в режиме по $3U_0$;

2 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

3 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗНЗ;

4 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{ввау}$);

5 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{зау}$);

6 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗНЗ ($T_{зоу}$);

7 – ввод уставки по напряжению пуска ЗНЗ;

8 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по БНН.

В режиме ДЗ компаратор функции работает по сопротивлению Z_{0_p}, которое определяется по формуле:

$$Z_{0_p} = 3U_0/3I_0 \,, \qquad (4)$$

В режиме работы по сопротивлению есть возможность выбора трех типов характеристик срабатывания по сопротивлению: круговая с центром в начале координат, с возможностью выреза сектора; эллиптическая, проходящая через начало координат; полигональная.

Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме работы ДЗ представлена на (Рисунок 52).

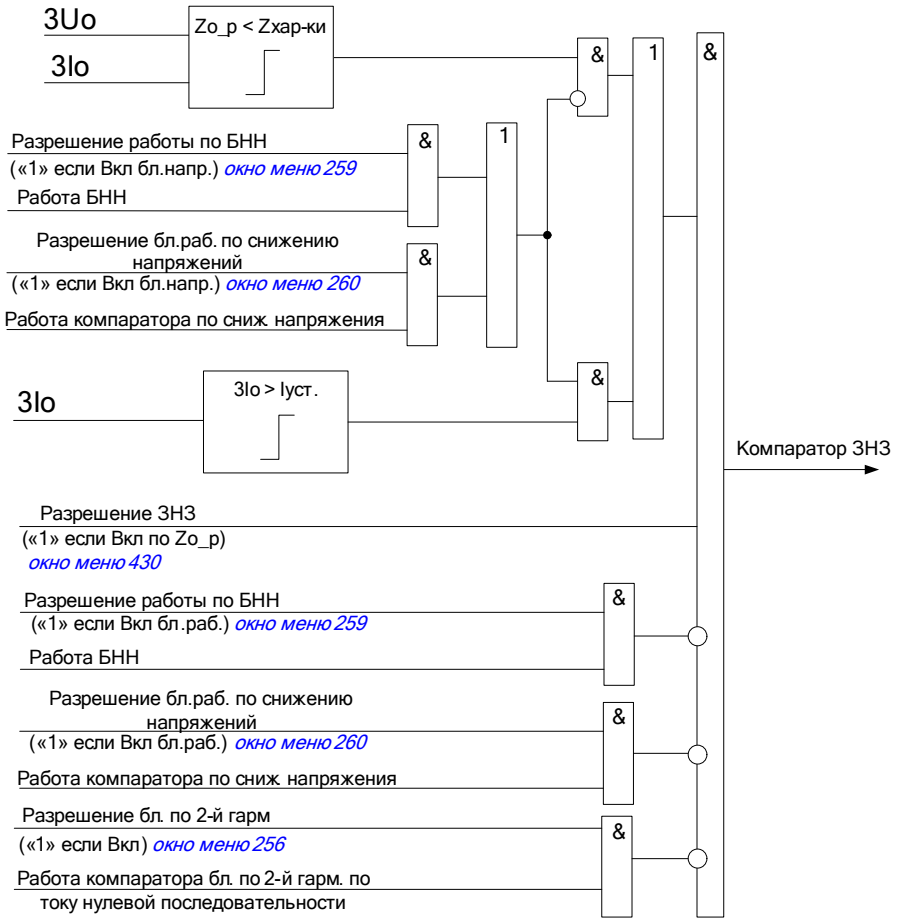


Рисунок 52 – Функциональная схема логики компаратора ЗНЗ в режиме ДЗ

В режиме работы по сопротивлению для компаратора ЗНЗ уставками может задаваться режим работы по направлению мощности (для круговой характеристики).

При снижении тока нулевой последовательности ниже $0{,}02I_н$ в режиме ДЗ блокируется.

При снижении напряжения нулевой последовательности ниже $0{,}03U_н$, работа ЗНЗ в режиме ДЗ или блокируется или переводится в токовую ненаправленную (вариант работы задается уставкой).

Круговую характеристику описывает круг с центром в начале координат и радиусом равным $Z_{ср}$.

Круговая характеристика представлена на (Рисунок 53).

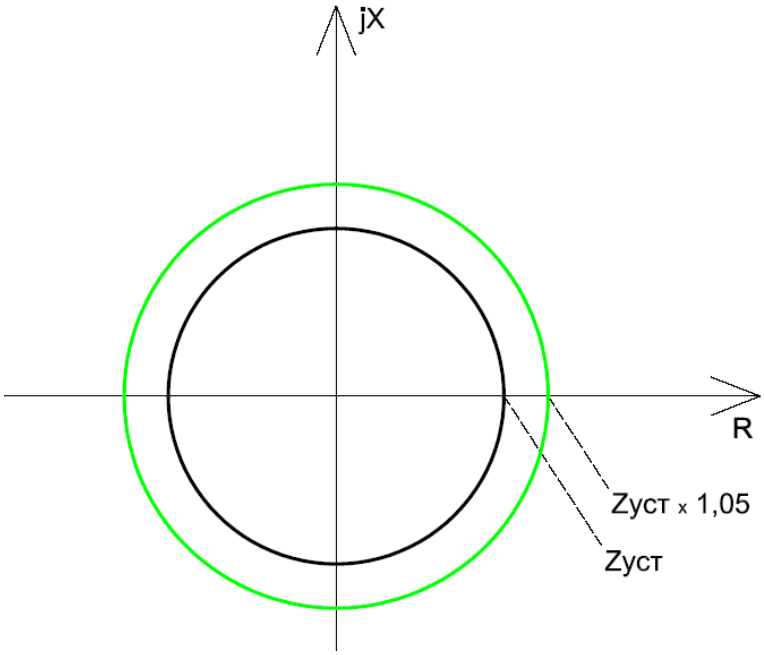


Рисунок 53 – Круговая характеристика ЗНЗ в режиме работы ДЗ

Характеристика с режимом работы по направлению мощности представлена на (Рисунок 54).

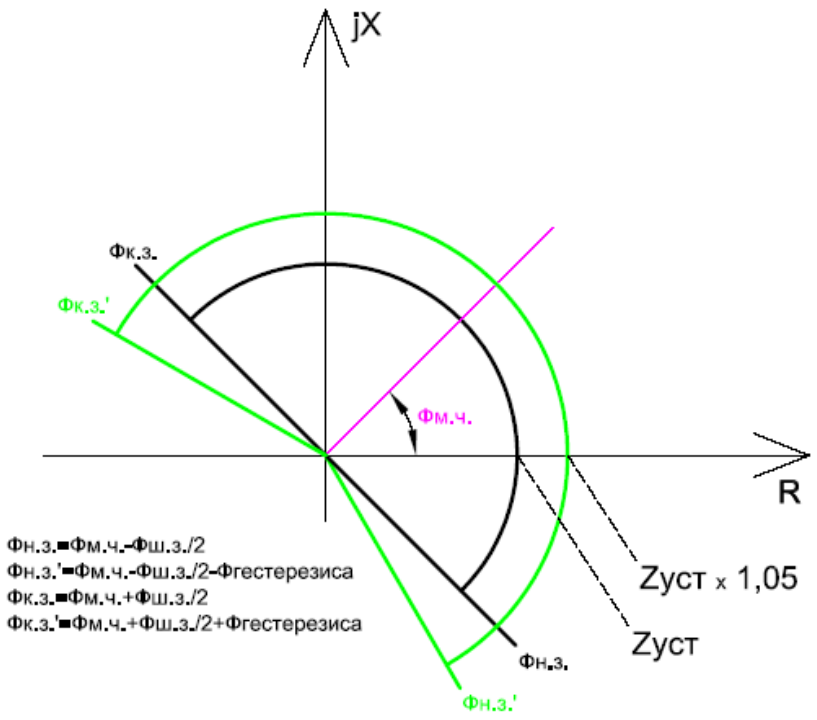


Рисунок 54 – Круговая характеристика ЗНЗ с режимом работы по направлению мощности

Уставки ЗНЗ в режиме работы ДЗ с круговой характеристикой представлены в (Таблица 30).

Таблица 30 – Уставки ЗНЗ в режиме работы ДЗ с круговой характеристикой

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по $3I_{0_р}$, Вкл. по $3I_{0_и}$, Вкл. по $3U_0$, Вкл. по $Z_{0_р}$	239
Выбор типа характеристики ЗНЗ	1 – круговая, 2 – эллиптическая, 3 – полигональная	240
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания $Z_{0_р}$	0,1…500 Ом, с шагом 0,01 Ом	242
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	247

Продолжение таблицы 30

1	2	3
Разрешение направленности	Вкл. / Откл.	248
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$	$0…359^0$, с шагом 1^0	249
Выбор уставки по углу ширины зоны $\Phi_{шз}$	$10…180^0$, с шагом 1^0	250
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ ($T_з$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	251
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	252
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	253
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	254
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	255
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	256
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Коэффициент возврата	0,95	–
Гистерезис по углу	$0…10^0$, с шагом 1^0	494

Внешний вид окна настроек ЗНЗ в режиме ДЗ с круговой характеристикой в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 55).

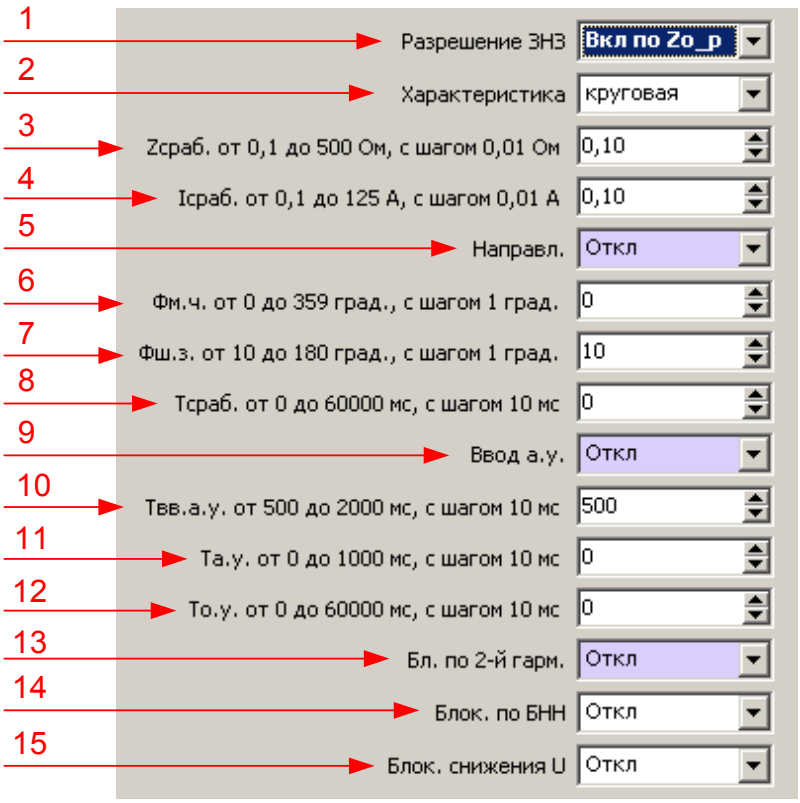


Рисунок 55 – Окно настроек ДЗ с круговой характеристикой в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗНЗ в режиме ДЗ;

2 – выбор типа характеристики ДЗ;

3 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ЗНЗ ($Z_{0_р}$);

4 – ввод уставки по току срабатывания ЗНЗ;

5 – разрешение работы по направлению мощности;

6 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$;

7 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $Ф_{шз}$;

8 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

9 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗНЗ;

10 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{зау}$);

11 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{зау}$);

12 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗНЗ ($T_{зоу}$);

13 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

14 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по БНН;

15 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по снижению напряжения.

Эллиптическую характеристику описывает эллипс, проходящий через начало координат. У эллипса большая полуось направлена по $\Phi_{мч}$ и равна $Z_{ср}$, а малая полуось пропорциональна большой, через коэффициент эллипса K. Эллиптическая характеристика представлена на (Рисунок 56).

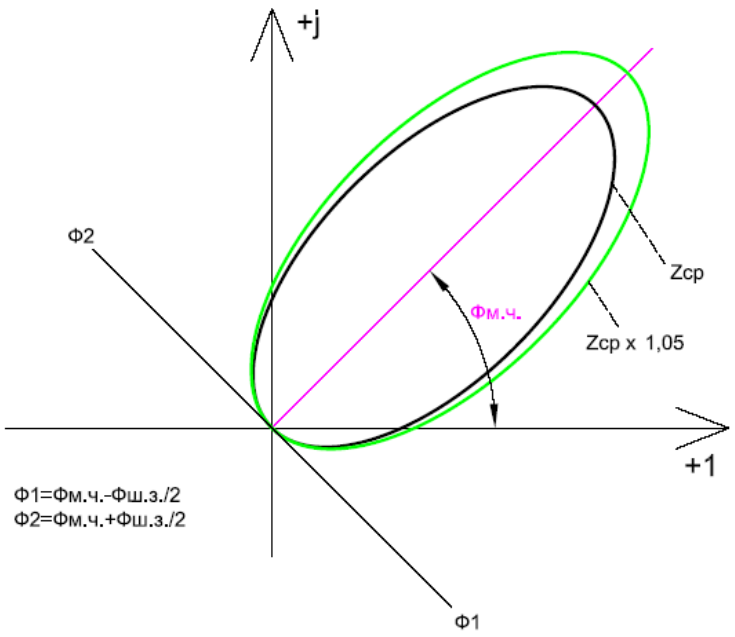


Рисунок 56 – Круговая характеристика ЗНЗ в режиме работы ДЗ

Уставки ЗНЗ в режиме работы ДЗ с эллиптической характеристикой представлены в (Таблица 31).

Таблица 31 – Уставки ЗНЗ в режиме работы ДЗ с эллиптической характеристикой

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по $3I_{0_р}$, Вкл. по $3I_{0_и}$, Вкл. по $3U_0$, Вкл. по $Z_{0_р}$	239
Выбор типа характеристики ЗНЗ	1 – круговая, 2 – эллиптическая, 3 – полигональная	240

Продолжение таблицы 31

1	2	3
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	247
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания $Z_{0_р}$	0,1…500 Ом, с шагом 0,01 Ом	242
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$	0…359^0, с шагом 1^0	249
Выбор уставки по коэффициенту эллипса	0,1…1, с шагом 0,1	243
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	253
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	254
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	255
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	256
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Коэффициент возврата	0,95	–
Гистерезис по углу	0…10^0, с шагом 1^0	785

Внешний вид окна настроек ЗНЗ в режиме ДЗ с эллиптической характеристикой в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 57).

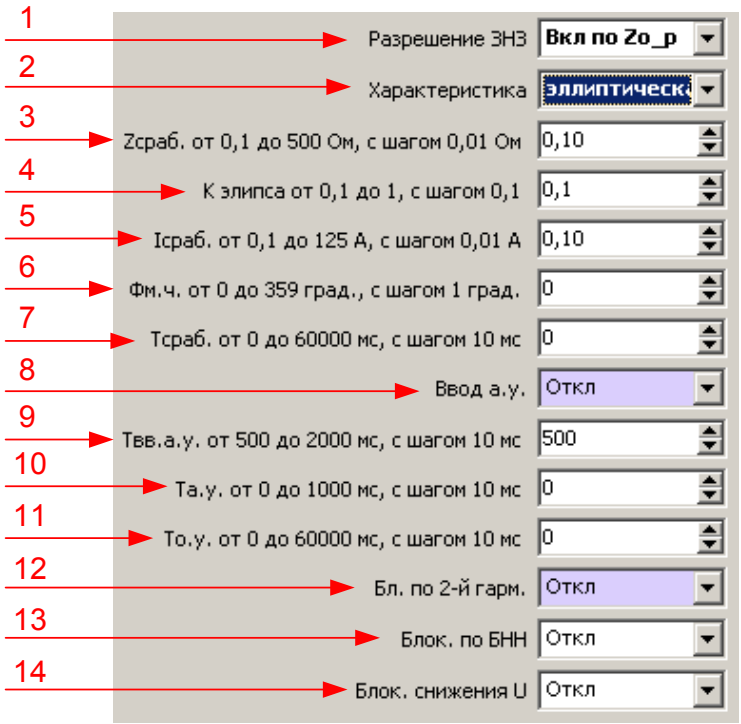


Рисунок 57 – Окно настроек ДЗ с эллиптической характеристикой в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗНЗ в режиме ДЗ;

2 – выбор типа характеристики ДЗ;

3 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ЗНЗ ($Z_{0_р}$);

4 – ввод уставки по коэффициенту эллипса;

5 – ввод уставки по току срабатывания ЗНЗ;

6 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$;

7 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

8 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗНЗ;

9 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{ввау}$);

10 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{зау}$);

11 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗНЗ ($T_{зоу}$);

12 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

13 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по БНН;

14 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по снижению напряжения.

Полигональная характеристика для $\Phi_{мч}$ от 0 до 179 градусов представлена на (Рисунок 58).

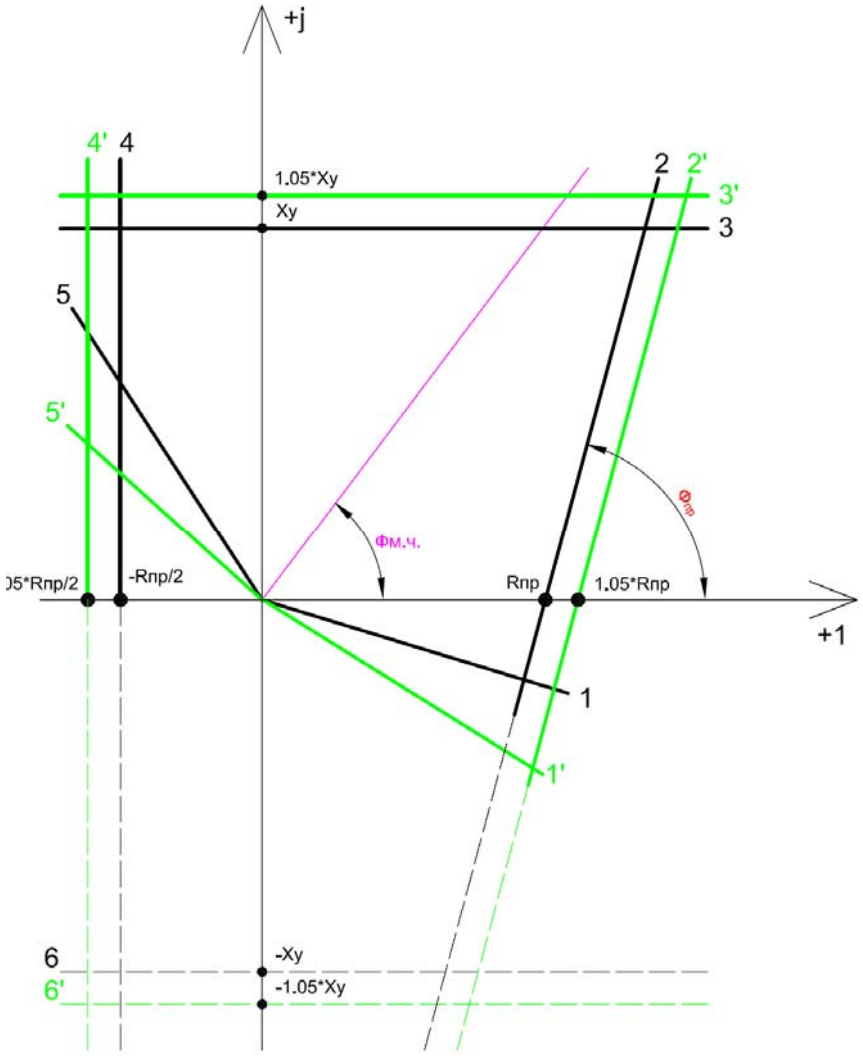


Рисунок 58 – Полигональная характеристика ЗНЗ в режиме работы ДЗ при углах $\Phi_{мч}$ от 0 до 179 градусов

Для $\Phi_{мч}$ от 0 до 179 градусов, сверху и снизу полигональная характеристика ограничена прямыми 3 и 6, которые параллельны оси «+1» и отстают от нее на расстояние X_y. Слева, ограничена прямой 4, которая параллельна оси «+*J*» и отстает от нее на расстояние $0{,}5R_{пр}$. Справа, ограничена прямой 2, которая проходит под углом $\Phi_{пр}$ к оси «+1» и пересекает ее в точке, отстающей от оси «+*J*» расстояние $R_{пр}$. Далее в полученной фигуре делается вырез по сектору направленности прямыми 1 и 5, которые являются границами зоны работы по направлению мощности с центром зоны по углу $\Phi_{мч}$.

Полигональная характеристика для $\Phi_{мч}$ от 180 до 359 градусов представлена на (Рисунок 59).

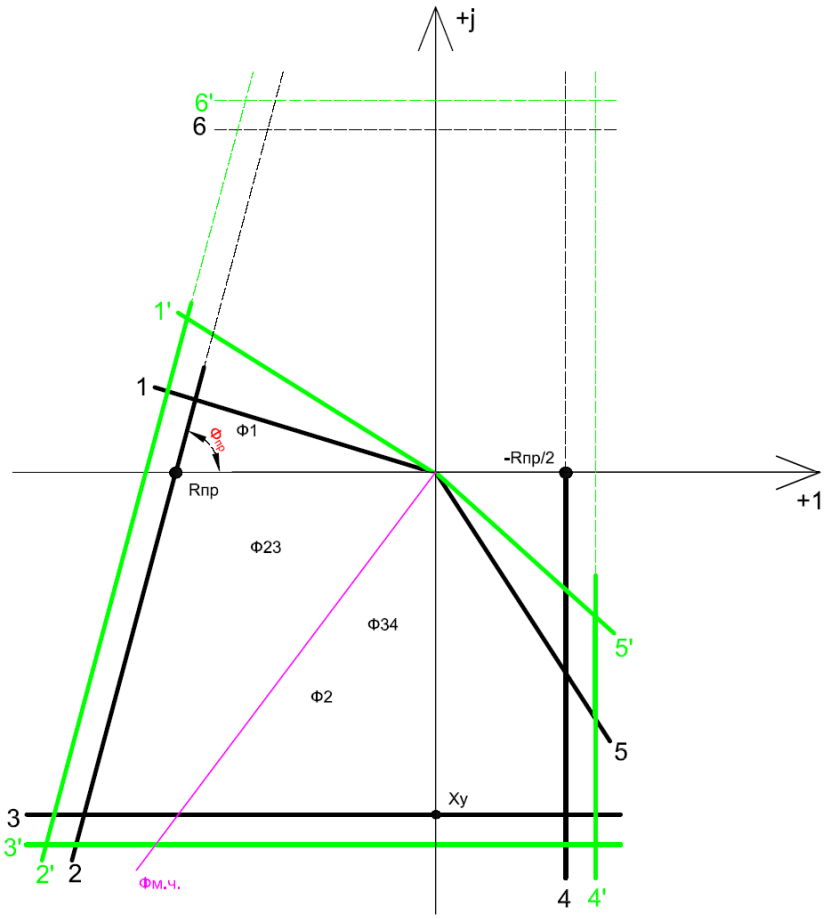


Рисунок 59 – Полигональная характеристика ЗНЗ в режиме работы ДЗ при углах $\Phi_{мч}$ от 180 до 359 градусов

Для $\Phi_{мч}$ от 180 до 359 градусов, сверху и снизу полигональная характеристика ограничена прямыми 3 и 6, которые параллельны оси «+1» и отстают от нее на расстояние X_y . Справа, ограничена прямой 4, которая параллельна оси «+*J*» и отстает от нее на расстояние $0{,}5R_{пр}$. Слева ограничена прямой 2, которая проходит под углом $\Phi_{пр}$ к оси «+1» и пересекает ее в точке, отстающей от оси «+*J*» расстояние $R_{пр}$. Далее в полученной фигуре делается вырез по сектору направленности прямыми 1 и 5, которые являются границами зоны работы по направлению мощности с центром зоны по углу $\Phi_{мч}$.

Уставки ЗНЗ в режиме работы ДЗ с полигональной характеристикой представлены в (Таблица 32).

Таблица 32 – Уставки ЗНЗ в режиме работы ДЗ с полигональной характеристикой

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по $3I_{0_р}$, Вкл. по $3I_{0_и}$, Вкл. по $3U_0$, Вкл. по $Z_{0_р}$	239
Выбор типа характеристики ЗНЗ	1 – круговая, 2 – эллиптическая, 3 − полигональная	240
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания $X_у$	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	244
Выбор уставки по сопротивлению срабатывания $R_{пр}$	0,1…300 Ом, с шагом 0,01 Ом	245
Выбор уставки по углу $Ф_{пр}$	$30…90^0$, с шагом 1^0	246
Выбор уставки по току срабатывания	0,1…125 А, с шагом 0,01 А	247
Выбор уставки по углу максимальной чувствительности $Ф_{мч}$	$0…359^0$, с шагом 1^0	249
Выбор уставки по углу ширины зоны $Ф_{шз}$	$10…180^0$, с шагом 1^0	250
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	253
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	254
Выбор уставки по времени срабатывания ЗНЗ с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	255
Разрешение работы с блокировкой по 2-й гармонике	Откл., Вкл.	256
Блокировка по БНН	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	212
Блокировка по снижению напряжения	Откл., Вкл. вл. направленности, Вкл. бл. работы	213
Коэффициент возврата	0,95	–

Внешний вид окна настроек ЗНЗ в режиме ДЗ с полигональной характеристикой в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 60).

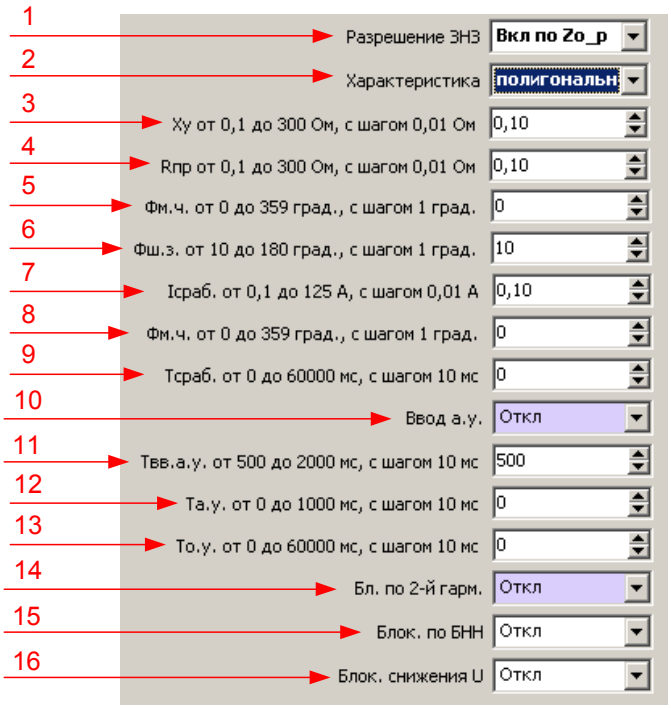


Рисунок 60 – Окно настроек ДЗ с полигональной характеристикой в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗНЗ в режиме ДЗ;

2 – выбор типа характеристики ДЗ;

3 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ЗНЗ (X_y);

4 – ввод уставки по сопротивлению срабатывания ЗНЗ ($R_{пр}$);

5 – ввод уставки по углу $\Phi_{пр}$;

6 – ввод уставки по току срабатывания ЗНЗ;

7 – ввод уставки по углу максимальной чувствительности $\Phi_{мч}$;

8 – ввод уставки по углу ширины зоны срабатывания $\Phi_{шз}$;

9– ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

10 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗНЗ;

11 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{ввау}$);

12 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗНЗ ($T_{зау}$);

13 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗНЗ ($T_{зоу}$).

14 – разрешение или запрет блокировки ОЗ по 2-й гармонике;

15 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по БНН;

16 – разрешение или запрет блокировки ЗНЗ по снижению напряжения.

1.4.1.3 Защита по току обратной последовательности (ОБР)

ОБР может работать по току обратной последовательности или по отношению тока обратной к току прямой последовательности. Устройство содержит две ступени ОБР, каждая ступень имеет одинаковый набор уставок.

Время срабатывания ОБР при скачкообразном увеличении тока обратной последовательности, соответствующего $0{,}5I_y$ до тока, соответствующего $3I_y$ – не более 0,035 с.

Время возврата ОБР при скачкообразном уменьшении тока обратной последовательности, соответствующего $3I_y$ до тока, соответствующего $0{,}1I_y$ – не более 0,050 с.

По результатам работы ОБР могут быть сформированы сигналы: «Пуск ОБР», «Работа ОБР», «Работа ОБР с ускорением». Данные сигналы могут быть назначены на выходные реле, светодиоды или дополнительные функции (Дф). На (Рисунок 61) приведена функциональная схема логики ОБР.

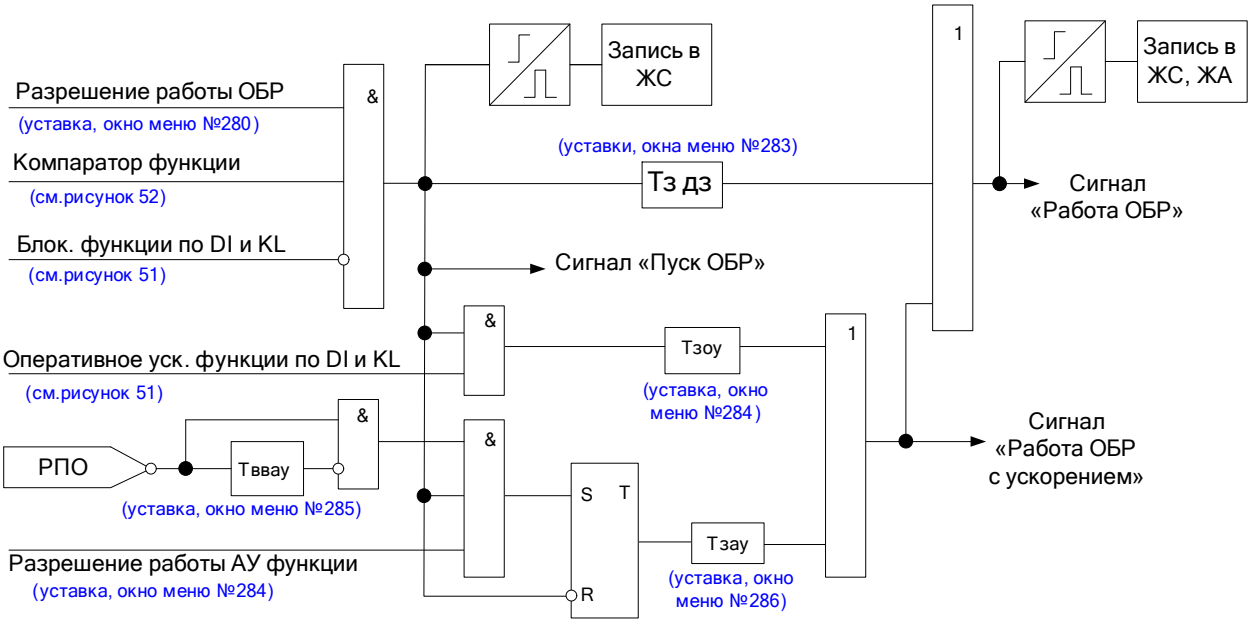


Рисунок 61 – Фрагмент функциональной схемы логики ОБР

Сигналы блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* формируются по логике «ИЛИ» из всех входов и выходов, назначенных на блокировку (ускорение). Алгоритм формирования сигналов блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 62).

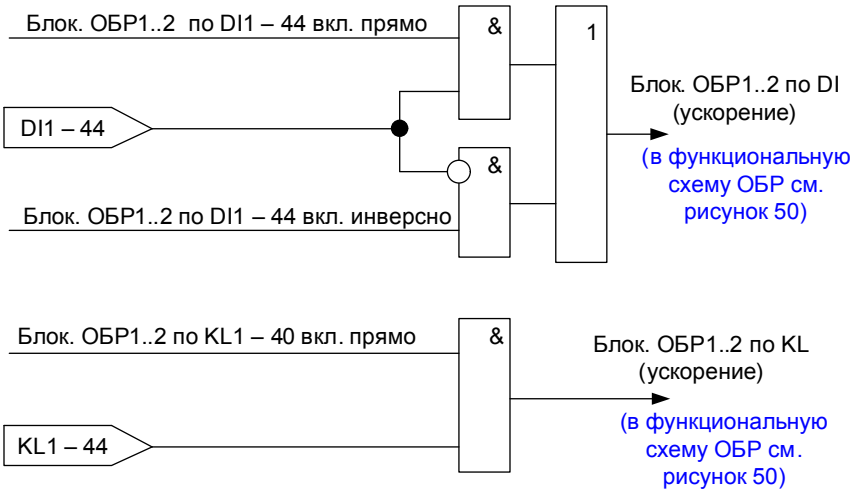


Рисунок 62 – Алгоритм формирования сигналов блокировки (ускорения) ОБР по дискретным входам и логическим выходам реле

Конфигурация ОБР представлена в (Таблица 33).

Таблица 33 – Конфигурация ОБР

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Блокировка ОБР1..2 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	593
Блокировка ОБР1..2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	572
Ускорение ОБР1..2 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	599
Ускорение ОБР1..2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	579
Назначение РПО (для работы автоматического ускорения по инверсному значению РПО)	Откл., *DI1…DI44 прямо, DI1…DI44 инверсно*	731

Работа ОБР по току обратной последовательности отличается от режима работы по отношению токов обратной к прямой последовательности работой компаратора. Остальная логика работы одинаковая.

В режиме работы по току обратной последовательности компаратор функции реагирует на превышение тока обратной последовательности уставки.

Токи прямой и обратной последовательности рассчитываются из фазных токов по формулам:

$$I_1 = \frac{I_a + I_b \times e^{j120} + I_c \times e^{-j120}}{3}, \qquad (5)$$

$$I_2 = \frac{I_a + I_b \times e^{-j120} + I_c \times e^{j120}}{3}, \qquad (6)$$

Функциональная схема логики компаратора ОБР представлена на (Рисунок 63).

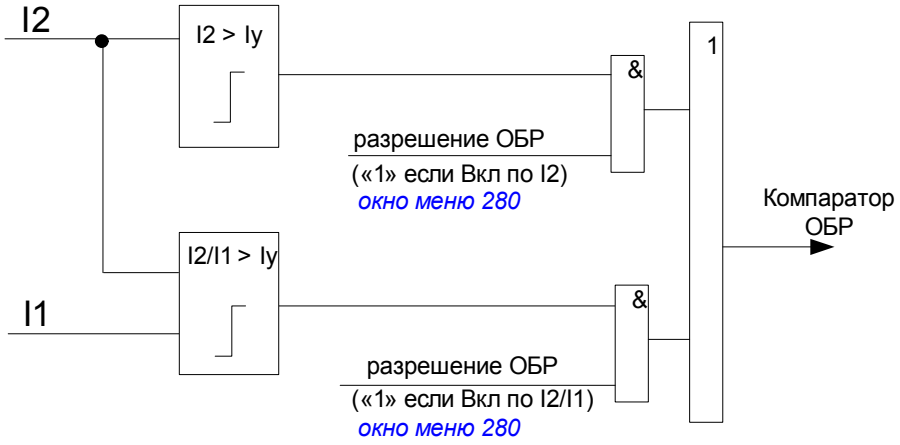


Рисунок 63 – Функциональная схема логики компаратора ОБР

Уставки ОБР представлены в (Таблица 34).

Таблица 34 – Уставки ОБР

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. по I_2, Вкл. по I_2/I_1	280
Выбор уставки по току срабатывания I_2	0,2…20 А, с шагом 0,01 А	281
Выбор уставки по току срабатывания I_2/I_1	0,02…1,0 А, с шагом 0,01 А	282
Выбор уставки по времени срабатывания ОБР ($T_з$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	283
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	284
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	285

Продолжение таблицы 34

1	2	3
Выбор уставки по времени срабатывания ОБР с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	286
Выбор уставки по времени срабатывания ОБР с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	287
Коэффициент возврата	0,95	–

Внешний вид окна настроек ОБР в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 64).

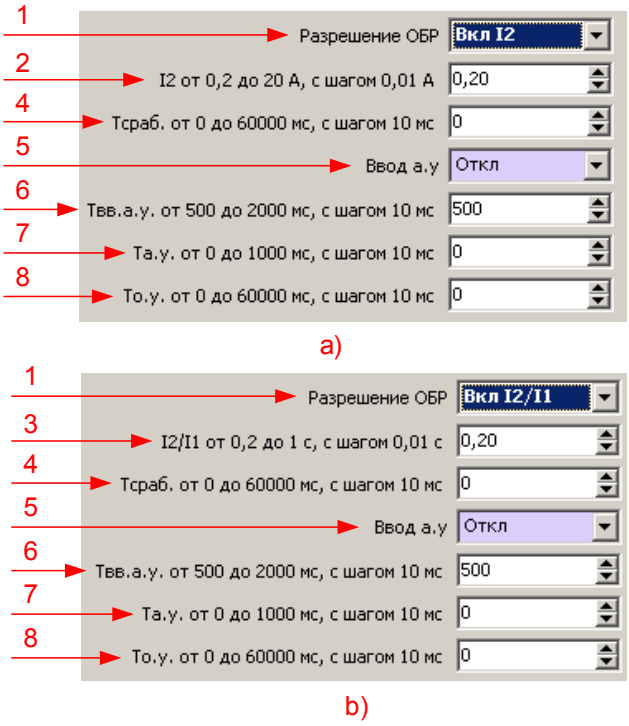


Рисунок 64 – Окно настроек ОБР в программе *«BURZA»* а) для режима работы по *I2*; б) для режима работы по *I2/I1*.

1 – разрешение или запрет работы ОБР;

2 – ввод уставки по току срабатывания ОБР по I_2;

3 – ввод уставки по отношению токов срабатывания ОБР I_2/I_1;

4 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

5 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ОБР;

6 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ОБР ($T_{зау}$);

7 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ОБР ($T_{зау}$);

8 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ОБР ($T_{зоу}$).

1.4.1.4 Функция защиты по напряжению (ЗН)

ЗН может работать как ЗН, так и ЗПН по межфазным напряжениям. В обоих режимах работы защита может работать по логике «И» или «ИЛИ». Устройство содержит две ступени ЗН, каждая ступень имеет одинаковый набор уставок.

Время срабатывания ЗН в режиме ЗПН при скачкообразном увеличении соответствующего напряжения от $0{,}5U_y$ до напряжения $3U_y$ - не более 0,035 с.

Время возврата ЗН в режиме ЗПН при скачкообразном уменьшении соответствующего напряжения от $3U_y$ до напряжения $0{,}1U_y$ - не более 0,050 с.

Время срабатывания ЗН в режиме ЗН при скачкообразном уменьшении соответствующего напряжения от $1{,}2U_y$ до напряжения $0{,}6U_y$ - не более 0,035 с.

Время возврата ЗН в режиме ЗН при скачкообразном увеличении соответствующего напряжения от $0{,}1U_y$ до напряжения $3U_y$ - не более 0,050 с.

По результатам работы ЗН могут быть сформированы сигналы: «Пуск ЗН», «Работа ЗН», «Работа ЗН с ускорением». Данные сигналы могут быть назначены на выходные реле, светодиоды или дополнительные функции (Дф).

На (Рисунок 65) приведена функциональная схема логики ЗН.

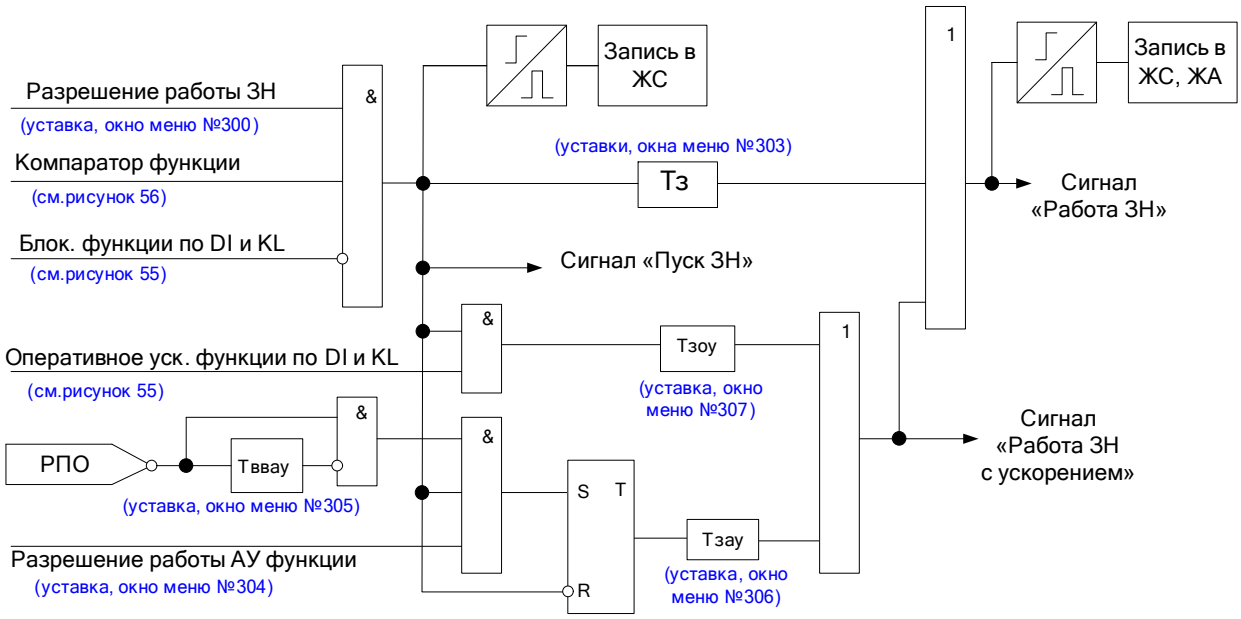


Рисунок 65 – Фрагмент функциональной схемы логики ЗН

Сигналы блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* формируются по логике «ИЛИ» из всех входов и выходов, назначенных на блокировку (ускорение).

Алгоритм формирования сигналов блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 66).

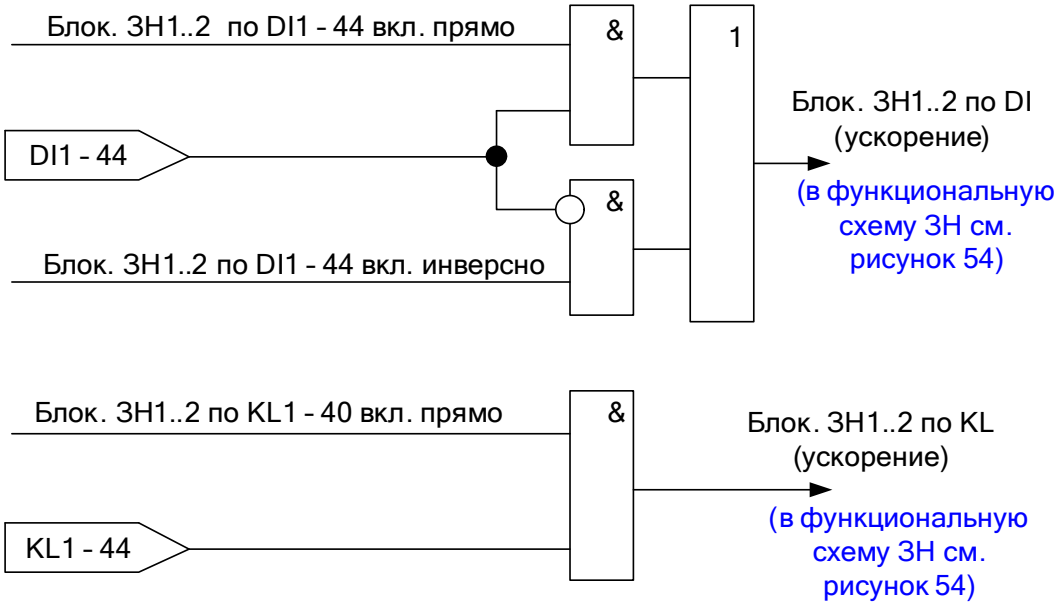


Рисунок 66 – Алгоритм формирования сигналов блокировки (ускорения) ЗН по дискретным входам и логическим выходам реле

Конфигурация ЗН представлена в (Таблица 35).

Таблица 35 – Конфигурация ЗН

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Блокировка ЗН1… ЗН2 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	594
Блокировка ЗН1… ЗН2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	573
Ускорение ЗН1…ЗН2 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	600
Ускорение ЗН1… ЗН2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	580
Назначение РПО (для работы автоматического ускорения по инверсному значению РПО)	Откл., *DI1…DI44* прямо, *DI1…DI44*инверсно	731

Работа ЗН в режиме ЗН отличается от режима работы ЗПН по работе компаратора. Остальная логика работы одинакова.

В режиме работы ЗН по логике «И» компаратор функции реагирует на снижение всех трех межфазных напряжений ниже уставки. В режиме работы ЗН по логике «ИЛИ» компаратор функции реагирует на снижение хотя бы одного из трех межфазных напряжений ниже уставки. В режиме работы ЗПН по логике «И» компаратор функции реагирует на превышение всех трех межфазных напряжений уставки. В режиме работы ЗПН по логике «ИЛИ» компаратор функции реагирует на превышение хотя бы одного из трех межфазных напряжений уставки.

Функциональная схема логики компаратора ЗН представлена на (Рисунок 67).

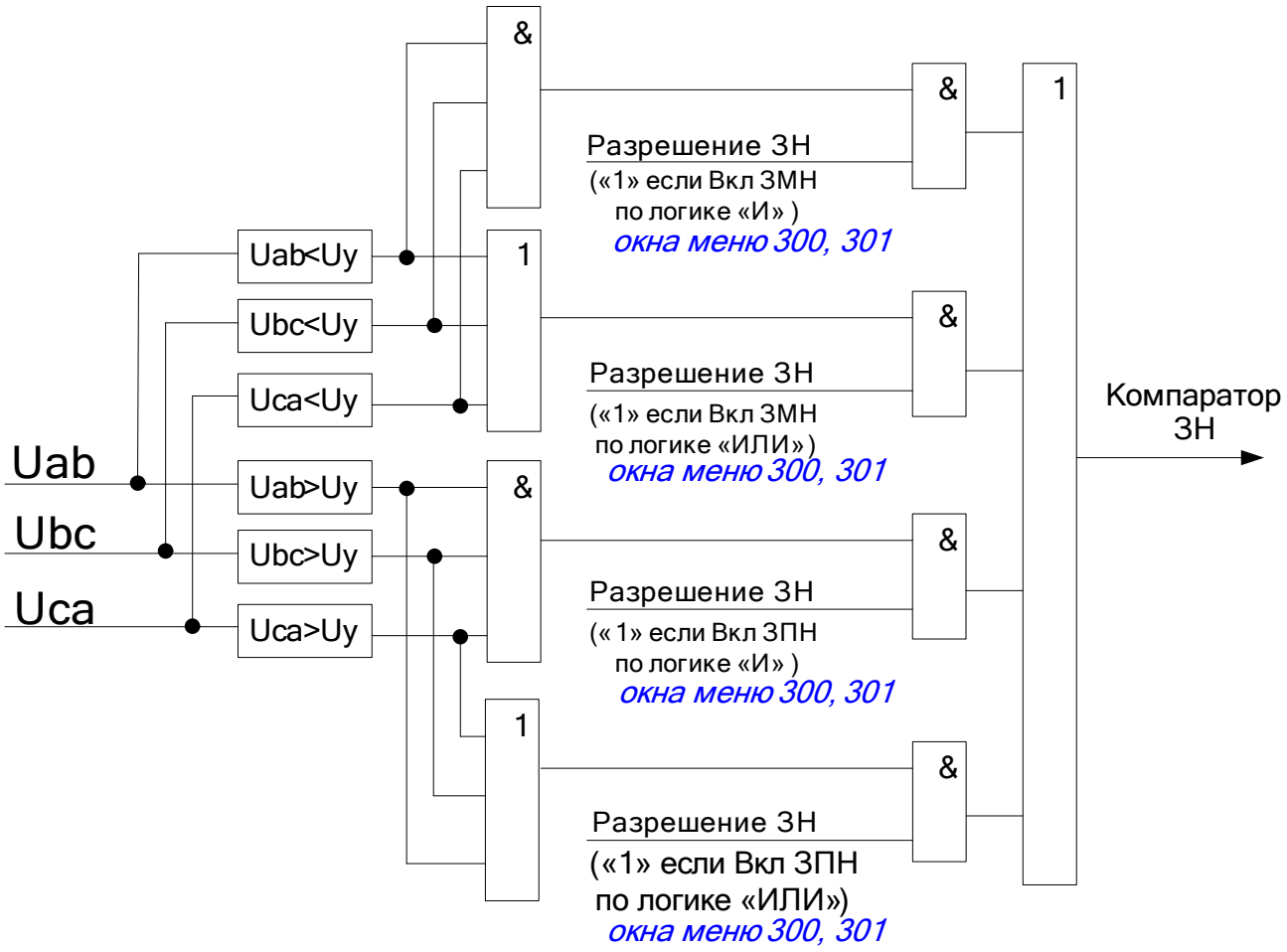


Рисунок 67 – Функциональная схема логики компаратора ЗН

Уставки ЗН представлены в (Таблица 36).

Таблица 36 – Уставки ЗН

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы ступени	Откл., Вкл. ЗМН, Вкл. ЗПН	300
Выбор логики работы	«И», «ИЛИ»	301
Выбор уставки по напряжению срабатывания	10…150 В, с шагом 0,1 В	302
Выбор уставки по времени срабатывания ЗН ($T_з$)	0…60 с, с шагом 0,01 с	303
Разрешение автоматического ускорения	Вкл. / Откл.	304
Уставка по времени ввода автоматического ускорения ($T_{вв.а.у.}$)	0,5…2 с, с шагом 0,01 с	285
Выбор уставки по времени срабатывания ЗН с автоматическим ускорением $T_{зау}$	0…1 с, с шагом 0,01 с	306
Выбор уставки по времени срабатывания ЗН с оперативным ускорением $T_{зоу}$	0…60 с, с шагом 0,01 с	307
Коэффициент возврата в режиме ЗПН	0,95	–
Коэффициент возврата в режиме ЗН	1,05	–

Внешний вид окна настроек ЗН в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 68).

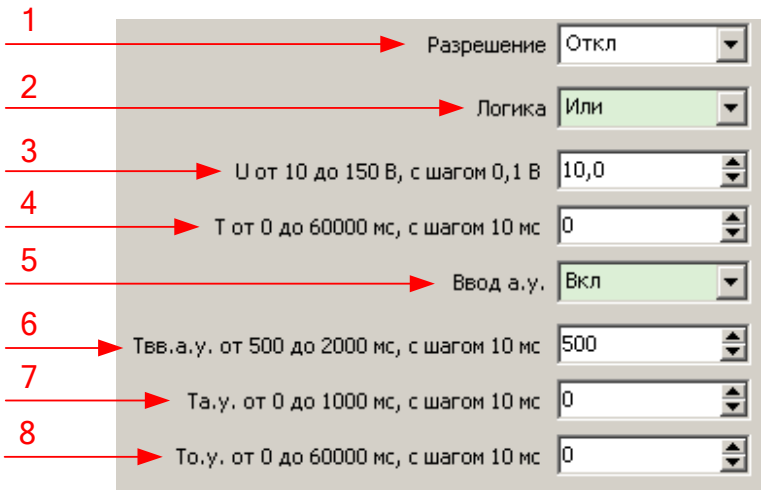


Рисунок 68 – Окно настроек ЗН в режиме МТЗ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы ЗН;

2 – ввод логики работы ЗН;

3 – ввод уставки по напряжению срабатывания ЗН;

4 – ввод уставки по времени задержки на срабатывание ($T_з$);

5 – разрешение или запрет работы автоматического ускорения ЗН;

6 – ввод уставки по времени ввода автоматического ускорения ЗН ($T_{зау}$);

7 – ввод уставки по времени срабатывания автоматического ускорения ЗН ($T_{зау}$);

8 – ввод уставки по времени срабатывания оперативного ускорения ЗН ($T_{зоу}$).

1.4.1.5 Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ)

В устройстве предусмотрено две ступени УРОВ. Две ступени предусмотрены для того, чтобы была возможность использовать одну ступень (со своими уставками) в одну сторону линии с двусторонним питанием, а вторую ступень (со своими уставками) в другую сторону линии.

Вынуждающим сигналом для пуска УРОВ могут быть защиты ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, Дф 1…Дф 8. Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск УРОВ назначены защиты ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, то вынуждающий сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа» или «Работа с ускорением». Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначены Дф 1…Дф 8, то сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа».

Дополнительно, УРОВ может контролировать наличие тока и не отключение выключателя по положению блок-контактов выключателя БКВ (отсутствию сигнала РПО). Оба условия, при разрешении их работы, включаются в схему УРОВ по логике «И». Если условия по току и положению выключателя отключены, то они не учитываются в логике УРОВ.

На (Рисунок 69) приведена блок схема алгоритма работы УРОВ.

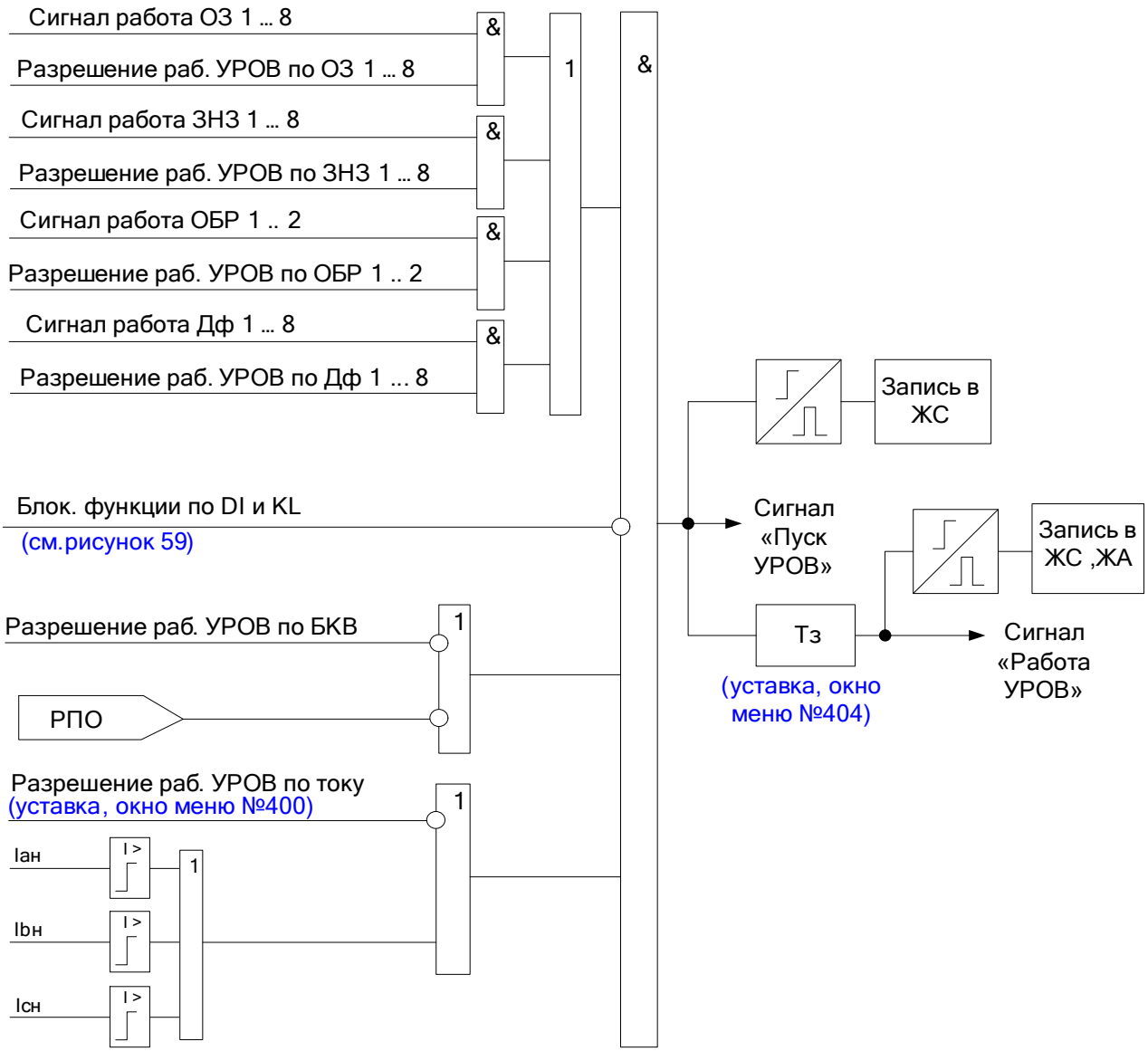


Рисунок 69 – Блок схема алгоритма УРОВ

Сигналы блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* формируются по логике «ИЛИ» из всех входов и выходов, назначенных на блокировку (ускорение). Алгоритм формирования сигналов блокировка (ускорение) по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 70).

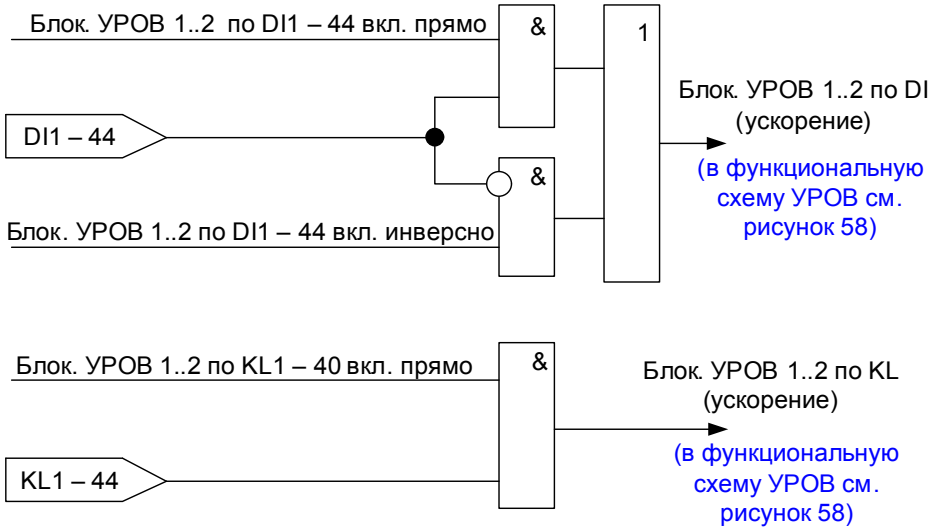


Рисунок 70 – Алгоритм формирования сигналов блокировки УРОВ по дискретным входам и логическим выходам реле

Если УРОВ разрешен, то по факту появления условия пуска запускается таймер УРОВ. После завершения отсчета таймера УРОВ формируется сигнал «Работа УРОВ 1(2)». Снимается сигнал «Работа УРОВ 1(2)» по факту снятия условия пуска. Т.к. в устройстве имеются две ступени УРОВ, то могут быть сформированы два сигнала «Работа УРОВ 1» (первая ступень) и «Работа УРОВ 2» (вторая ступень). Данный сигнал может быть назначен на выходные реле или светодиоды.

В (Таблица 37) представлены уставки функции УРОВ.

Таблица 37 – Уставки функции УРОВ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Разрешение пуска УРОВ по БКВ (РПО)	Откл., Вкл.	401
Разрешение пуска УРОВ по I	Откл., Вкл.	400
Назначение защит на пуск УРОВ	–	402
Уставка по току УРОВ	0,1…125,0 А, с шагом 0,01 А	403
Уставка по времени работы УРОВ	0,1…2 с, с шагом 0,01 с	404

Внешний вид окна настроек УРОВ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 71).

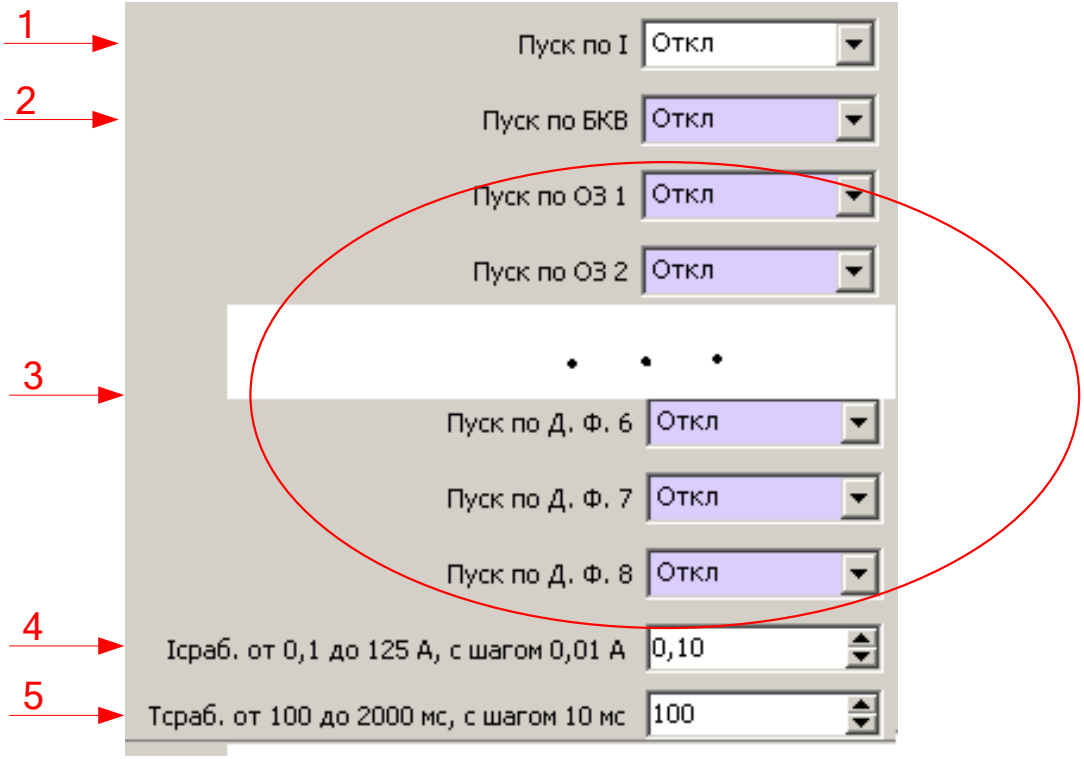


Рисунок 71 – Окно уставок УРОВ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет пуска УРОВ по току;

2 – разрешение или запрет пуска УРОВ по БКВ (по РПО);

3 – назначение защит на пук УРОВ;

4 – выбор уставки по току УРОВ;

5 – выбор уставки по времени УРОВ.

1.4.1.6 Функция автоматики управления выключателем (АУВ)

АУВ – это функция автоматики управления выключателем. Данная функция позволяет управлять выключателем, реализовывает блокировку многократных включений и позволяет организовать включение выключателя с контролем напряжения на секции шин, на вводе и с улавливанием синхронизма.

У функции АУВ есть три входа:

– «Вход включения»;

– «Вход отключения»;

– «Вход аварийного отключения»

и четыре выхода:

- «Выход включения»;
- «Выход отключения»;
- «Выход аварийного отключения»;
- «Выход РБМ».

На вход «Вход включения» в качестве вынуждающего сигнала могут действовать кнопка включения на лицевой панели, один из дискретных входов, сигнал «Включение» по сети, «Работа АПВ 1», «Работа АПВ 2», «Работа ЧАПВ 1», «Работа ЧАПВ 2». Команда на включение может быть сформирована с контролем условия синхронизма между напряжениями на шинах и в линии.

На «Выход включения» при запрете работы по условию КС сигнал проходит при условии отсутствия блокировки по напряжению и по дискретным входам, и при отсутствии сигналов «Выход отключения» и «Выход аварийного отключения».

На «Выход включения» при разрешении работы по условию КС сигнал проходит при условии отсутствия блокировки по напряжению и по дискретным входам, при отсутствии сигналов «Выход отключения» и «Выход аварийного отключения» и при выполнении условий в алгоритме КС для прохождения команды.

Если разрешена блокировка «Входа включения» по напряжению, то сигнал «Выход включения» пройдет только тогда, когда все три межфазных напряжения U_{ab}, U_{bc}, U_{ca} снизятся ниже 20 В. Если разрешена блокировка «Входа включения» по f *DI (first)* или по s *DI (second)*, то сигнал «Выход включения» пройдет только тогда, когда на соответствующем дискретном входе (с учетом инверсии) будет «логическая единица». Через дискретные входы можно организовать включение с контролем напряжения на другом ТН или ТСН с улавливанием синхронизма. Для организации схемы включения с улавливанием синхронизма, необходимо на один из входов подать напряжение между двумя одноименными фазами, одна из которых до выключателя, а другая после. По факту схождения векторов,

напряжение между ними будет падать. Как только оно снизится ниже порога срабатывания *DI*, пройдет сигнал на включение выключателя.

Если одновременно на «Входе включения» и на «Входе отключения» или на «Входе аварийного отключения» будет вынуждающий сигнал, то выдача сигнала «Выход включения» блокируется и выдается сигнал на «Выход РБМ». Блокировка снимается при снятии вынуждающего сигнала с «Входа включения».

На вход «Вход отключения» в качестве вынуждающего сигнала могут действовать кнопка включения на лицевой панели, один из дискретных входов, сигнал «Включение» по сети, «Работа АПВ 1», «Работа АПВ 2», «Работа ЧАПВ 1», «Работа ЧАПВ 2».

На вход «Вход аварийного отключения» в качестве вынуждающего сигнала могут действовать защиты ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, ЗН 1, ЗН 2, Дф 1…Дф 8, УРОВ 1, УРОВ 2, АЧР 1, АЧР 2. Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначены защиты ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, ЗН 1, ЗН 2, то вынуждающий сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа» или «Работа с ускорением». Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначены Дф 1…Дф 8, УРОВ 1, УРОВ 2, АЧР 1, АЧР 2, то вынуждающий сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа».

На (Рисунок 72) приведена блок схема алгоритма работы АУВ.

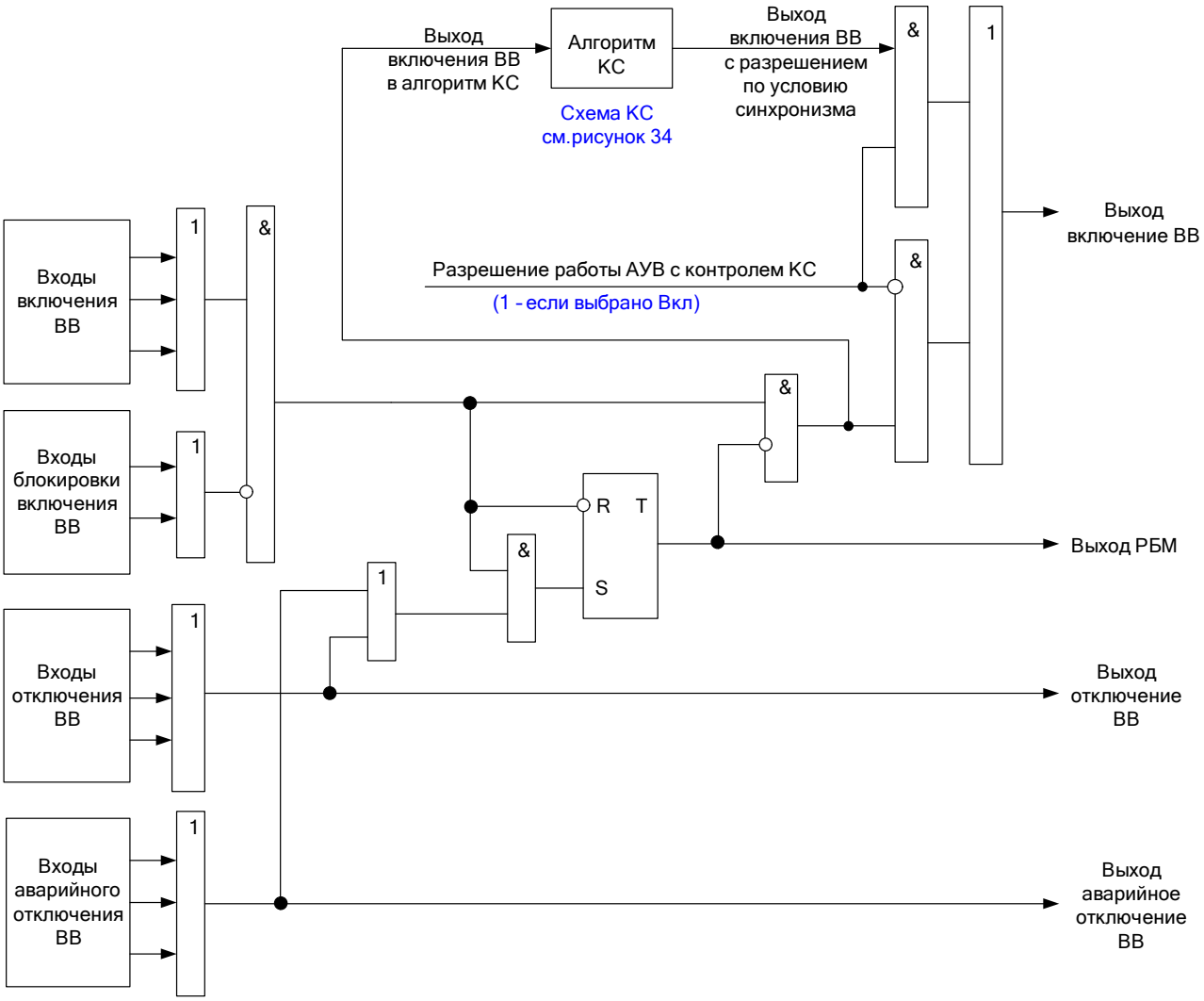


Рисунок 72 – Блок схема алгоритма работы АУВ

Конфигурация АУВ представлена в (Таблица 38).

Таблица 38 – Конфигурация АУВ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Назначение на входы включения	–	680
Назначение на блокировку входа включения	–	681
Назначение на входы отключения	–	682
Назначение на входы аварийного отключения	–	683
Выбор БКВ	–	684

Блок схема алгоритма работы АУВ с контролем синхронизма в программе *«BURZA»* представлена на (Рисунок 73).

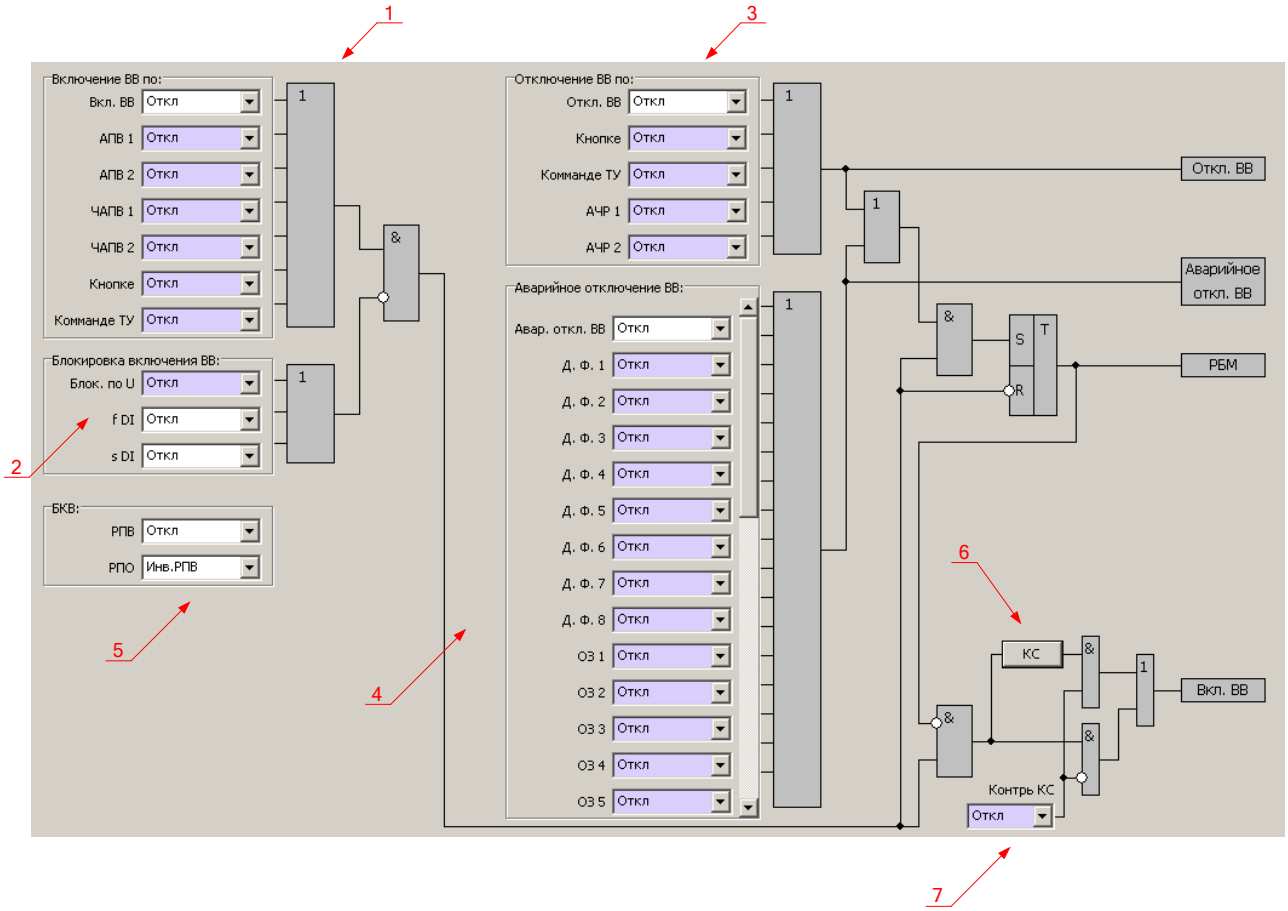


Рисунок 73 – Блок схема алгоритма работы АУВ с контролем синхронизма в программе *«BURZA»*

1 – назначение функций на «Вход включения»;

2 – назначение функций на «Блокировку входа включения»;

3 – назначение функций на «Вход отключения»;

4 – назначение функций на «Вход аварийного отключения»;

5 – назначение дискретных входов на блок контакты выключателя;

6 – кнопка для отображения алгоритма работы АУВ с контролем синхронизма;

7 – разрешение или запрет работы АУВ с контролем синхронизма.

1.4.1.7 Функция автоматики контроля синхронизма (КС)

КС – это функция автоматики контроля синхронизма. Данная функция позволяет контролировать наличие синхронизма на шинах и в линии.

Данная функция по контролю отсутствия напряжения или по логике «И» по разнице частоты напряжения U_a и $U_{\text{сх}}$, амплитуды и фазы рабочего напряжения *Uраб.* (выбирается уставкой из списка: U_a, U_b, U_c, U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}) и $U_{\text{сх}}$.

Контроль отсутствия напряжения может осуществляться как по напряжению шин (U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}) так и по напряжению $U_{\text{сх}}$. В алгоритме есть возможность ввода вывода работы по контролю отсутствия напряжения через отдельный дискретный вход. Если вход назначен на блокировку работы по контролю отсутствия напряжения, то данная часть КС блокируется по факту логического нуля на данном дискретном входе.

При работе по разнице частоты, амплитуды и фазы есть возможность ввода вывода работы данной части алгоритма через отдельный дискретный вход. Если вход назначен на блокировку работы по разнице частоты, амплитуды и фазы, то данная часть КС блокируется по факту логической единицы на данном дискретном входе.

На (Рисунок 74) приведена блок схема алгоритма КС.

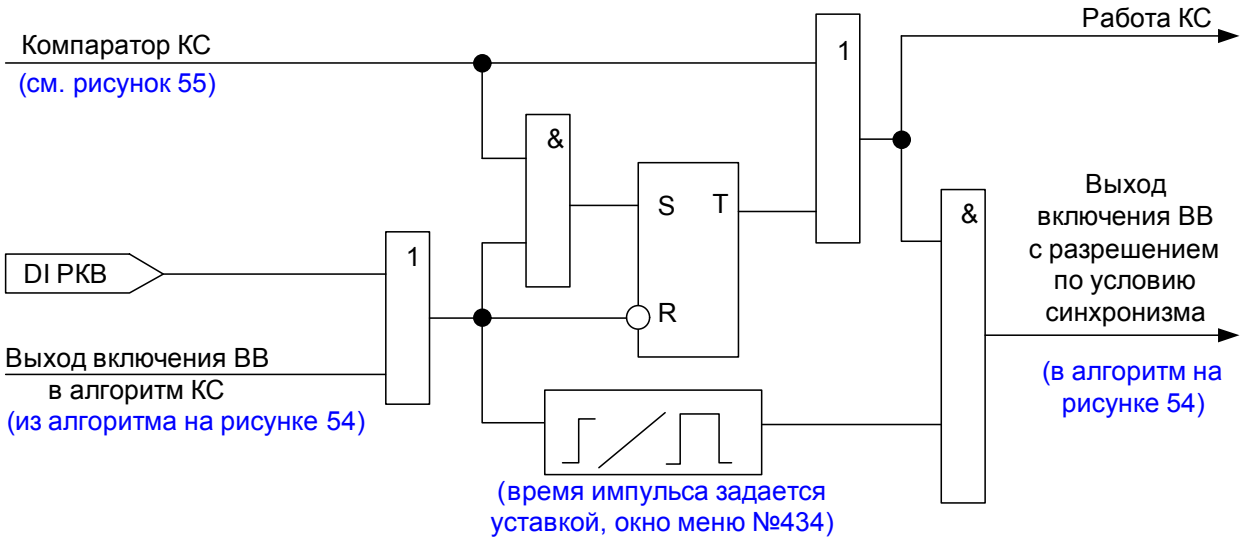


Рисунок 74 – Блок схема алгоритма КС

На (Рисунок 75) приведена блок схема компаратора КС.

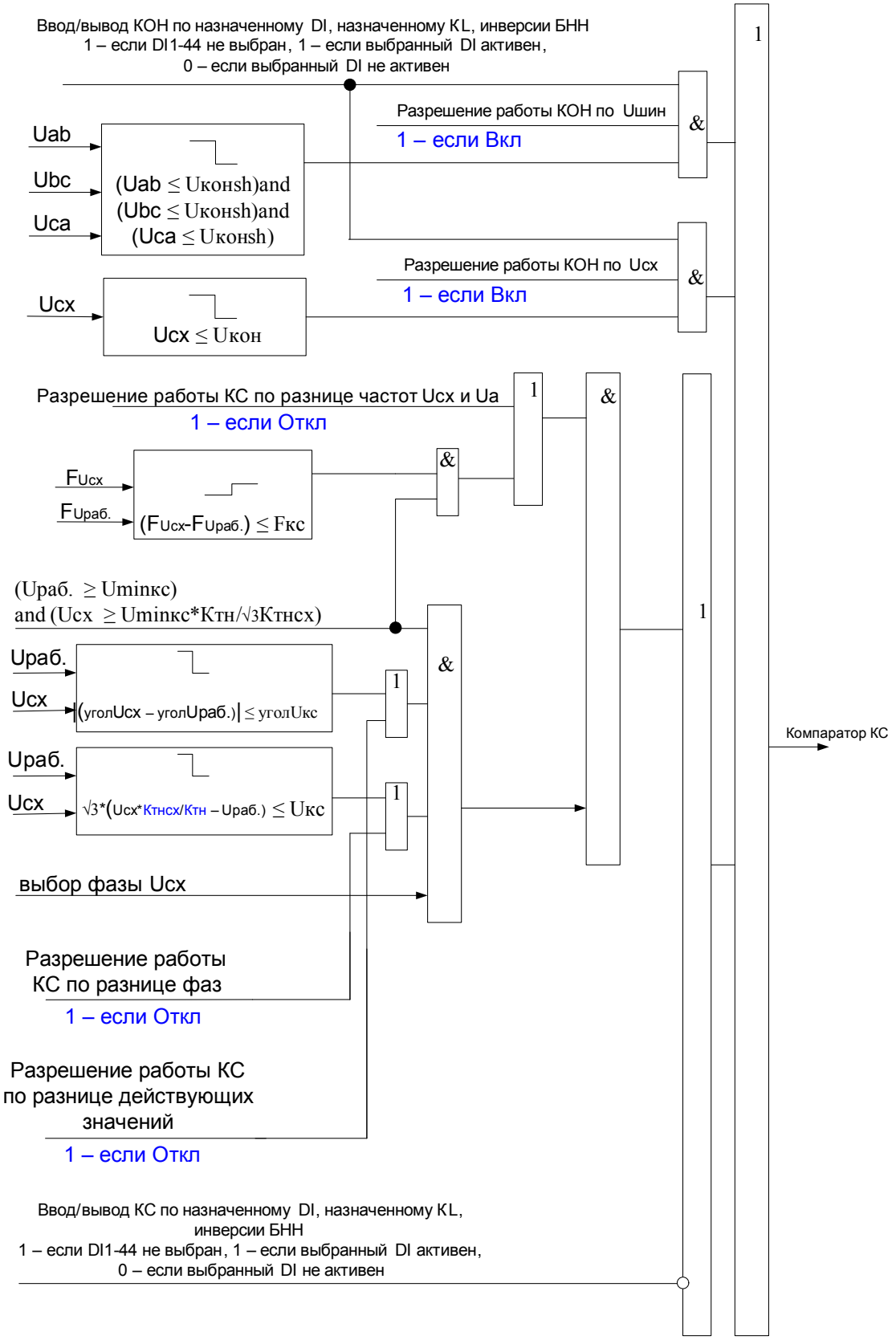


Рисунок 75 – Блок схема компаратора КС

Уставки КС представлены в (Таблица 39).

Таблица 39 – Уставки КС

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы КОН по напряжению шин	Откл., Вкл.	421
Разрешение работы КОН по напряжению линии	Откл., Вкл.	422
Выбор уставки по напряжению срабатывания контроля отсутствия напряжения на линии $U_{\text{кон}}$	1…100 В, с шагом 0,1 В	423
Выбор уставки по напряжению срабатывания контроля отсутствия напряжения на шинах $U_{\text{кон}sh}$	1…100 В, с шагом 0,1 В	424
Назначение дискретного входа или сигнала БНН на блокировку КОН	–	425
Назначение дискретного входа или сигнала БНН на блокировку КС	–	426
Ввод уставки по разнице действующих значений напряжений	2…50 %, с шагом 1 %	427
Ввод уставки по минимальному допустимому значению напряжения в линии	10…100 В, с шагом 0,1 В	428
Разрешение или запрет работы по разнице фаз	Откл, Вкл.	429
Выбор фазы напряжения линии ($U_{\text{сх}}$)	*A, B, C, AB, BC, CA*	430
Ввод уставки по допустимой разнице фазы	1…100 °, с шагом 1°	431
Разрешение или запрет работы по разнице частот	Откл, Вкл.	432
Ввод уставки по разнице частоты	0,05 … 1 Гц, с шагом 0,01 Гц	433
Ввод уставки по времени ожидания синхронизма	0 … 5 с, с шагом 0,01 с	434
Выбор дискретного входа назначенного на РКВ	Откл, *DI1…DI44* прямо, *DI1…DI44* инверсно	435

Внешний вид окна настроек КС в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 76).

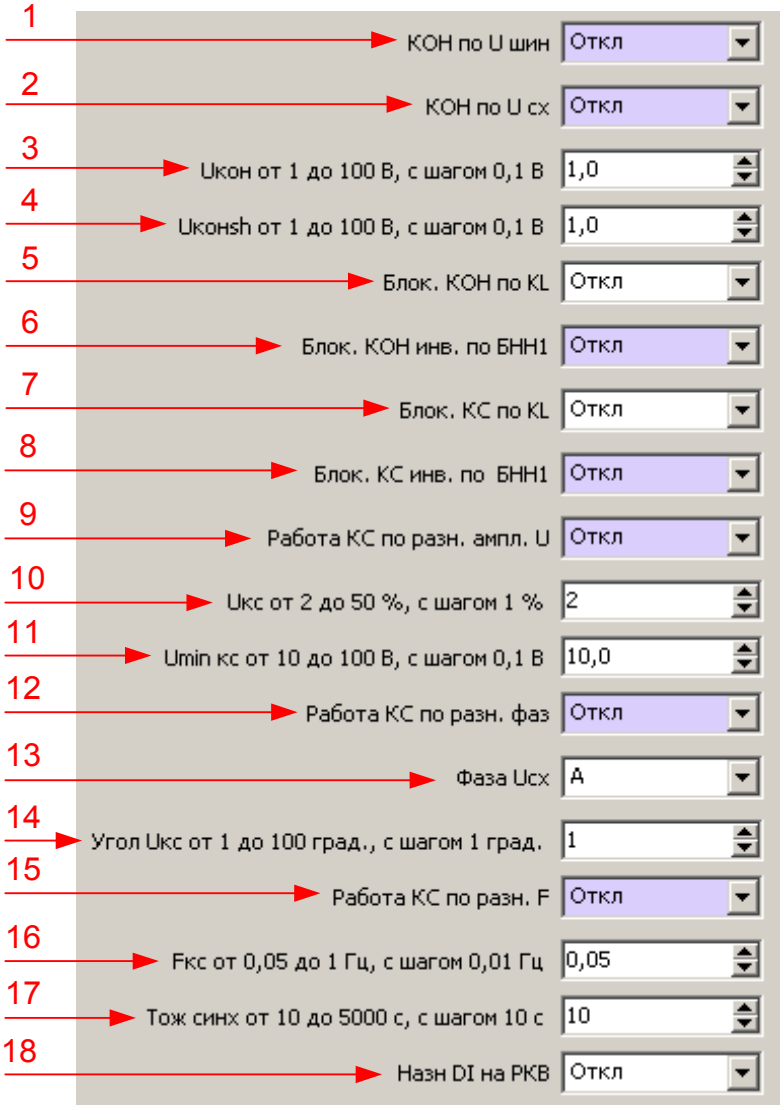


Рисунок 76 – Окно настроек КС в программе *«BURZA»*

1 – Разрешение работы КОН по напряжению шин;

2 – Разрешение работы КОН по напряжению линии;

3 – Выбор уставки по напряжению срабатывания контроля отсутствия напряжения на линии $U_{\text{кон}}$;

4 – Выбор уставки по напряжению срабатывания контроля отсутствия напряжения на шинах $U_{\text{кон}sh}$;

5 – Назначение дискретного выхода на блокировку КОН;

6 – Назначение сигнала БНН на блокировку КОН;

7 – Назначение дискретного выхода на блокировку КС;

8 – Назначение сигнала БНН на блокировку КС;

9 – Разрешение или запрет работы по разнице аплитуд;

10 – Ввод уставки по разнице амплитуд;

11 – Ввод уставки по минимальному допустимому значению напряжения в линии;

12 – Разрешение или запрет работы по разнице фаз;

13 – Выбор фазы напряжения линии ($U_{\text{сх}}$);

14 – Ввод уставки по допустимой разнице фазы;

15 – Разрешение или запрет работы по разнице частот;

16 – Ввод уставки по разнице частоты

17 – Ввод уставки по времени ожидания синхронизма;

18 – Выбор дискретного входа, назначенного на РКВ.

1.4.1.8 Функция АЧР/ЧАПВ

В устройстве предусмотрено две ступени АЧР/ЧАПВ. Две ступени предусмотрены для того, чтобы была возможность использовать одну ступень (со своими уставками) в одну сторону линии с двусторонним питанием, а вторую ступень (со своими уставками) в другую сторону линии.

АЧР работает по дискретному входу, который назначается из меню. По факту появления «логической единицы» выдается сигнал «Работа АЧР». Снимается сигнал по факту снятия «логической единицы» с дискретного входа.

В устройстве реализованы два алгоритма работы ЧАПВ:

- с пуском по факту снятия сигнала АЧР;
- с пуском по отдельному дискретному входу, который задается из меню.

Работа ЧАПВ 1(2) может блокироваться по дискретным входам (назначенным на АПВ 1(2)), по логическим выходам выходных реле (назначенным на блокировку АПВ 1(2) или на блокировку ЧАПВ 1(2)), по сигналу неисправность цепей электромагнитов включения отключения, по сигналам УРОВ 1 и УРОВ 2. Блокировка ЧАПВ по факту присутствия тока выше допустимого реализуется через одну из ступеней УРОВ или через логические выходы реле, на которые назначены

токовые защиты. Если появляется любое из условий блокировки, то независимо от того на каком этапе находится, то алгоритм ЧАПВ блокируется и все таймеры сбрасываются.

Алгоритм формирования сигналов блокировка ЧАПВ по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 77).

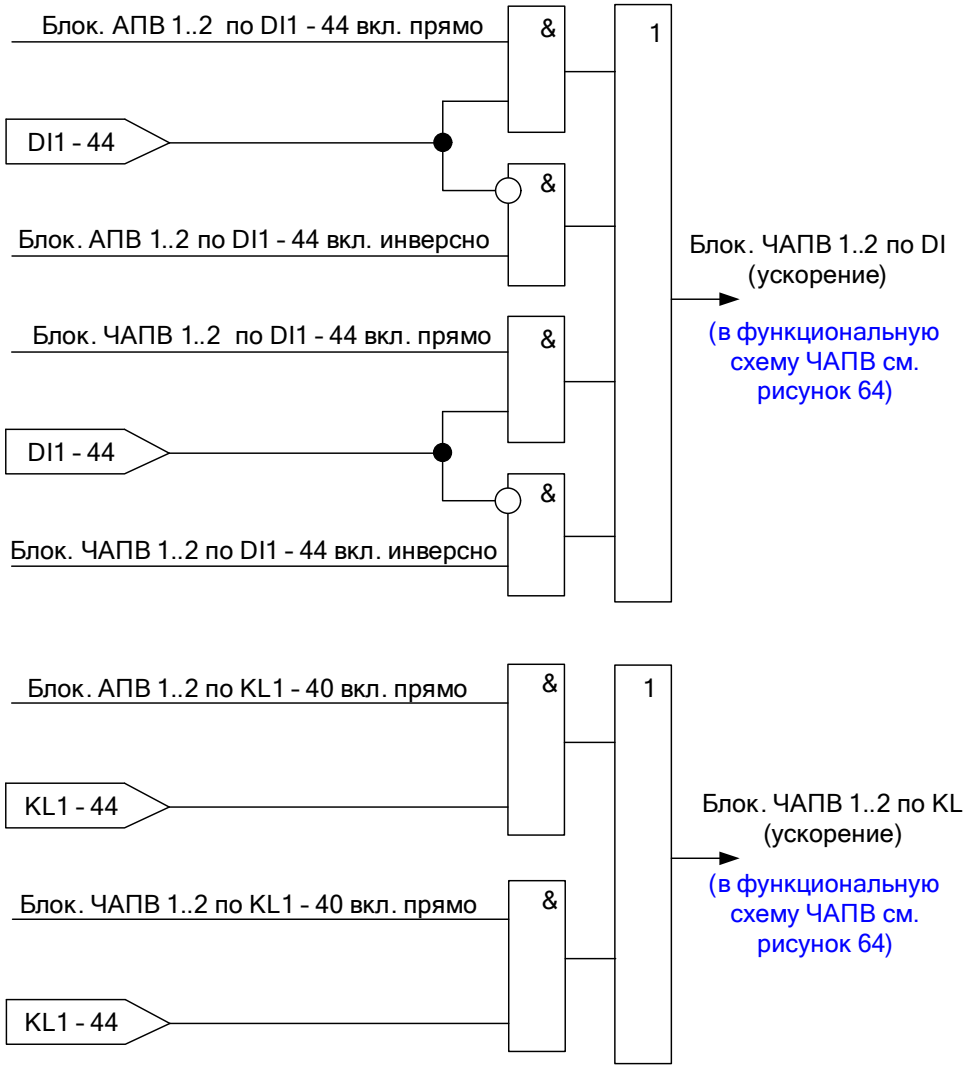


Рисунок 77 – Алгоритм формирования сигналов блокировки ЧАПВ по дискретным входам и логическим выходам реле

По результатам работы ЧАПВ формируется сигнал «Работа ЧАПВ». Т.к. в устройстве две ступени ЧАПВ, то могут быть сформированы два сигнала «Работа ЧАПВ 1» (первая ступень) и «Работа ЧАПВ 2» (вторая ступень). Данный сигнал может быть назначен на выходные реле или светодиоды.

На (Рисунок 78) приведена блок схема алгоритма работы АЧР/ЧАПВ.

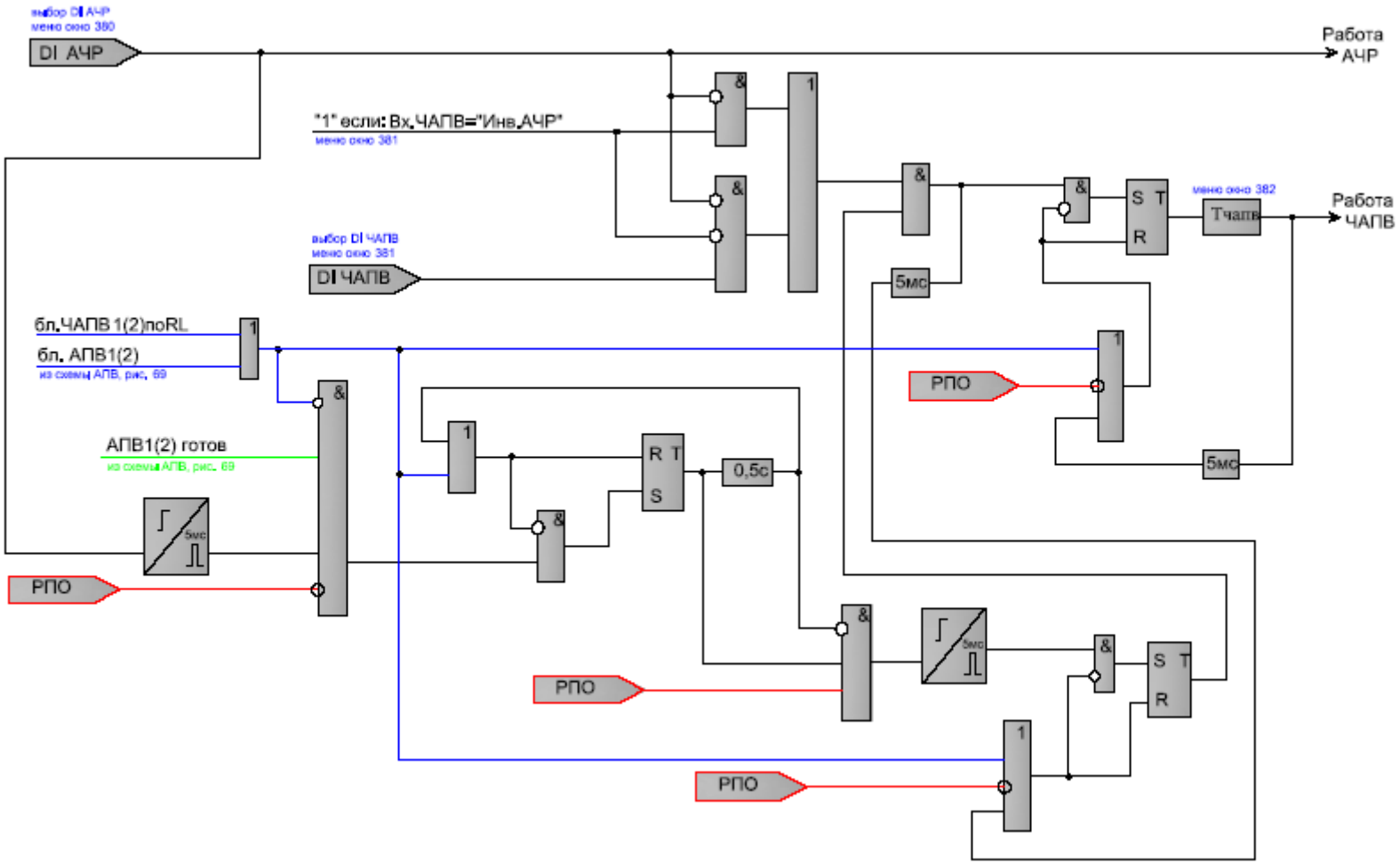


Рисунок 78 – Блок схема алгоритма АЧР/ЧАПВ

Если ЧАПВ разрешен, таймер готовности соответствующей ступени АПВ завершил отсчет, то по факту появления сигнала «Работа АЧР» запускается режим ожидания пуска ЧАПВ (таймер готовности АПВ1 соответствует ЧАПВ 1, АПВ 2 соответствует ЧАПВ 2).

Сбрасывание режима ожидания пуска ЧАПВ происходит по факту:

− наличия сигнала блокировки;

− отсутствия отключения выключателя в течение 500 мс после появления сигнала «Работа АЧР»;

− через 5 мс после сигнала «Работа ЧАПВ 1(2)».

Если режим ожидания ЧАПВ запущен и приходит сигнал пуска ЧАПВ, то запускается отсчет таймера задержки ЧАПВ. Сигналом пуска ЧАПВ при назначении на вход ЧАПВ инверсии АЧР является снятие сигнала «логической единицы» с входа АЧР. Сигналом пуска ЧАПВ при назначении на вход ЧАПВ одного из дискретных входов является снятие сигнала «логической единицы» с входа АЧР и приход сигнала «логической единицы» на вход ЧАПВ.

Если таймер задержки ЧАПВ завершит отсчет и при этом не будет условия блокировки, то сформируется сигнал «Работа ЧАПВ 1(2)». Данный сигнал выдается в течение 5 мс. Если после сигнала «Работа ЧАПВ» выключатель включится и по факту прихода сигнала РПВ завершится отсчет таймера готовности, то в следующий раз АЧР/ЧАПВ отработает по заданному алгоритму. Если после сигнала «Работа ЧАПВ» выключатель не включится, то в следующий раз ЧАПВ начнет работу только после ручного включения выключателя и завершения отсчета таймера готовности.

При конфигурировании реле, назначенных на работу АПВ, необходимо учитывать время 5 мс на которое выдается сигнал «Работа ЧАПВ 1(2)». Если реле назначено в импульсном режиме, то оно отработает в течение времени, заданного для включения. Если реле будет в потенциальном режиме, то оно отработает в течение времени, заданного для задержки на отключение вынуждающего сигнала. При этом, если это время будет равно нулю, то реле не включится.

Для предотвращения многократных включений есть возможность завести сигнал «Работа ЧАПВ 1(2)» на включение выключателя через функцию управления выключателем в которой реализован алгоритм блокировки от многократных включений.

Временные диаграммы работы АЧР/ЧАПВ представлены на (Рисунок 79 и Рисунок 80).

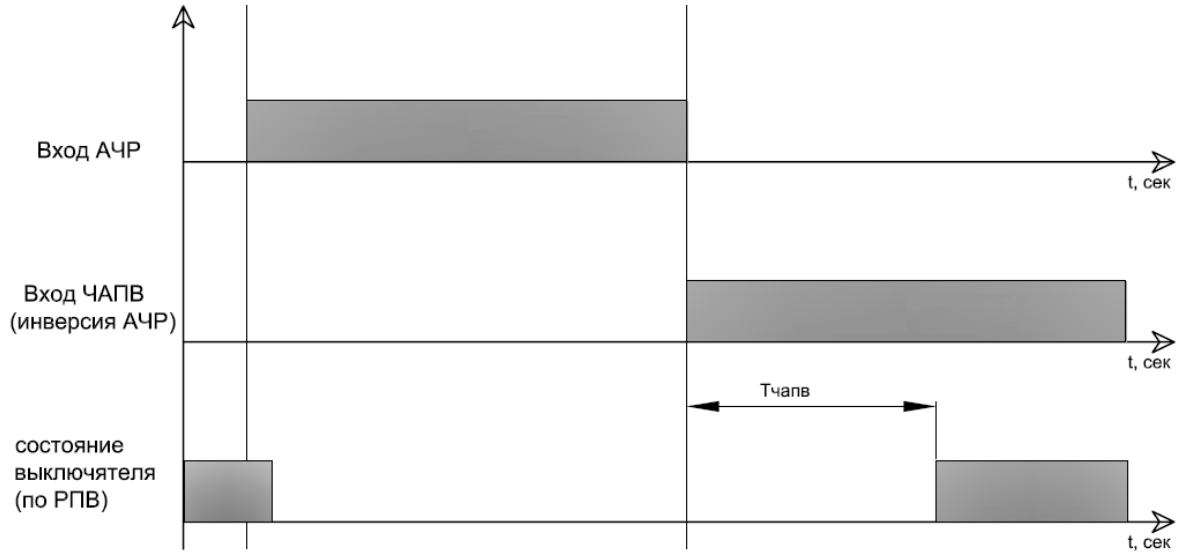


Рисунок 79 – Временная диаграмма работы АЧР/ЧАПВ при назначении на вход ЧАПВ инверсии АЧР

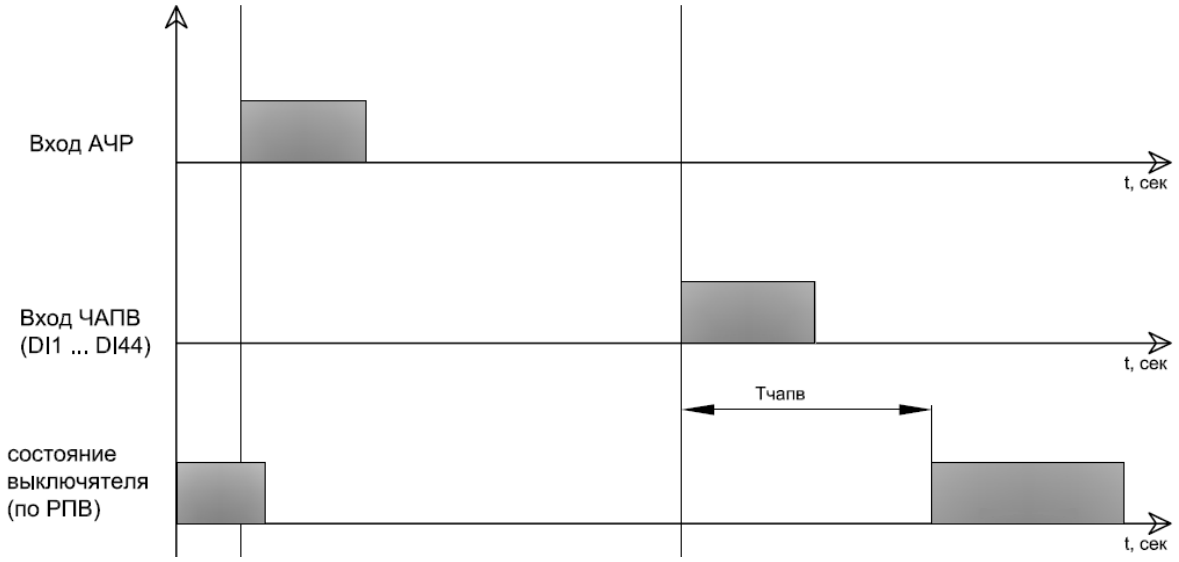


Рисунок 80 – Временная диаграмма работы АЧР/ЧАПВ при назначении на вход ЧАПВ одного из дискретных входов *DI1…DI44*

Конфигурация ЧАПВ представлена в (Таблица 40).

Таблица 40 – Конфигурация ЧАПВ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Блокировка АПВ1…АПВ 2 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	595
Блокировка АПВ1…АПВ 2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	575
Блокировка ЧАПВ1…ЧАПВ2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	576
Назначение РПВ	Откл., *DI1…DI44* прямо, *DI1…DI44* инверсно	730
Назначение РПО	Откл., *DI1…DI44* прямо, *DI1…DI44* инверсно	731

Уставки АЧР/ЧАПВ представлены в (Таблица 41).

Таблица 41 – Уставки АЧР/ЧАПВ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Запрет работы или назначение одного из входов на АЧР	Откл, *DI1…DI44*	380
Назначение одного из входов на ЧАПВ	Откл., Инверсия АЧР, *DI1…DI44*	381
Выбор уставки по времени готовности АПВ	1…120 с, с шагом 1 с	341
Выбор уставки по времени работы ЧАПВ первого цикла	1…25 с, с шагом 0,1 с	382

Внешний вид окна настроек АЧР/ЧАПВ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 81).

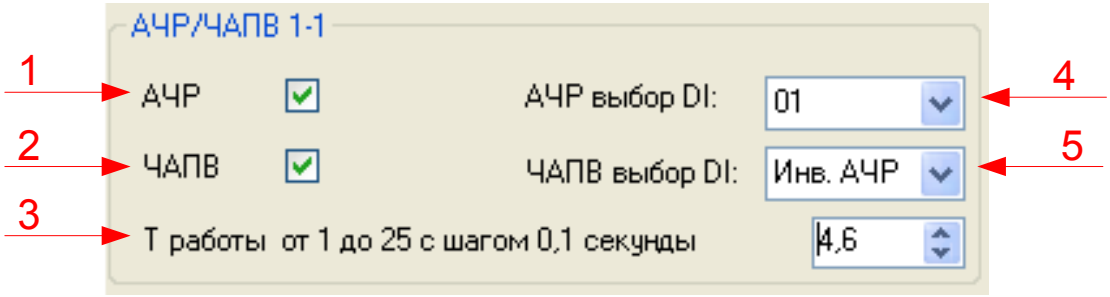


Рисунок 81 – Окно уставок АЧР/ЧАПВ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы АЧР;

2 – разрешение или запрет работы ЧАПВ;

3 – ввод уставки по времени работы ЧАПВ;

4 – выбор дискретного входа на АЧР;

5 – выбор дискретного входа на ЧАПВ.

1.4.1.9 Автоматическое повторное включение (АПВ)

Устройство содержит две ступени АПВ. Две ступени предусмотрены для того, чтобы была возможность использовать одну ступень (со своими уставками) в одну сторону линии с двусторонним питанием, а вторую ступень (со своими уставками) в другую сторону линии. Каждая ступень АПВ может быть одно- или двукратной (далее по тексту первый цикл и второй цикл). Вынуждающим сигналом для запуска АПВ могут быть назначены защиты ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, Дф 1…Дф 8 или пуск по несоответствию.

Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначены защиты ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, то вынуждающий сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа» или «Работа с ускорением». Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначены Дф 1…Дф 8, то вынуждающий сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа».

Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначен пуск по несоответствию, то вынуждающий сигнал будет сформирован, если при наличии

сигнала РПО, последним по времени из сигналов управления выключателем был сигнал «Включение ВВ», а не «Отключение ВВ». Если в качестве вынуждающего сигнала на пуск АПВ назначен пуск по несоответствию, то пуск АПВ от защит блокируется.

Работа АПВ может блокироваться по дискретным входам, по логическим выходам выходных реле, по сигналу неисправность цепей электромагнитов включения отключения, по сигналам УРОВ 1 и УРОВ 2. Блокировка АПВ по факту присутствия тока выше допустимого реализуется через одну из ступеней УРОВ или через логические выходы реле, на которые назначены токовые защиты. Если появляется любое из условий блокировки, то независимо от того на каком этапе находится, алгоритм АПВ блокируется и все таймеры сбрасываются.

Алгоритм формирования сигналов блокировки АПВ по *DI* и *KL* представлен на (Рисунок 82).

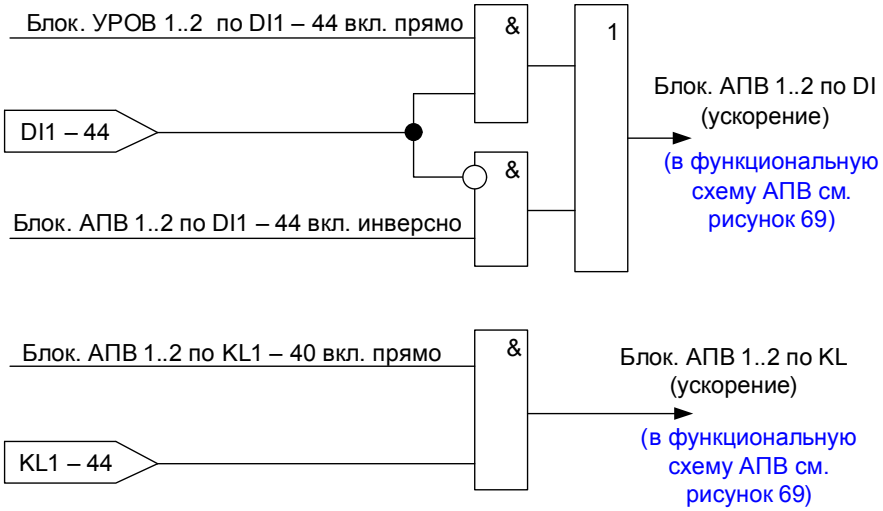


Рисунок 82 – Алгоритм формирования сигналов блокировки АПВ по дискретным входам и логическим выходам реле

По результатам работы первого и второго циклов АПВ формируется один сигнал «Работа АПВ» для одной ступени. Т.к. в устройстве две ступени, то могут быть сформированы два сигнала «Работа АПВ 1» (первая ступень, первый и второй цикл) и «Работа АПВ 2» (вторая ступень, первый и второй цикл). Данный сигнал могут быть назначены на выходные реле или светодиоды.

На (Рисунок 83) приведена блок схема алгоритма работы АПВ.

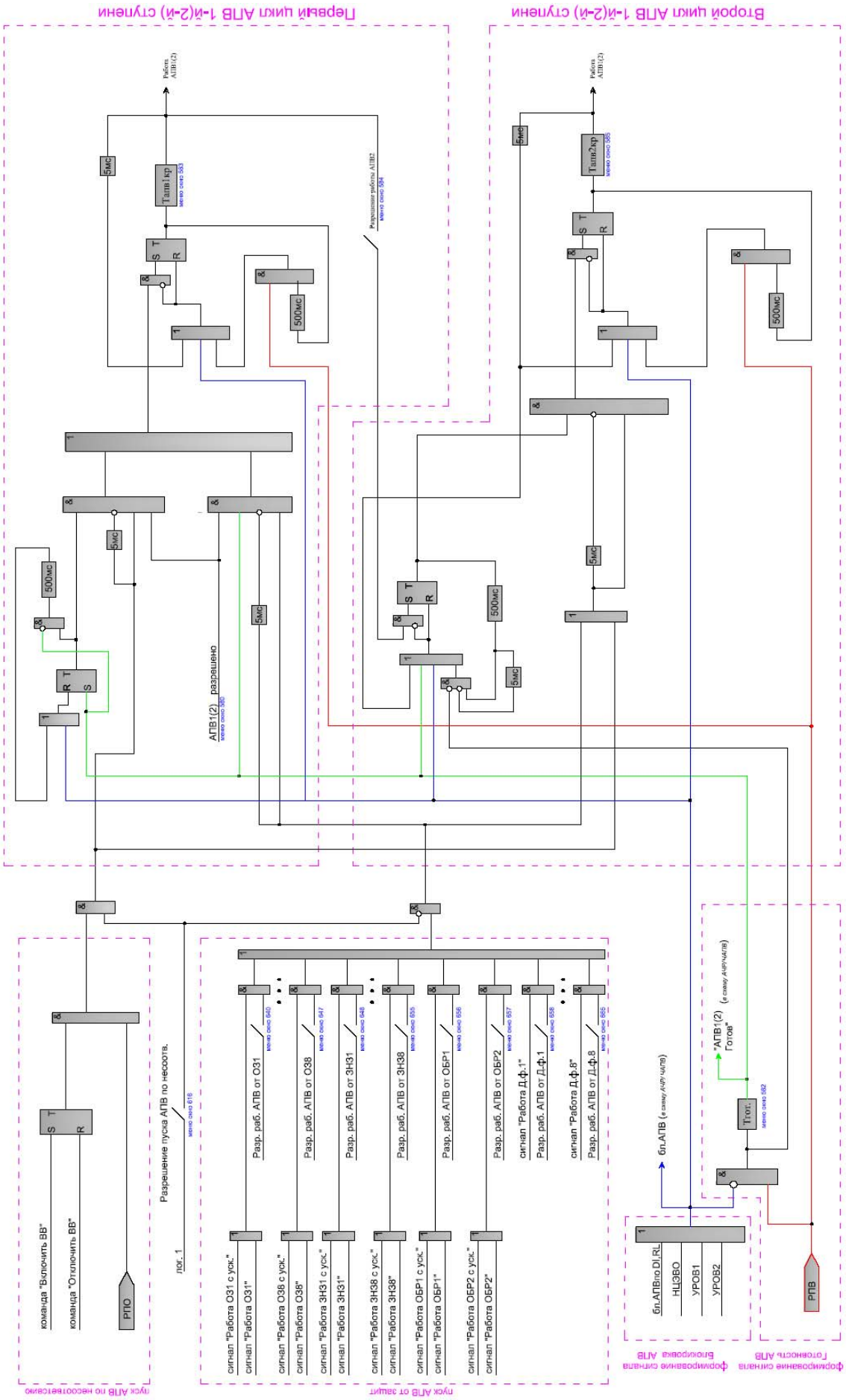


Рисунок 83 – Блок схема алгоритма АПВ

Если АПВ разрешен, то по факту появления сигнала пуска АПВ проверяется состояние таймера готовности (в памяти хранится наличие готовности АПВ для пуска по несоответствию в течение 500 мс после снятия сигнала РПВ). Если таймер готовности завершил отсчет, то запустится таймер задержки на работу АПВ первого цикла. Одновременно начнется ожидание (в течение 500 мс) отключения выключателя по факту снятия сигнала РПВ. Если выключатель не отключится в течение 500 мс после появления сигнала «Пуск АПВ», то все таймеры сбросятся, а следующий пуск АПВ станет возможен только после ручного включения выключателя и завершения отсчета таймера готовности. После чего алгоритм начнет работать с первого цикла.

Если выключатель отключится быстрее чем за 500 мс, таймер задержки АПВ первого цикла завершит отсчет и при этом не будет условия блокировки, то сформируется сигнал «Работа АПВ 1(2)» по первому циклу. Данный сигнал выдается в течение 5 мс.

Если разрешен второй цикл АПВ, то по факту сигнала «Работа АПВ 1(2)» после первого цикла запускается режим ожидания пуска второго цикла. Сбрасывается режим ожидания пуска второго цикла АПВ по факту наличия сигнала блокировки, по факту завершения отсчета таймера готовности, по факту отсутствия включения выключателя в течение 500 мс после появления сигнала «Работа АПВ 1» после первого цикла, через 5 мс после сигнала «Работа АПВ 1(2)» после второго цикла.

Если режим ожидания АВП второго цикла запущен и приходит сигнал пуска АПВ, то запускается отсчет таймера задержки второго цикла АПВ. Одновременно начинается ожидание в течение 500 мс отключения выключателя по факту снятия сигнала РПВ. Если выключатель не отключится в течение 500 мс после появления сигнала пуск АПВ, то произойдет сброс всех таймеров, а следующий пуск АПВ станет возможен только после ручного включения выключателя и завершения отсчета таймера готовности. После этого алгоритм начнет работать с первого цикла.

Если выключатель отключится быстрее чем за 500 мс, таймер задержки АПВ второго цикла завершит отсчет. Если при этом не будет условия блокировки, то сформируется сигнал «Работа АПВ 1(2)» по второму циклу. Данный сигнал выдается в течение 5 мс. Если после сигнала «Работа АПВ» после второго цикла выключатель включится и по факту прихода сигнала РПВ завершится отсчет таймера готовности, то в следующий раз АПВ начнет работу с первого цикла. Если после сигнала «Работа АПВ» после второго цикла выключатель не включится, то в следующий раз АПВ начнет работу только после ручного включения выключателя. После этого алгоритм начнет работать с первого цикла.

При конфигурировании реле, назначенных на работу АПВ, необходимо учитывать время 5 мс на которое выдается сигнал «Работа АПВ 1(2)». Если реле назначено в импульсном режиме, то оно отработает в течение времени, заданного для включения. Если реле будет в потенциальном режиме, то оно отработает в течение времени, заданного для задержки на отключение вынуждающего сигнала. При этом если это время будет равно нулю, то реле не включится.

Для предотвращения многократных включений есть возможность завести сигнал «Работа АПВ 1(2)» на включение выключателя через функцию управления выключателем, в котором реализован алгоритм блокировки от многократных включений.

Конфигурация АПВ представлена в (Таблица 42).

Таблица 42 – Конфигурация АПВ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Блокировка АПВ 1..2 по *DI1…DI44*	Откл., Вкл. прямо, Вкл. инверсно	596
Блокировка АПВ 1..2 по одному из *KL1…KL40*	Вкл., Откл.	575

Продолжение таблицы 42

1	2	3
Назначение РПВ	Откл., *DI1…DI44 прямо,* *DI1…DI44инверсно*	730
Назначение РПО	Откл., *DI1…DI44 прямо,* *DI1…DI44инверсно*	731

Уставки АПВ представлены в (Таблица 43).

Таблица 43 – Уставки АПВ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Выбор условия пуска	–	340
Выбор уставки по времени готовности АПВ	1…120 с, с шагом 1 с	341
Выбор уставки по времени работы АПВ первого цикла	1…25 с, с шагом 0,1 с	342
Разрешение или запрет второго цикла АПВ	Вкл., Откл.	343
Выбор уставки по времени работы АПВ второго цикла	1…60 с, с шагом 1 с	344
Разрешение или запрет блокировки АПВ по току	Вкл. по *Iф*, Вкл. по *Iл*, Откл.	345
Уставка по току блокировки АПВ	0,1 … 125,0 А, с шагом 0,01 А	346

Внешний вид окна настроек АПВ в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 84).

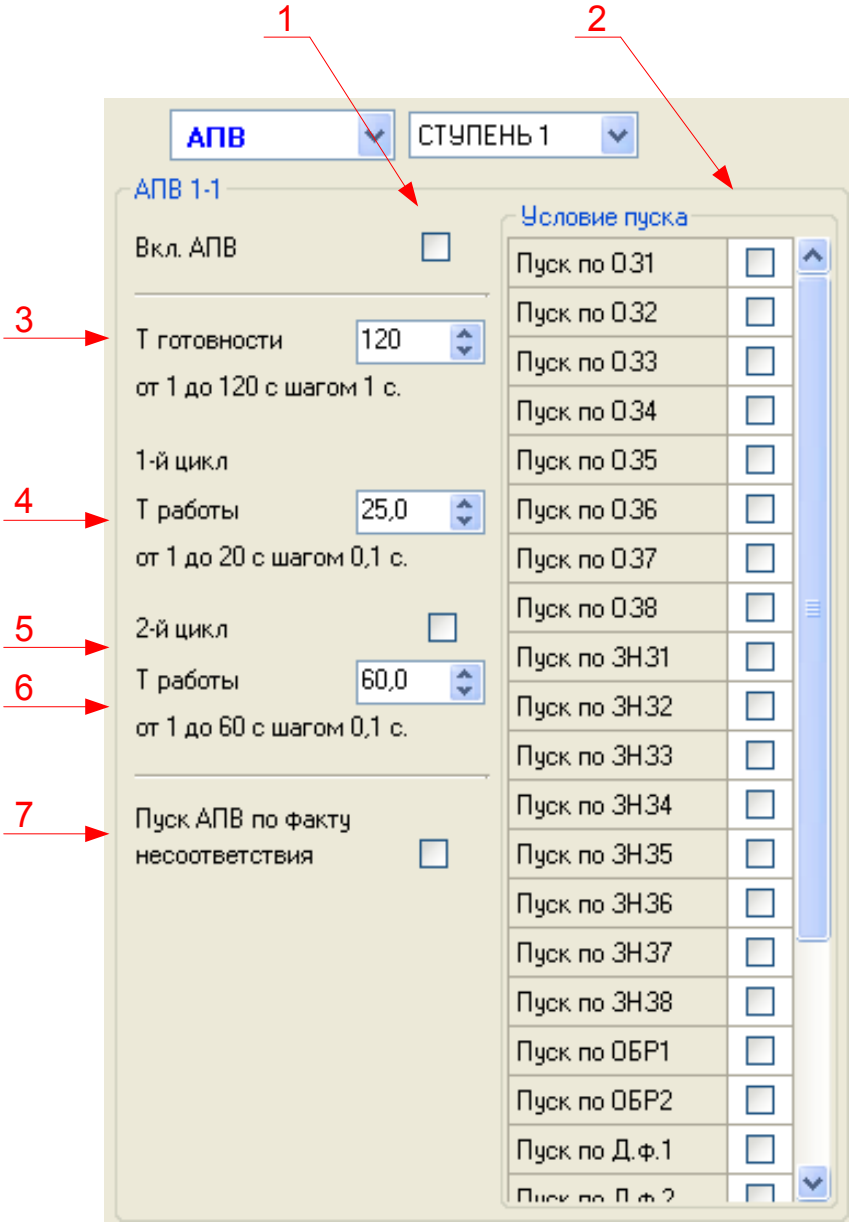


Рисунок 84 – Окно уставок АПВ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы АПВ;

2 – назначение условия пуска АПВ;

3 – ввод уставки по времени готовности АПВ;

4 – ввод уставки по времени работы АПВ первого цикла;

5 – разрешение или запрет работы второго цикла АПВ;

6 – ввод уставки по времени работы АПВ второго цикла;

7 – разрешение или запрет пуска АПВ по несоответствию.

1.4.1.10 Функция определения места повреждения линии электропередач (ОМП)

Определение расстояния до места повреждения происходит в момент срабатывания ОЗ исходя из следующих допущений:

1) место повреждения определяется только для повреждений вида короткого замыкания (КЗ) на воздушных и кабельных линиях электропередач путем расчета расстояния от места установки терминала релейной защиты с функцией ОМП до точки КЗ;

2) расстояние до точки КЗ определяется путем фиксации сопротивления петли КЗ в момент срабатывания пускового органа защиты от КЗ с последующим перерасчетом расстояния с учетом удельного сопротивления на каждом участке линии;

3) вычисление фиксируемого сопротивления выполняется по различным соотношениям в зависимости от вида КЗ;

4) вид КЗ (*A0, B0, C0, AB, BC, CA*) определяется по числу фаз, обтекаемых током КЗ. Обтекание каждой фазы необходимым значением тока определяется по факту выполнения для нее следующего условия:

$I_a > 0{,}9\, max\ (I_a,\ I_b,\ I_c);$

$I_b > 0{,}9\, max\ (I_a,\ I_b,\ I_c);$

$I_c > 0{,}9\, max\ (I_a,\ I_b,\ I_c);$

5) режим по числу обтекаемых током КЗ фаз для ОЗ определяется после срабатывания пускового органа защиты;

6) расчетное сопротивления до места КЗ определяется по петле короткого замыкания;

7) задается модель линии, содержащая удельные сопротивления и длины последовательно (от шин) включенных 5 участков.

Для определения места повреждения из расчетного сопротивления $Z_р$ поэтапно вычитают сопротивление первого, второго … пятого участков – до тех

пор, пока полученное сопротивление не станет меньше сопротивления следующего по порядку участка. Длину линии до точки КЗ на указанном следующем участке определяют путем деления, оставшегося после всех вычитаний значения расчетного сопротивления на удельное сопротивление этого участка. К полученному значению длины на последнем (аварийном) участке прибавляют длины всех предыдущих участков и получают полную длину линии.

В случае если сопротивление получается больше суммарного сопротивления всех участков линии, то устройство фиксирует *«L > max»*.

При срабатывании БНН функция ОМП блокируется, в ЖА фиксируется *«L= ---»*.

<u>Пример:</u>

Воздушная линия 35 кВ выполнена проводом АС-95 протяженностью 15 км. По справочным данным для линии АС-95 $R_{уд}$ = 0,306 Ом/км, $X_{уд}$ = 0,334 Ом/км. Получаем:

$$Z_{уд} = \sqrt{\left(R_{уд}^2 + X_{уд}^2\right)} = 0{,}306^2 + 0{,}334^2 = 0{,}453 \text{ Ом/км}.$$

Таким образом, при трехфазном КЗ на данной линии ($I_{кз}$= 10 кА, $U_{кз}$ = 27 кВ, при коэффициентах трансформации $K_{тт}$ = 1000, $K_{тн}$ = 1000) расстояние до места повреждения L = 3,46 км

Уставки ОМП представлены в (Таблица 44).

Таблица 44 – Уставки ОМП

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Ввод длины 1-го … 5-го участка, км	0…100, с шагом 0,01	460
Ввод удельного сопротивления 1-го … 5-го участка, Ом/км	0,2…1,5 с шагом 0,01	461

На (Рисунок 85) показан вид окна уставок ОМП в программе *«BURZA»*

Рисунок 85 – Окно уставок ОМП в программе *«BURZA»*

1 – ввод уставок по длинам участков линии;

2 – ввод уставок по удельному сопротивлению участков линии.

1.4.1.11 Защита от обрывов цепей напряжения (БНН)

В устройстве обрыв цепей напряжения основной вторичной обмотки контролируется по сумме напряжений от основной вторичной обмотки ТН и дополнительной вторичной обмотки ТН.

При разрешении работы БНН сразу включается алгоритм по сумме напряжений.

При работе по сумме напряжений защита реагирует на превышение уставки $U_{\text{нб_БНН}}$ напряжением $U_{\text{бнн}}$. Функция БНН 1 может работать с учетом напряжения фазы A ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки по напряжению небаланса рассчитанному по формуле (7) или без учета напряжения фазы A ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки по напряжению небаланса рассчитанному по формуле (8):

$$U_{\text{бнн}} = \left(2 \times \dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c\right) - \left(\dot{U}_{\text{ни}}' + 3\dot{U}_0'\right) \quad , \qquad (7)$$

$$U_{\text{бнн}} = \left(\dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c\right) - 3\dot{U}_0' \quad , \qquad (8)$$

где *Ua, Ub, Uc* – это фазные напряжения от основной вторичной обмотки ТН;

Uни' – это напряжение фазы *A*, с дополнительной вторичной обмотки с учетом коэффициентов трансформации

$$\dot{U}_{\text{ни}}' = \frac{K_{\text{тн0}}}{K_{\text{тн}}} \times \dot{U}_{\text{ни}} \ , \qquad (9)$$

$3U_0$ – это напряжение нулевой последовательности, с дополнительной вторичной обмотки ТН.

$3U_0{}'$ – это напряжение нулевой последовательности, с дополнительной вторичной обмотки с учетом коэффициентов трансформации

$$3U_0{}' = \frac{K_{\text{тн0}}}{K_{\text{тн}}} \times 3\dot{U}_0 \ . \qquad (10)$$

Векторные диаграммы напряжений на ТН, а также напряжений в алгоритме БНН 1 с учетом напряжения фазы *A* ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки, представлены на (Рисунок 86).

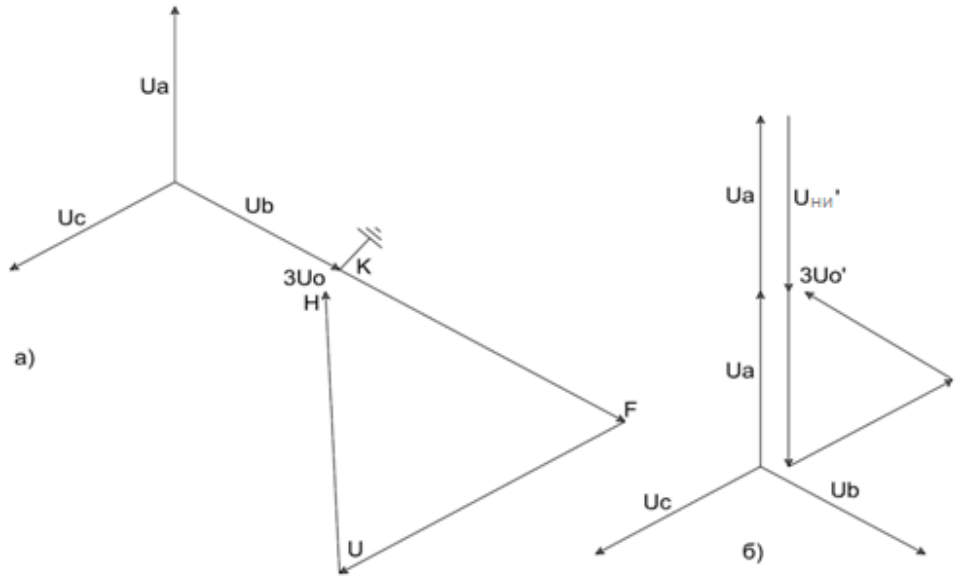


Рисунок 86 – а) векторная диаграмма напряжений на ТН с учетом напряжения фазы *A* ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки; б) векторная диаграмма напряжений в алгоритме БНН 1 с учетом напряжения фазы *A* ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки

Векторные диаграммы напряжений на ТН, а также напряжений в алгоритме БНН 1 с учетом напряжения фазы А ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки, представлены на (Рисунок 87).

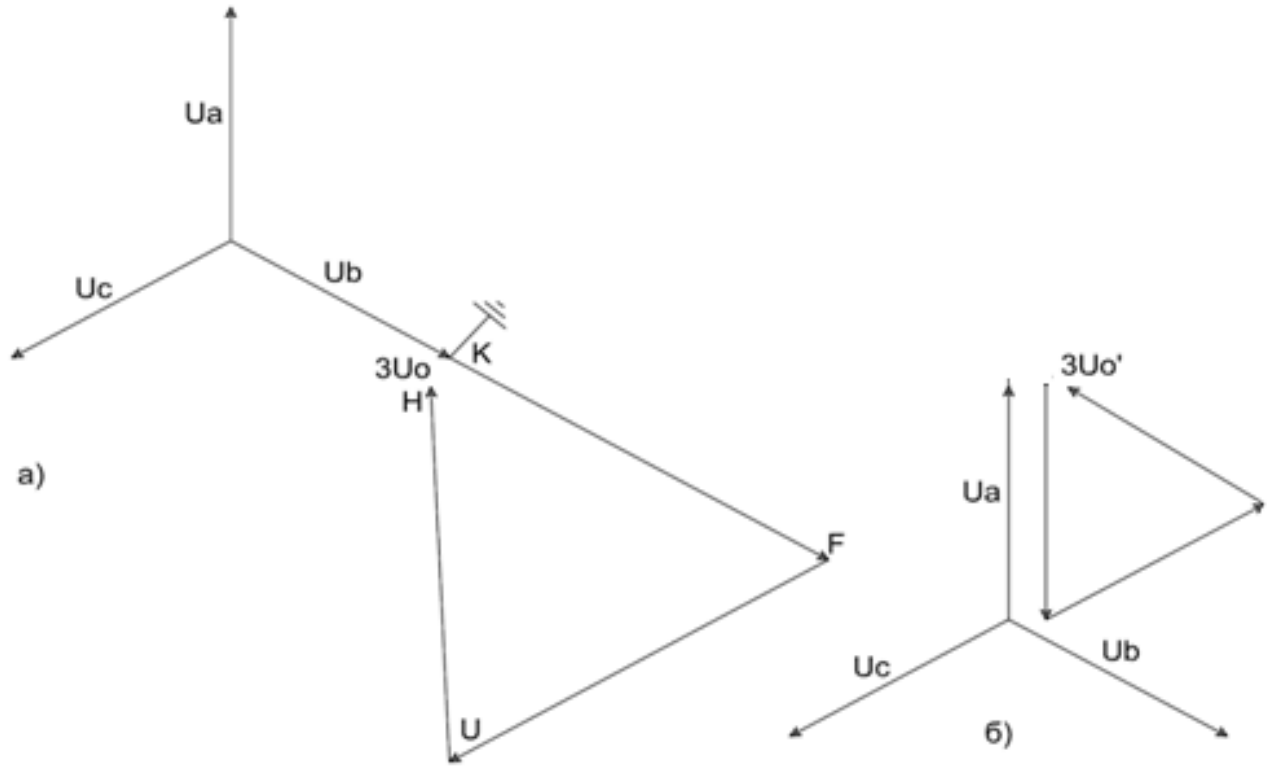


Рисунок 87 – а) векторная диаграмма напряжений на ТН без учета напряжения фазы A ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки; б) векторная диаграмма напряжений в алгоритме БНН 1 без учета напряжения фазы A ($U_{\text{ни}}$) дополнительной вторичной обмотки

Для выявления отключения автомата ТН в устройстве предусмотрен алгоритм БНН 1 с внешним пуском.

Электрическая схема соединения элементов для реализации алгоритма с внешним пуском совмещенная с функциональной схемой соответствующей части БНН изображена на (Рисунок 88).

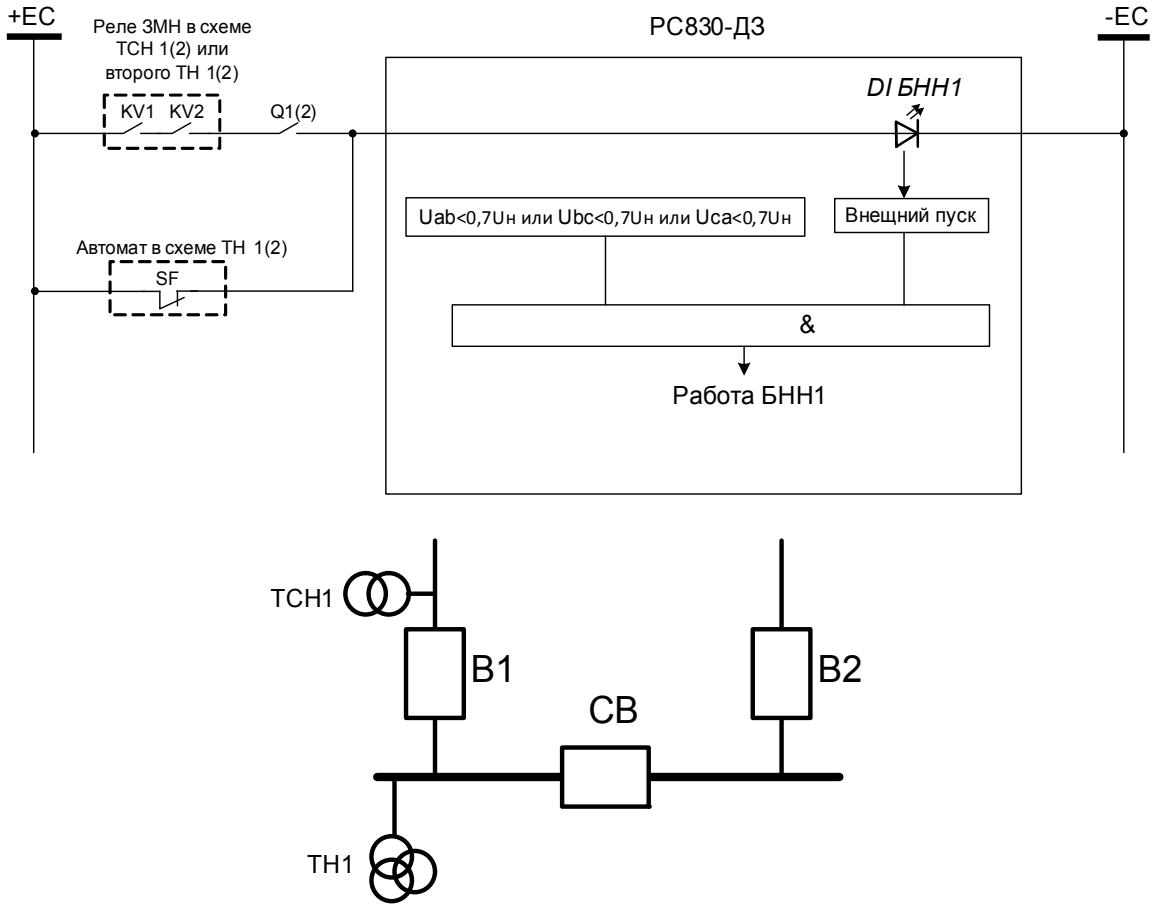


Рисунок 88 – Выявление неисправности цепей напряжения с использованием информации от второго трансформатора (ТСН или ТН)

Защита запускается сигналом внешнего пуска по одному из дискретных входов *DI1…DI44*. При этом, защита БНН сработает только при условии снижения ниже $0{,}7U_{н}$ хотя бы одного линейного напряжения, контролируемого устройством. Комбинация контроля наличия указанного снижения одного из напряжений и сигнала внешнего пуска БНН 1 позволяет реализовать самый совершенный алгоритм контроля исправности цепей напряжения по факту снижения напряжения ТН, к которому подключено устройство, и отсутствия снижения напряжения любого другого ТН или ТСН. Сигнал отсутствия снижения напряжения другого ТН подается от контакта реле напряжения в схеме этого ТН на вход внешнего пуска БНН 1. Включение блок контакта выключателя *Q1(2)* и ввода в эту цепочку, позволяет предотвратить излишнее срабатывание БНН при отключении указанного выключателя. При таком алгоритме этот же вход внешнего пуска непосредственно

используется для пуска БНН блок контактом автомата цепей напряжения по факту его отключения.

В (Таблица 45) представлены уставки функции БНН

Таблица 45 – Уставки функции БНН

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы БНН	Откл., Вкл.	860
Разрешение или запрет учета Uни в алгоритме БНН	Откл., Вкл.	861
Разрешение работы БНН по *DI*	Откл., *DI1…DI44*	862
Уставка по напряжению небаланса	5,0…25 В, с шагом 0,1 В	863
Разрешение работы БНН по составляющим прямой последовательности	Откл., Вкл.	864
Уставка по напряжению прямой последовательности U_1	0,1…100 В, с шагом 0,1 В	865
Уставка по току нижней границы I_{1min}	0,1…5,0 А, с шагом 0,1 А	866
Уставка по току верхней границы I_{1max}	5,0…120 А, с шагом 0,1 А	867
Разрешение работы БНН по составляющим обратной последовательности	Откл., Вкл.	868
Уставка по току обратной последовательности I_2	0,1…20 А, с шагом 0,1 А	869
Уставка по напряжению обратной последовательности U_2	0,1…100 В, с шагом 0,1 В	870

1.4.1.12 Функция определения неисправности цепей электромагнита включения и отключения (НЦЭВО)

Если в устройстве на РПВ не назначен дискретный вход, то работа НЦЭВО блокируется. На РПВ (контроль положения включено) и РПО (контроль положения отключено) дискретные входы назначаются из меню (см. окна 730, 731).

Если сигнал РПВ и РПО в течение 1 с в состоянии «логической 1» или если сигнал РПВ и РПО в течение 1 с в состоянии «логического 0», то устройство выдаст сигнал «НЦЭВО». Снимается сигнал после снятия условия для срабатывания. Схема контроля положения выключателя представлена на (Рисунок 89).

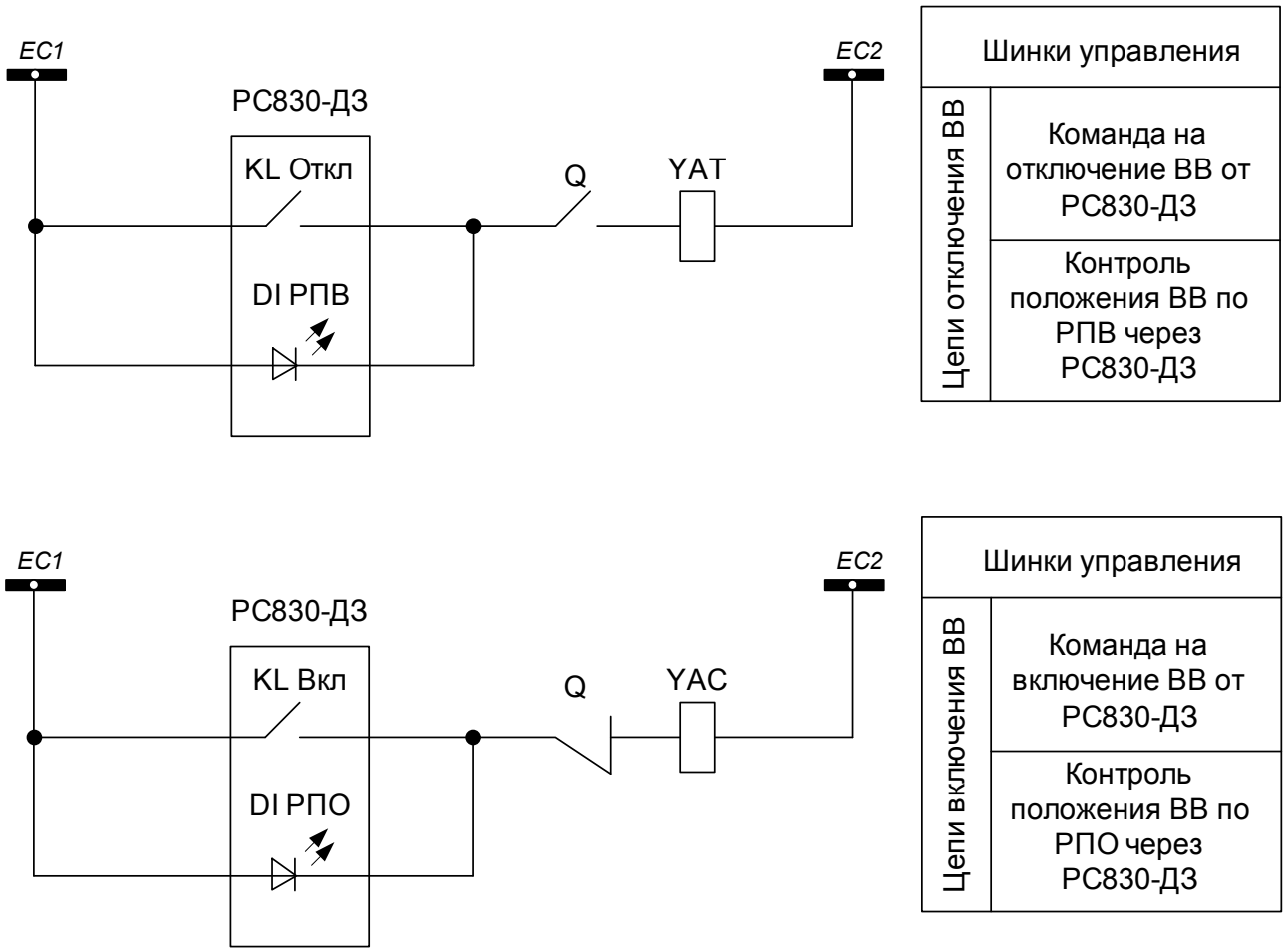


Рисунок 89 – Схема контроля положения выключателя

1.4.1.13 Функция блокировки при качаниях (БК)

В устройстве блокировка при качаниях имеет две ступени. Компаратор ступеней реагирует на приращение токов прямой, обратной и нулевой последовательности. Имеется чувствительный и грубый орган. Блокировка разрешает работу дистанционной защиты только в момент короткого замыкания на время достаточное для ее срабатывания. Если за это время дистанционная защита не отработала, то блокировка при качаниях ее заблокирует.

Первая ступень – БКм предназначена для работы медленнодействующих ступеней. Медленнодействующие ступени – это ступени, которые работают с задержкой более 1,5…2 с. Блокировка запускается по факту срабатывания любого из четырех компараторов и вводит ступень ОЗ на время, которое задается уставкой $T_{\text{ввода_груб}}$.

Вторая ступень – БКб предназначена для работы быстродействующих ступеней. Блокировка запускается по факту срабатывания одного из чувствительных компараторов и вводит ступень ОЗ на время, которое задается уставкой $T_{\text{вв_чув}}$ с последующим выводом блокировки на время, которое задается уставкой $T_{\text{ввода_груб}}$. Вторая ступень имеет возможность повторного пуска ступени ОЗ на время, которое задается уставкой $T_{\text{ввода_груб}}$ по одному из грубых пусковых органов при условии, что пуск по грубым пусковым органам будет не ранее чем через 25 мс после пуска чувствительного.

Временная диаграмма работы блокировки от качаний представлена на (Рисунок 90).

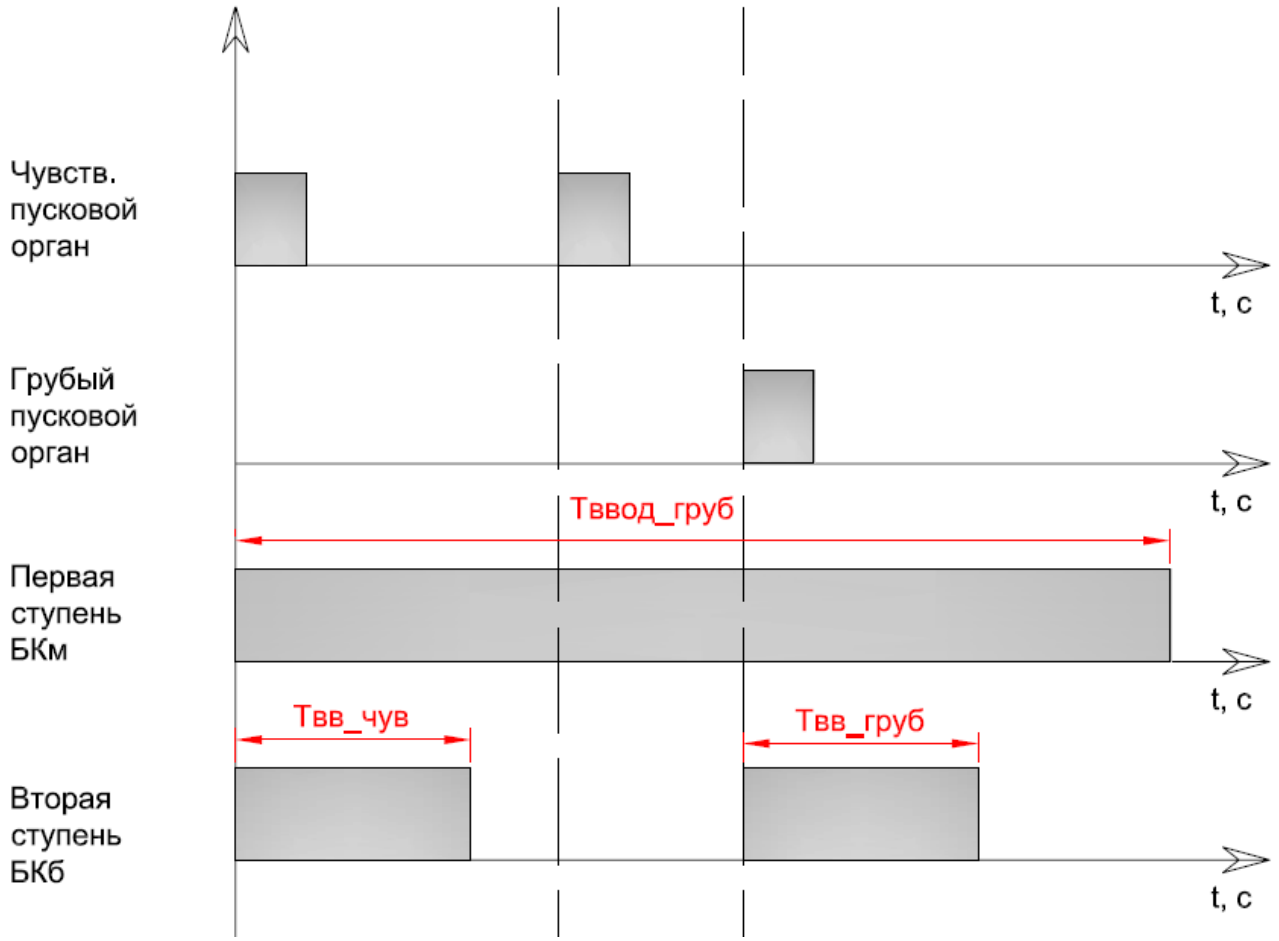


Рисунок 90 – Временная диаграмма работы блокировки при качаниях

Блокировка при качаниях может быть приведена в исходное состояние при отключении выключателя по ускоренному сбросу. Если ускоренный сброс разрешен, то блокировка при качаниях сбрасывается по факту появления переднего фронта на сигнале РПО. Это является признаком отключения выключателя.

Блок схема алгоритма блокировки при качаниях представлена на (Рисунок 91).

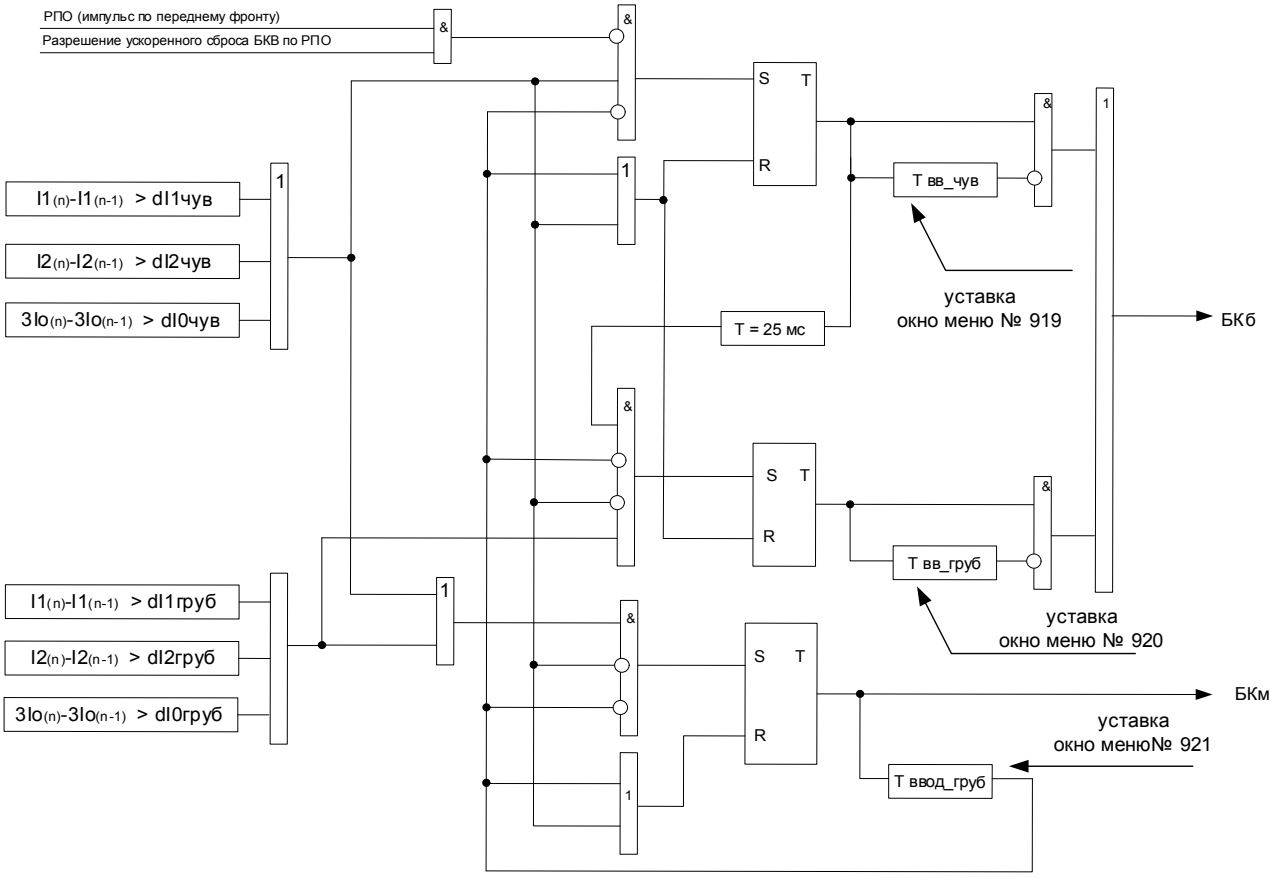


Рисунок 91 – Блок схема алгоритма блокировки при качаниях

В (Таблица 46) представлены уставки функции блокировки при качаниях.

Таблица 46 – Уставки функции БК

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
1	2	3
Разрешение работы БК по току нулевой последовательности	Откл., Вкл.	910
Разрешение работы БК по току прямой последовательности	Откл., Вкл.	911
Разрешение работы БК по току обратной последовательности	Откл., Вкл.	912
Уставка по приращению чувствительного органа тока нулевой $dI_{0чув}$ последовательности	0,08…3,0 А, с шагом 0,01 А	913

Продолжение таблицы 46

1	2	3
Уставка по приращению чувствительного органа тока прямой $dI_{1чув}$ последовательности	0,08…3,0 А, с шагом 0,01 А	914
Уставка по приращению чувствительного органа тока обратной $dI_{2чув}$ последовательности	0,04…1,5 А, с шагом 0,01 А	915
Уставка по приращению грубого органа тока нулевой $dI_{0груб}$ последовательности	0,12…5,0 А, с шагом 0,01 А	916
Уставка по приращению грубого органа тока прямой $dI_{1груб}$ последовательности	0,12…5,0 А, с шагом 0,01 А	917
Уставка по приращению грубого органа тока обратной $dI_{2груб}$ последовательности	0,06…2,5 А, с шагом 0,01 А	918
Уставка по времени $T_{вв_чув}$ ввода быстродействующих ступеней при первом срабатывании БК	0,2…1,0 с, с шагом 0,01 с	919
Уставка по времени $T_{вв_груб}$ ввода быстродействующих ступеней при повторном срабатывании БК	0,2…1,0 с, с шагом 0,01 с	920
Уставка по времени $T_{вв_груб}$ ввода медленнодействующих и по времени вывода быстродействующих ступеней БК	2,0…12 с, с шагом 0,01 с	921
Разрешение ускоренного сброса	Откл., Вкл.	922

1.4.1.14 Вольт-метровая блокировка (ВМБ)

В устройстве предусмотрена одна ступень функции вольт-метровой блокировки. Выход данной функции может быть использован в алгоритме ОЗ. Функция имеет один выход. Может работать по линейным напряжениям как ЗМН, по логике «ИЛИ» или как ОБР.

Функциональная схема логики компаратора ВМБ представлена на (Рисунок 92).

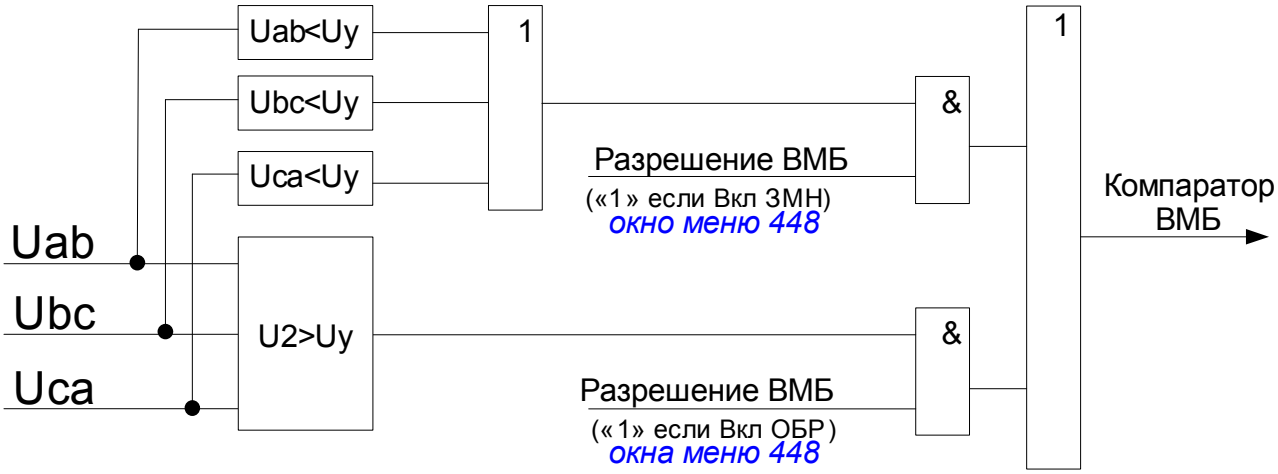


Рисунок 92 – Функциональная схема логики компаратора ВМБ

Уставки ВМБ представлены в таблице 40.

Таблица 47 – Уставки ВМБ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Разрешение работы ВМБ	Откл., Вкл. ЗМН, Вкл. ОБР	449
Выбор уставки по напряжению срабатывания	5,0…100 В, с шагом 0,1 В	302

1.4.1.15 Блокировка по уровню гармоник (БГ)

В устройстве предусмотрены три ступени функции блокировки от броска тока намагничивания по отношению уровня тока второй гармоники к уровню первой. Выходы данной функции могут быть использованы в алгоритмах ОЗ и ЗНЗ. Каждая ступень работает по своему току и имеет по одному выходу. Первая ступень работает по отношению гармоник в фазных токах, вторая – по отношению гармоник в линейных токах, третья – по отношению гармоник в токе нулевой последовательности.

Функциональная схема логики компаратора БГ представлена на (Рисунок 93).

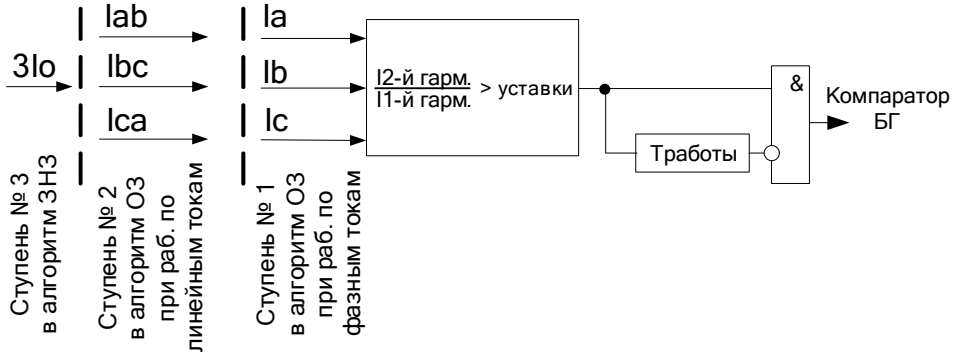


Рисунок 93 – Функциональная схема логики компаратора ВМБ

Уставки БГ представлены в (Таблица 48).

Таблица 48 – Уставки БГ

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Уставка по уровню блокировки по второй гармонике ОЗ (одна уставка для фазных и линейных токов)	10…100 %, с шагом 1%	440
Уставка по времени блокировки по второй гармонике ОЗ (одна уставка для фазных и линейных токов)	0,1…2 с, с шагом 0,01с	441
Уставка по уровню блокировки по второй гармонике ЗНЗ	10…100 %, с шагом 1%	442
Уставка по времени блокировки по второй гармонике ОЗ	0,1…2 с, с шагом 0,01с	443

1.4.2 Дополнительные функции (Дф)

На Дф могут быть назначены выходы защит, дискретные входы или логические выходы выходных реле. Устройство содержит восемь ступеней Дф, у каждой ступени предусмотрено до шестнадцати входов, каждый вход может работать прямо или с инверсией.

На входы В.с.1…В.с.4 в качестве вынуждающих сигналов могут быть назначены дискретные входы *DI1…DI44*. При назначении дискретных входов в качестве вынуждающих сигналов необходимо учитывать время демпфирования, которое задается для каждого входа отдельно.

На входы В.с.5…В.с.8 в качестве вынуждающих сигналов могут быть назначены сигналы ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1...ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, ЗН 1, ЗН 2. Назначение любой из выше указанных функций предполагает, что вынуждающий сигнал будет формироваться при наличии сигнала «Работа» или «Работа с ускорением».

На входы В.с.9…В.с.16 в качестве вынуждающих сигналов могут быть назначены логические выходы выходных реле *KL1…KL40*.

Все входы могут быть объединены по логике «И» или по логике «ИЛИ». Входы, на которые вынуждающий сигнал не назначен, не участвуют в алгоритме работы Дф. По результатам работы Дф могут быть сформированы сигналы: «Пуск Дф», «Работа Дф». Данные сигналы могут быть назначены на выходные реле или светодиоды. За правильность назначения вынуждающих сигналов несет ответственность Пользователь.

На (Рисунок 94) приведена функциональная схема логики Дф.

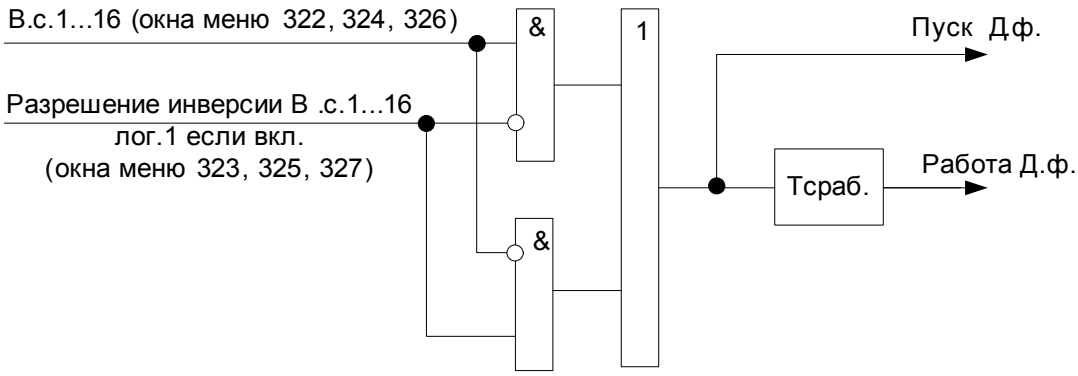


Рисунок 94 – Фрагмент функциональной схемы логики Дф

Уставки Дф представлены в (Таблица 49).

Таблица 49 – Уставки Дф

Название уставки или параметра	Диапазон	Номер окна в структуре меню устройства
Выбор логики работы	«И», «ИЛИ»	320
Выбор уставки по времени срабатывания Дф ($T_з$)	0…300 с, с шагом 0,01 с	321
Выбор вынуждающего сигнала В.с.1 … В.с.4	*DI1…DI44*	322
Разрешение инверсии В.с.1…В.с.4	Откл., Вкл.	323
Выбор вынуждающего сигнала В.с.5…В.с.8	ОЗ1…ОЗ8, ЗНЗ1…ЗНЗ8, ОБР1, ОБР2, ЗН1, ЗН2	324
Разрешение инверсии В.с.5…В.с.8	Откл., Вкл.	325
Выбор вынуждающего сигнала В.с.9…В.с.16	*KL1…KL40*	326
Разрешение инверсии В.с.9…В.с.16	Откл., Вкл.	327

Внешний вид окна настроек Дф в программе *«BURZA»* представлен на (Рисунок 95).

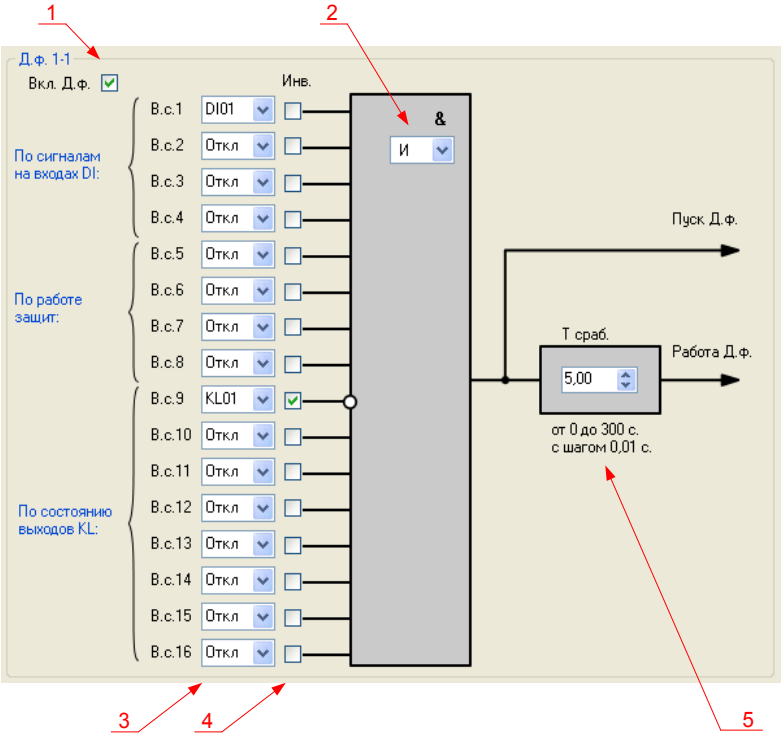


Рисунок 95 – Окно настроек Дф в режиме МТЗ в программе *«BURZA»*

1 – разрешение или запрет работы Дф;

2 – ввод логики работы Дф;

3 – назначение вынуждающих сигналов на входы Дф;

4 – разрешение инверсии вынуждающих сигналов Дф;

5 – ввод уставки по времени срабатывания Дф ($T_з$).

1.4.3 Синхронизация часов

Устройство поддерживает синхронизацию времени по протоколам: *Modbus-RTU, МЭК60870-5-103*, *МЭК60870-5-104*, *МЭК61850-8-1*.

Синхронизация времени по протоколу *Modbus-RTU* реализуется путем отправки сообщения записи (функция 10h) регистров времени устройства.

Регистры времени представлены в (Таблица 50).

Таблица 50 – Регистры даты и времени

Адрес	Описание	Диапазон	Примечание
0xF000	Год и месяц	0-99; 1-12	Дата и время. Функции Modbus 03, 04 [чтение], 06, 10 [запись]
0xF001	День и часы	1-31; 0-23	
0xF002	Минуты и секунды	0-59; 0-59	

Установить время в устройстве можно при помощи ПО верхнего уровня *«BURZA»* (Рисунок 96).

Есть возможность задать время вручную или используя текущее время ПК.

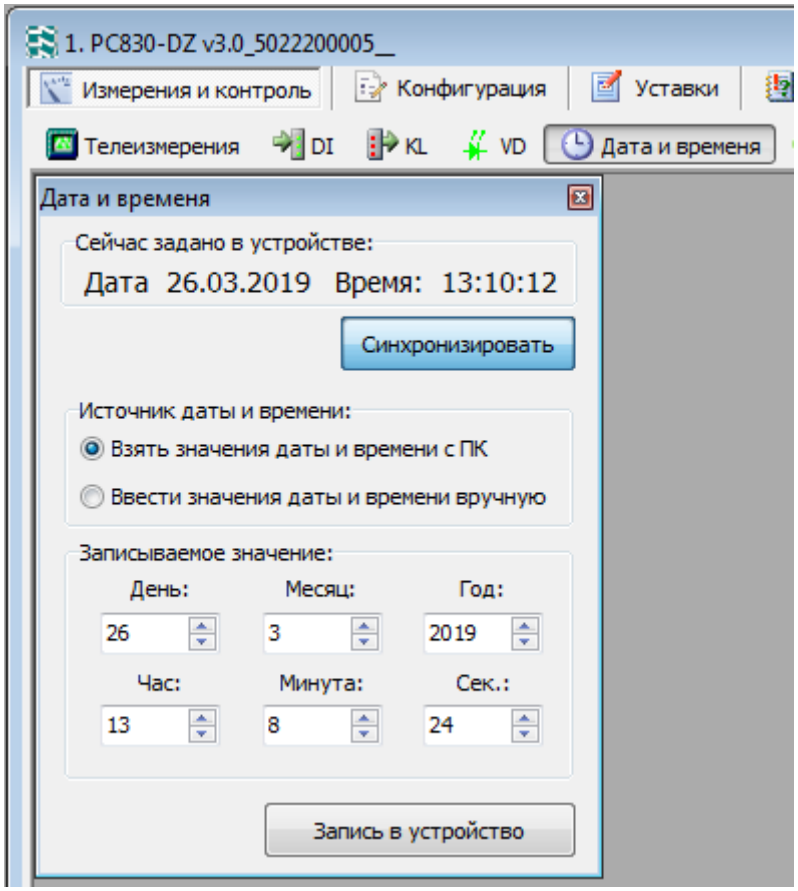


Рисунок 96 – Установка времени в ПО *«BURZA»*

Синхронизация времени по протоколу *МЭК60870-5-103* предполагает специальную процедуру синхронизации. Сначала устройству (или устройствам, – в случае широковещательной команды) посылается команда установки времени (*ASDU* 6 с причиной передачи 8). При чем, согласно стандарту, п. 7.4.2, «команда установки времени содержит текущее реальное время в момент, когда передается первый бит сообщения. Полученное время должно корректироваться внутри устройства защиты при помощи константы времени передачи, которая является произведением длины (в битах) команды установки времени и длительности передачи бита.» Таким образом достигается высокая точность синхронизации времени.

Устройство, получив команду, начинает выполнение синхронизации времени. После окончания устройство отвечает сообщением о времени (*ASDU* 6 с причиной передачи 8), которое, согласно стандарту, п. 7.4.2, «корректируется на время его передачи и на значение других задержек, которые должны быть приняты

во внимание». Все сообщения, после сообщения о времени, содержат новое установленное время.

Синхронизация времени по протоколу *МЭК60870-5-104*, согласно стандарту, п.7.6 «может быть использована в таких конфигурациях, где максимальная задержка сети менее требуемой точности часов на принимающей станции. Например, если провайдер сети гарантирует, что задержка в сети будет менее 400 мс (типичное значение *X.25* для *WAN*) и требуемая точность на контролируемой станции равна 1 с, то пригодна процедура синхронизации времени.» Сначала устройству посылается *PDU C_CS (ASDU 103)* и устройство начинает выполнение внутренней синхронизации. После окончания устройство, согласно стандарту, п.7.6, «выдает *PDU C_CS_ACTCON*, содержащее местное время до того, как произошла синхронизация. Это сообщение передается после всех запомненных *PDU* с меткого времени, которые могли ожидать передачи. События с меткой времени, появившиеся после внутренней синхронизации времени, передаются после *PDU C_CS_ACTCON*.»

Устройства РС830 в исполнении с модулем *COM-30-RJ* или *COM-30-OPT* поддерживают синхронизацию времени по протоколу *SNTP v4*.

Для корректной работы шины процесса подстанции необходимо чтобы, во всех устройствах подключенные к данной шине были синхронизированы часы. Данное устройство поддерживает синхронизацию времени по *Ethernet* протоколу *SNTP v4*. На вкладке «Синхронизация времени» (Рисунок 97) диалогового окна «Настройки *COM*-модуля» следует включить синхронизацию времени, задать параметры местной временной зоны, период синхронизации (рекомендовано 30 секунд) и список доступных *NTP/SNTP*-серверов.

Настройка синхронизации времени по протоколу *SNTP v4* осуществляется из программы верхнего уровня *«BURZA»*.

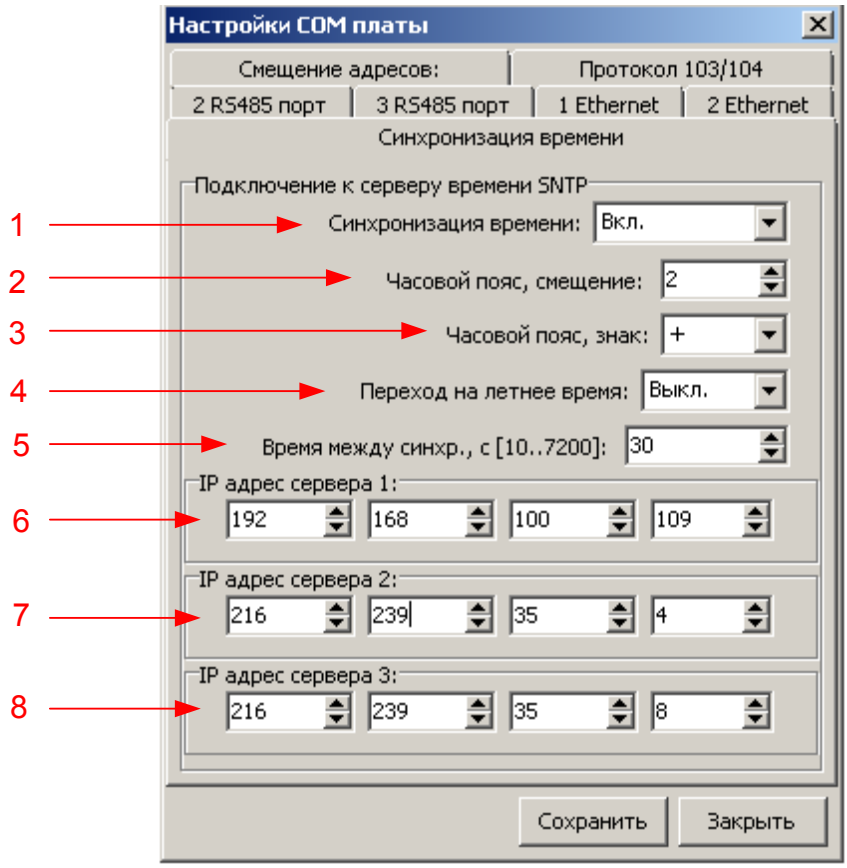


Рисунок 97 – окно настроек *SNTP v4* в ПО *«BURZA»*

1 – запрет или разрешение синхронизации времени по *SNTP v4*;
2 – выбор часового пояса;
3 – выбор знака часового пояса;
4 – разрешение или запрет перехода на летнее (зимнее время);
5 – выбор периода синхронизации (от 10 до 7200 с, с шагом 10 с);
6 – выбор основного сервера для синхронизации;
7 – выбор 1-го дополнительного сервера для синхронизации;
8 – выбор 2-го дополнительного сервера для синхронизации.

Основной сервер указывается в поз. 6. Если в течении времени периода синхронизации основной сервер не отвечает, то устройство синхронизируется по первому резервному серверу, указанному в поз. 7. Если в течении времени периода синхронизации основной и первый резервный сервер не отвечают, то устройство синхронизируется по второму резервному серверу, указанному в поз. 8.

Если в *Ethernet* сети шины процесса нет резервных *NTP/SNTP*-серверов, то в поле *IP* адреса сервера 2 и 3 задайте тот-же *IP*-адреса, что и для сервера 1.

1.4.4 Осциллографирование

По факту пуска начинается запись осциллограммы с учетом времени доаварийной записи. Время доаварийной записи составляет 0,5 с. Общее время записи задаются отдельными уставками ($T_{зап}$). Время $T_{зап}$ задается от 1 до 15 секунд с шагом 0,1 сек. Общее время записи осциллограмм − 1 минута.

В осциллограф пишутся следующие сигналы:

- дата и время пуска осциллографа;
- факт, по которому произошел пуск;
- аналоговые сигналы I_A, I_B, I_C, U_A, U_B, U_C, $3U_0$, $U_{НИ}$;
- состояния дискретных входов *DI1...DI44*;
- состояния выходных реле *KL1...KL40*;
- логические сигналы пуска, работы и работы с ускорением – ОЗ 1…ОЗ 8, ЗНЗ 1…ЗНЗ 8, ОБР 1, ОБР 2, ЗН 1, ЗН 2;
- логические сигналы пуска и работы – Дф 1…Дф 8;
- логический сигнал состояний УРОВ 1…УРОВ 2;
- логический сигнал состояний НЦЭВО;
- логический сигнал БНН;
- логический сигнал БКм, БКб;
- логические сигналы состояния готовности АПВ 1, готовности АПВ 2, работа АПВ 1-1, работа АПВ 1-2, работа АПВ 2-1, работа АПВ 2-2, работа ЧАПВ 1, работа ЧАПВ 2.

Сигналы, по которым может быть разрешен запуск осциллографа:

- по пуску ОЗ 1…ОЗ 8;
- по пуску ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- по пуску ОБР 1…ОБР 2;
- по пуску ЗН 1…ЗН 2;
- по пуску Дф 1…Дф 8;
- по работе ОЗ 1…ОЗ 8;
- по работе ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;

- по работе ОБР 1…ОБР 2;
- по работе ЗН 1…ЗН 2;
- по работе Дф 1…Дф 8;
- по дискретному входу *DI1…DI44*.

1.4.5 Функция квитирования

В устройстве предусмотрено три варианта квитирования:

− по кнопке сброс на лицевой панели;

− по сети;

− по дискретному входу.

Квитирование по кнопке «СБРОС» всегда разрешено. Алгоритм квитирования по нажатию на кнопку «СБРОС» следующий: по факту нажатия и удержания в течение 5 с на кнопку «СБРОС» появится окно: Для квитирования нажмите: Ввод. По факту нажатия на кнопку «ВВОД», пройдет импульсная команда на квитирование. По нажатию на кнопку «ВЫХОД», произойдет переход из данного окна по меню вверх, и команда на квитирование не пройдет. Повторное квитирование по кнопке «СБРОС» после повторного выполнения алгоритма, описанного выше.

Квитирование по сети всегда разрешено. Команда квитирования по сети действует один такт. Повторное квитирование по данной команде после повторного прихода данной команды.

Квитирование по дискретному входу разрешается уставкой из меню (см. окно №770). По дискретному входу квитирование происходит в момент появления переднего фронта, т.е. в момент прихода напряжения с уровнем срабатывания «логической единицы». Для повторного квитирования необходимо снять сигнал с дискретного входа и подать его снова.

Алгоритм работы функции квитирования представлен на (Рисунок 98).

Рисунок 98 – Алгоритм работы функции квитирования

1.4.6 Непрерывный контроль исправности терминала

Контроль исправности устройства осуществляется в результате непрерывного выполнения в фоновом режиме программы самотестирования микропроцессорной системы. Каждый цикл успешного прохождения указанной программы завершается формированием команды на удержание реле исправности, расположенного на модуле *PW* клеммы 5,6 и поддержание свечения зеленым светом светодиода исправности. В случае отсутствия появления указанной команды на протяжении заданного времени, которое с запасом перекрывает интервал между двумя соседними циклами прохождения программы тестирования, реле отпадает и светодиод гаснет. В результате этого происходит замыкание нормально замкнутого контакта реле исправности, что сигнализирует о неисправности устройства. Такая организация контроля исправности позволяет во всех случаях сформировать сигнал неисправности, в том числе и неисправным устройством. Следует иметь в виду, что замыкание контакта реле исправности устройства происходит и при отключении его питания.

1.4.7 Работа дискретных входов

Дискретные входы являются аппаратными средствами ввода в устройство внешних логических сигналов. Их характеристики (пороги переключения) скоординированы с исполнением устройства по номинальному значению напряжения питания. С целью повышения помехоустойчивости дискретных входов

они выполнены с броском потребляемого тока в момент включения (появления «логической единицы») и возможностью демпфирования. Следует иметь в виду, что время демпфирования, задаваемое уставкой, повышая помехоустойчивость, замедляет реакцию устройства на переключение дискретного входа как в состояние «логической единицы», так и в состояние «логического нуля». Оптимальное время демпфирования для большинства применений следует считать равным 50 мс.

1.4.8 Работа выходных реле

На входы каждого реле назначаются вынуждающие сигналы на включение. Все вынуждающие сигналы могут быть объединены по логике «И» или по логике «ИЛИ» и могут действовать на выходное реле с задержкой через таймер.

Выходом у каждого реле есть физическое реле и логическое состояние реле. Выход каждого может быть инвертирован. При этом инвертируется и реле физический и логический выход. Логическое состояние реле может быть использовано для реализации логики ускорения или блокировки защит, а также для пуска Дф (подробнее описано в функциях защит).

Каждое выходное реле может работать в четырех режимах, которые задаются из меню: импульсный, двойной импульсный, потенциальный или с фиксацией. В импульсном режиме реле включается в момент прихода одного из вынуждающих сигналов на время включения, заданного из меню. Повторное включение реле в импульсном режиме произойдет после снятия всех вынуждающих сигналов и повторного появления одного из них.

Алгоритм работы выходных реле в импульсном режиме представлен на (Рисунок 99).

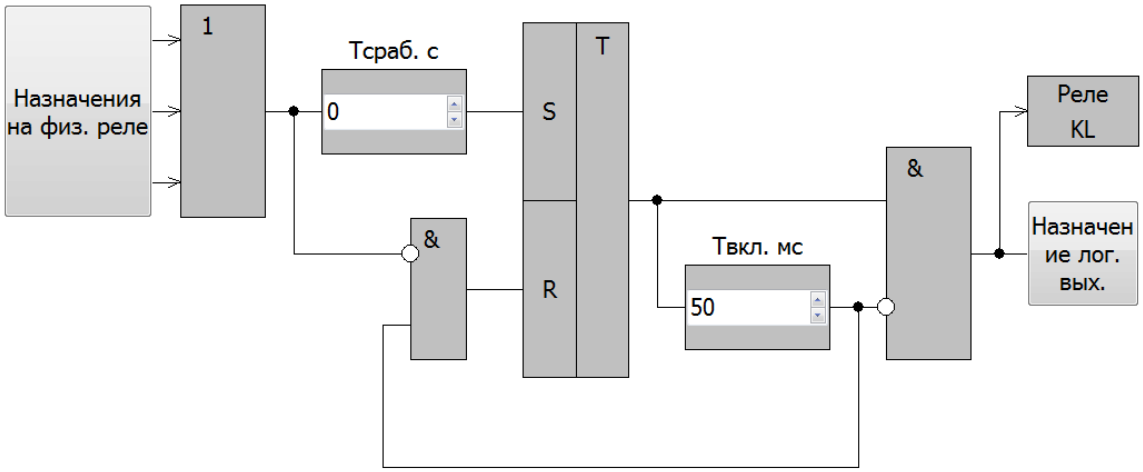


Рисунок 99 – Алгоритм работы реле в импульсном режиме

Временная диаграмма работы реле в импульсном режиме представлена на (Рисунок 100).

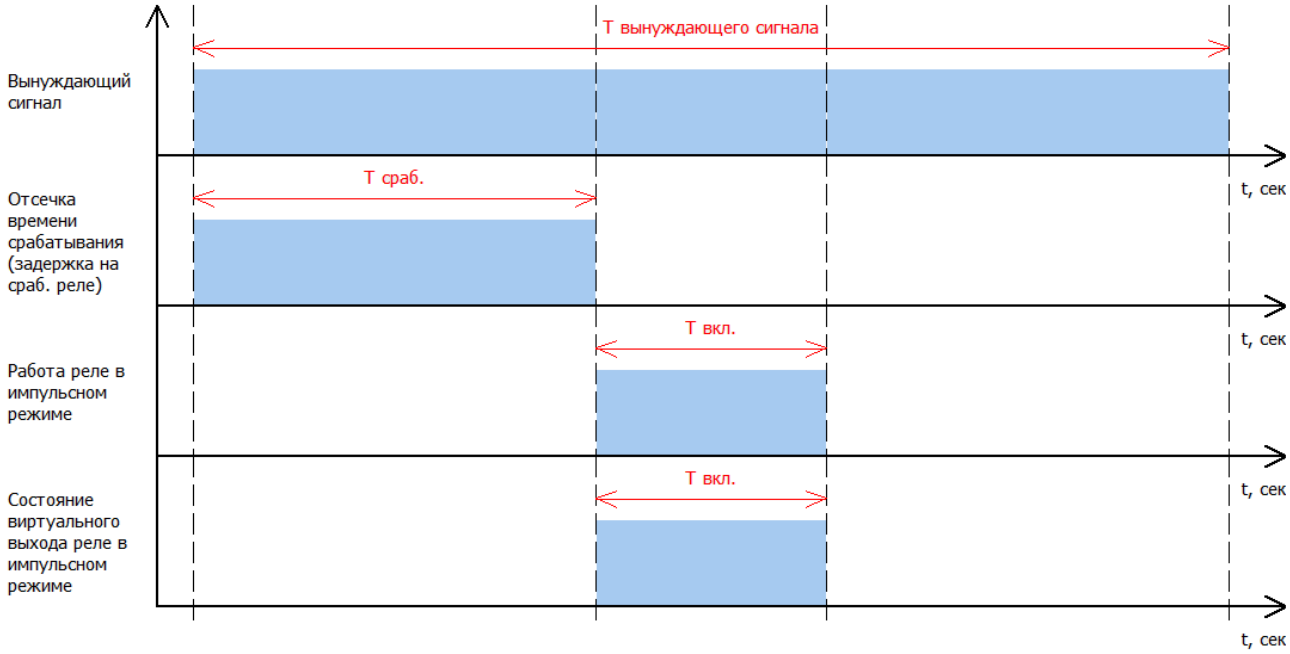


Рисунок 100 – Временная диаграмма работы реле в импульсном режиме

В двойном импульсном режиме реле включается в момент прихода одного из вынуждающих сигналов на время включения, заданного из меню. Затем реле отключается на время отключения, заданного из меню. И затем реле повторно включается на время включения, заданного из меню. Повторный цикл включения реле в двойном импульсном режиме произойдет после снятия всех вынуждающих сигналов и повторного появления одного из них.

Алгоритм работы выходных реле в двойном импульсном режиме представлен на (Рисунок 101).

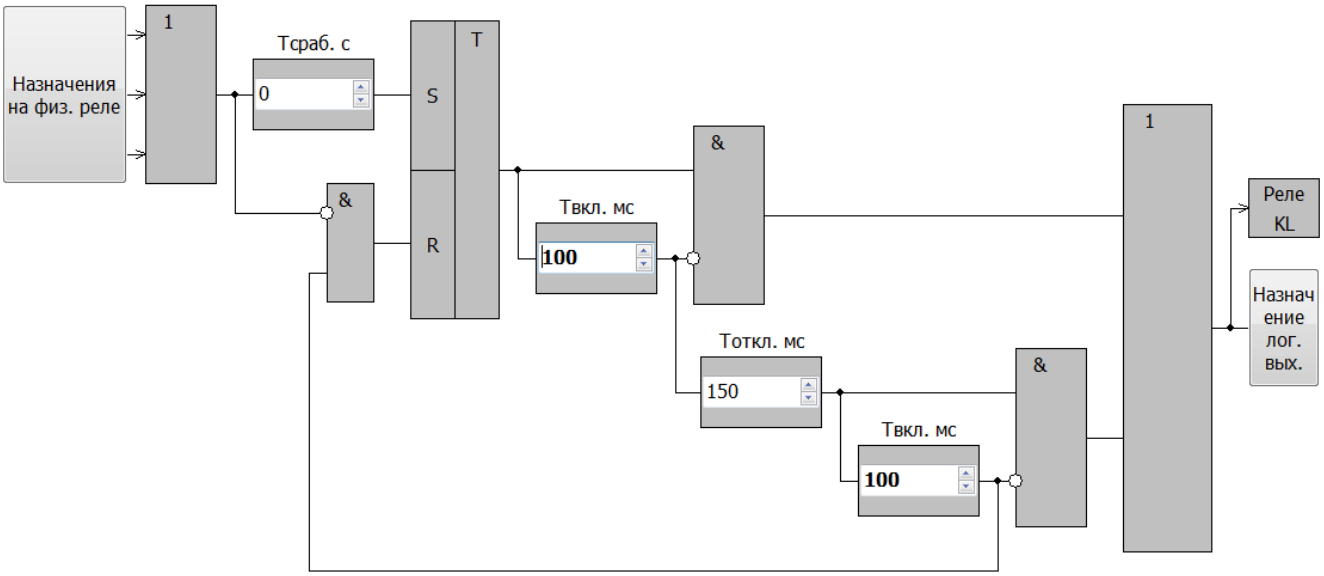


Рисунок 101 – Алгоритм работы реле в импульсном режиме

Временная диаграмма работы реле в двойном импульсном режиме представлена на (Рисунок 102).

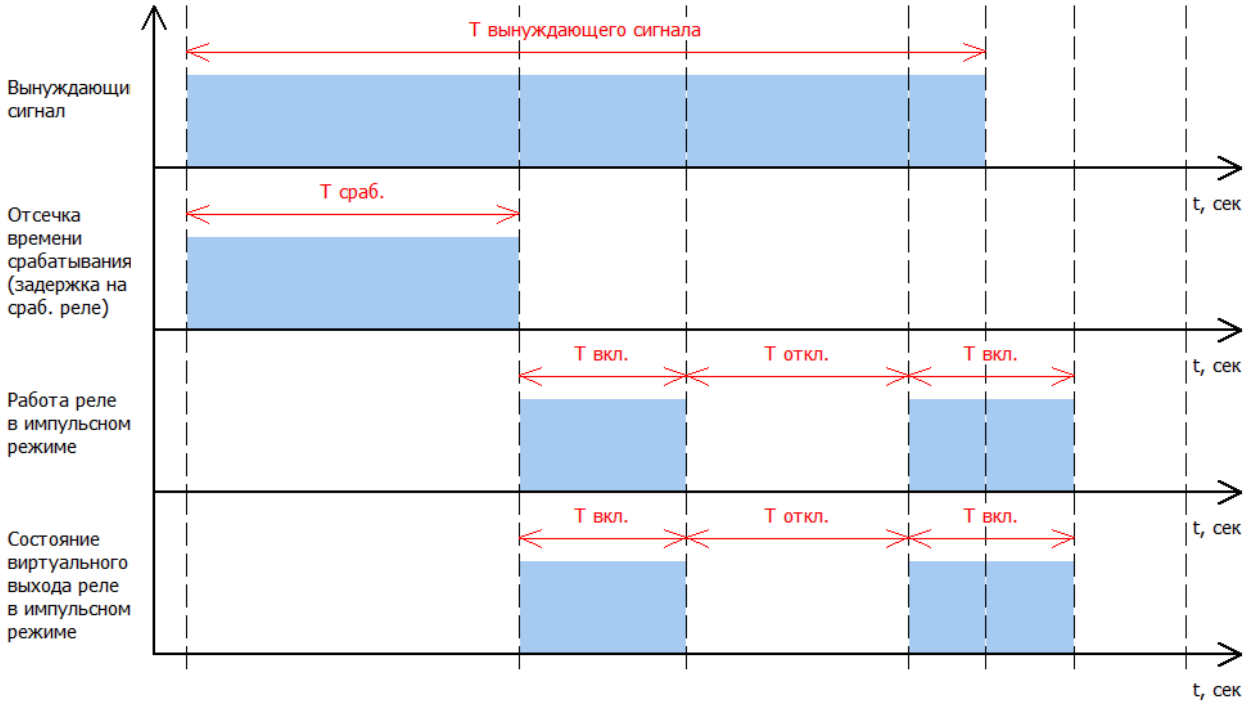


Рисунок 102 – Временная диаграмма работы реле в двойном импульсном режиме

В потенциальном режиме реле включается в момент прихода одного из вынуждающих сигналов на время действия вынуждающего сигнала и отключается после снятия вынуждающего сигнала через время отключения, которое задается из меню. Алгоритм работы выходных реле в потенциальном режиме представлен на (Рисунок 103).

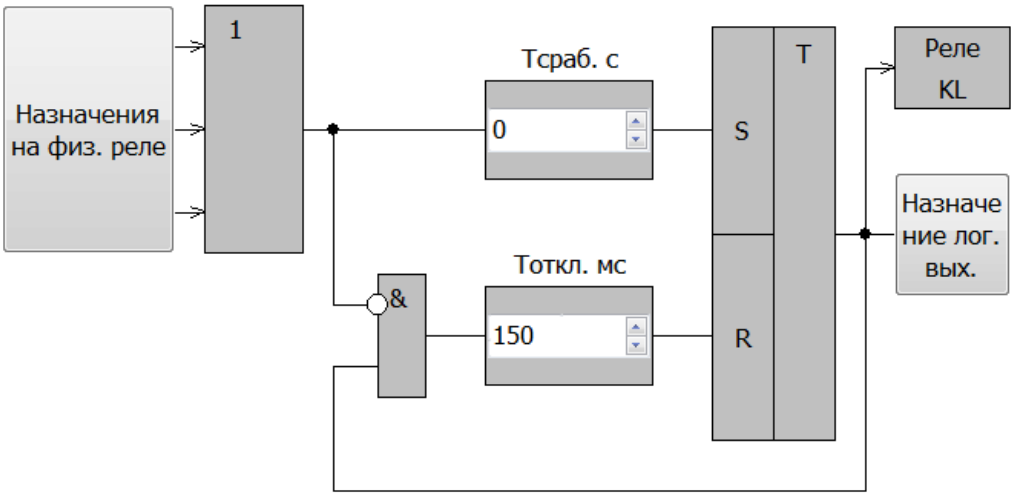


Рисунок 103 – Алгоритм работы реле в потенциальном режиме

Временная диаграмма работы реле в потенциальном режиме представлена на (Рисунок 104).

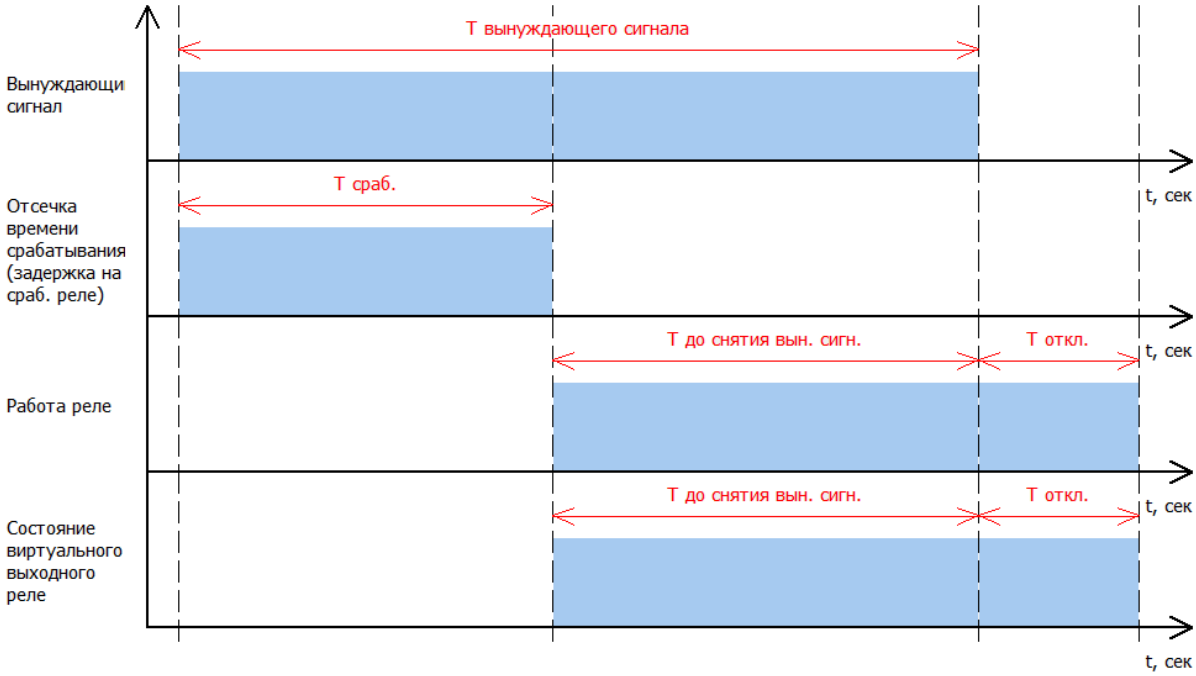


Рисунок 104 – Временная диаграмма работы реле в потенциальном режиме

В режиме с фиксацией реле включается в момент прихода одного из вынуждающих сигналов на время действия вынуждающего сигнала. Отключается по факту прихода сигнала сброс.

Алгоритм работы выходных реле в режиме с фиксацией представлен на (Рисунок 105).

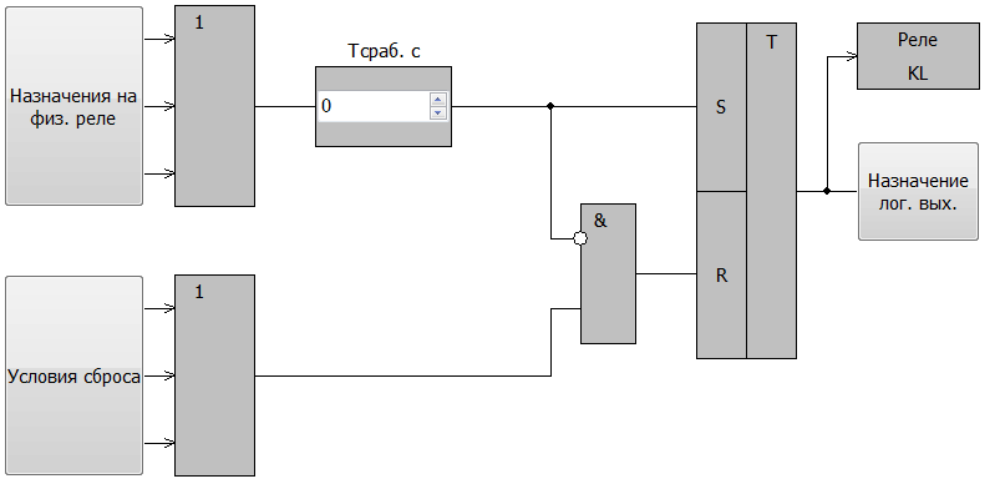


Рисунок 105 – Алгоритм работы реле в режиме с фиксацией

Временная диаграмма работы реле в режиме с фиксацией представлена на (Рисунок 106).

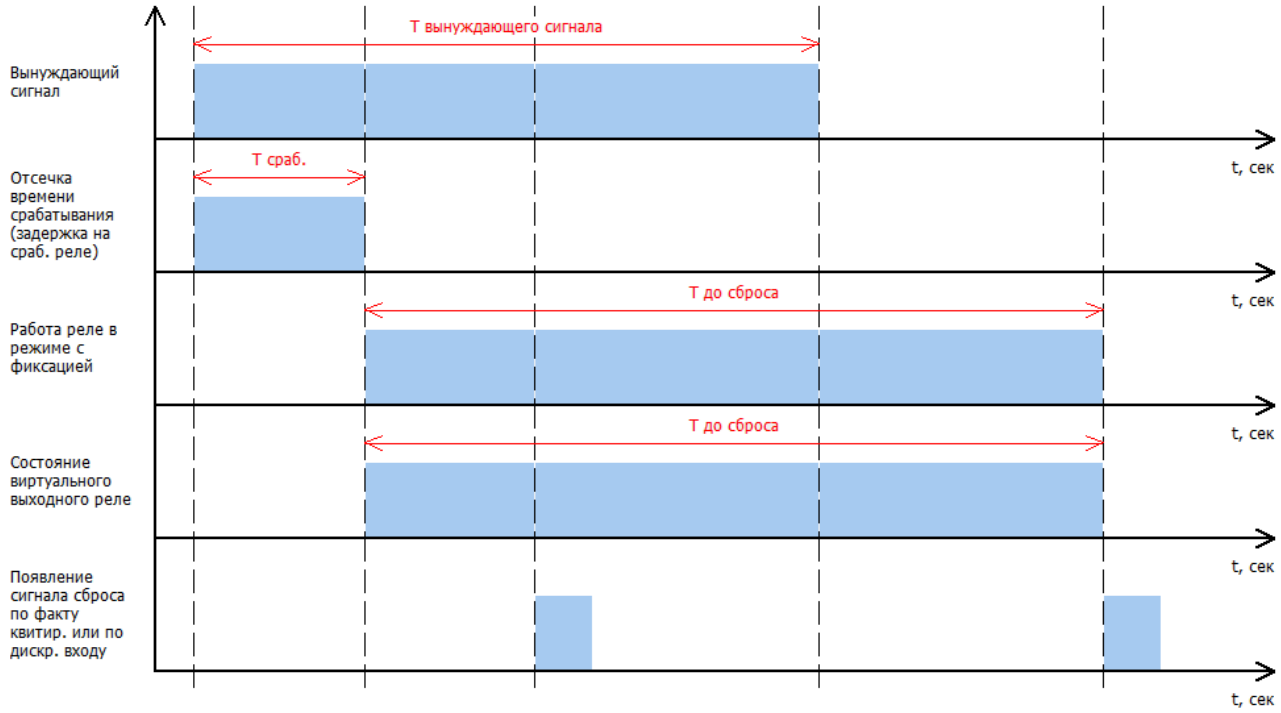


Рисунок 106 – Временная диаграмма работы реле в режиме с фиксацией

Функции, на которые могут быть назначены логические выходы реле *KL1…KL40*:

- Блокировка ОЗ 1…ОЗ 8;
- Ускорение ОЗ 1…ОЗ 8;
- Блокировка ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Ускорение ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Блокировка ОБР 1;
- Блокировка ОБР 2;
- Ускорение ОБР 1;
- Ускорение ОБР 2;
- Блокировка ЗН 1;
- Блокировка ЗН 2;
- Ускорение ЗН 1;
- Ускорение ЗН 2;
- Блокировка АПВ 1;
- Блокировка АПВ 2;
- Блокировка ЧАПВ 1;
- Блокировка ЧАПВ 2.

Список выходов функций, которые могут быть назначены как вынуждающие сигналы на включение реле *KL1…KL40*:

- Работа с ускорением ОЗ 1…ОЗ 8;
- Работа ОЗ 1…ОЗ 8;
- Пуск ОЗ 1…ОЗ 8;
- Работа с ускорением ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Работа ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Пуск ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Работа с ускорением ОБР1(2);
- Работа ОБР 1(2);
- Пуск ОБР 1(2);

- Работа с ускорением ЗН 1(2);
- Работа ЗН 1(2);
- Пуск ЗН 1(2);
- Пуск Дф 1…Дф 8;
- Работа Дф 1…Дф 8;
- НЦЭВО;
- БНН;
- Работа АЧР 1(2);
- *DI1…DI44*;
- Работа УРОВ 1(2);
- Работа АПВ 1(2);
- Работа ЧАПВ 1(2);
- Включение ВВ;
- Отключение ВВ;
- Аварийное отключение;
- Реле блокировки от многократных включений (РБМ);
- Команда ТУ на *KL1…KL40*;
- Работа КС;
- Работа КС с ожиданием синхронизма.

Список выходов функций, которые могут быть назначены на сброс реле *KL1…KL40* в режиме работы с фиксацией:

- По факту квитирования (Ввод/вывод);
- По одному из дискретных входов *DI1…DI44* (по выбору);
- Отключение ВВ;
- Включение ВВ;
- Пуск Дф 1…Дф 8.

1.4.9 Работа светодиодной индикации

В устройстве на лицевой панели установлено шестнадцать двухцветных программируемых светодиода, два светодиода индицирующих положение выключателя и светодиод режима «Исправно». На планке выхода порта *RS-485* два светодиода, сигнализирующих о работе порта связи и один светодиод, указывающий состояние предохранителя в цепи питания. Цвет свечения программируемых светодиодов красный или зеленый задается из меню.

На входы каждого программируемого светодиода назначаются вынуждающие сигналы на включение. Все вынуждающие сигналы объединяются по логике «ИЛИ».

Каждый программируемый светодиод может работать в двух режимах, которые задаются из меню: потенциальный или с фиксацией.

В потенциальном режиме светодиод включается в момент прихода одного из вынуждающих сигналов на время действия вынуждающего сигнала и отключается после снятия вынуждающего сигнала.

Алгоритм работы выходных реле в потенциальном режиме представлен на (Рисунок 107).

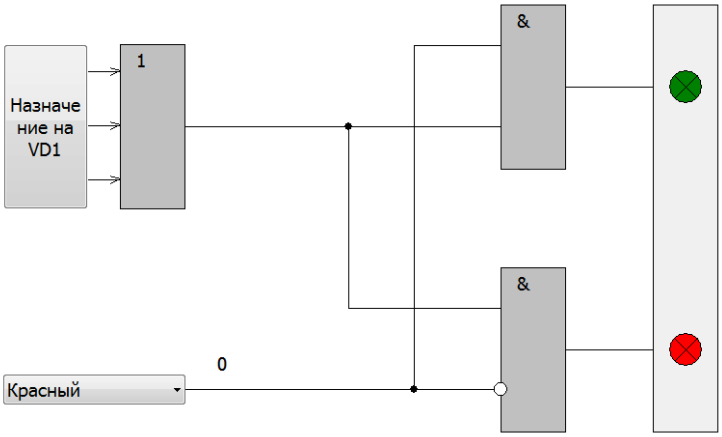


Рисунок 107 – Алгоритм работы светодиодов в потенциальном режиме

Временная диаграмма работы реле в потенциальном режиме представлена на (Рисунок 108).

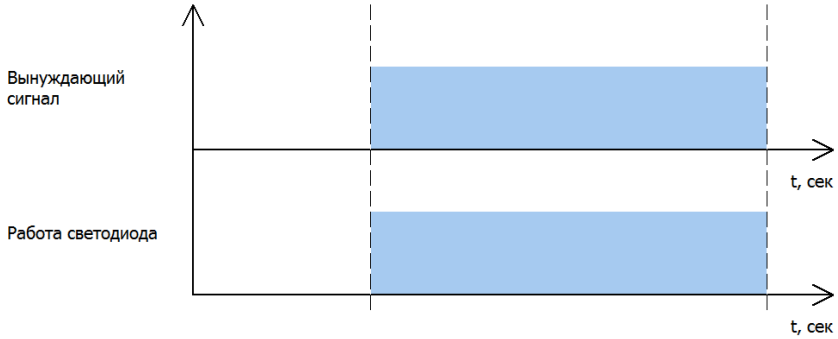


Рисунок 108 – Временная диаграмма работы светодиодов в потенциальном режиме

В режиме с фиксацией светодиод включается в момент прихода одного из вынуждающих сигналов на время действия вынуждающего сигнала. Отключается по факту прихода сигнала «Сброс».

Алгоритм работы светодиодов в режиме с фиксацией представлен на (Рисунок 109).

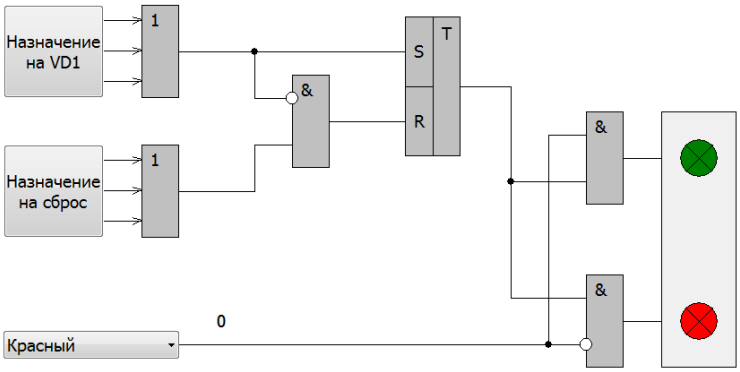


Рисунок 109 – Алгоритм работы светодиодов в режиме с фиксацией

Временная диаграмма работы светодиодов в режиме с фиксацией представлена на (Рисунок 110).

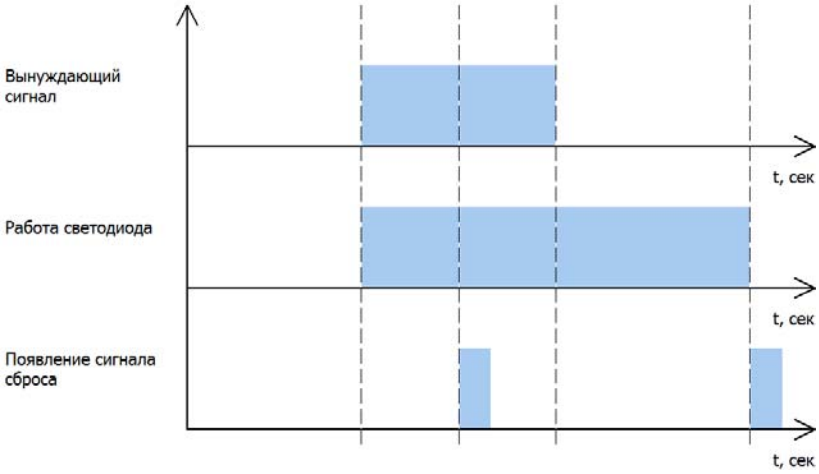


Рисунок 110 – Временная диаграмма работы светодиодов в режиме с фиксацией

Список выходов функций, которые могут быть назначены на включение светодиодов:

- Работа ОЗ 1…ОЗ 8;
- Работа с ускорением ОЗ 1…ОЗ 8;
- Пуск ОЗ 1…ОЗ 8;
- Работа ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Работа с ускорением ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Пуск ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Работа ОБР 1(2);
- Работа с ускорением ОБР 1(2);
- Пуск ОБР 1(2);
- Работа ЗН 1(2);
- Работа с ускорением ЗН 1(2);
- Пуск ЗН 1(2);
- Пуск Дф 1…Дф 8;
- Работа Дф 1…Дф 8;
- НЦЭВО;
- БНН;
- Работа АЧР 1(2);
- *DI1…DI44*;
- Работа УРОВ 1(2);
- Работа АПВ 1(2);
- Работа ЧАПВ 1(2);
- Включение ВВ;
- Отключение ВВ;
- Аварийное отключение ВВ;
- Работа КС;
- Работа КС с ожиданием синхронизма.

Список выходов функций, которые могут быть назначены на сброс *VD*

- По факту квитирования (ввод/вывод);
- По одному из дискретных входов *DI1…DI44* (по выбору);
- Отключение ВВ;
- Включение ВВ;
- Пуск Дф 1…Дф 8.

1.4.10 Журнал аварий

Устройство имеет встроенный журнал аварий. Журнал пишет по стеку до 254 сообщений. Для записи сообщения в журнал аварий необходимо разрешить запись его через меню.

Сообщения, для которых есть возможность разрешения или запрета записи в журнал аварий:

- Работа ОЗ 1…ОЗ 8;
- Работа ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Работа ОБР 1…ОБР 2;
- Работа ЗН 1…ЗН 2;
- Работе Дф 1…Дф 8;
- работа УРОВ 1…УРОВ 2;
- Работа АЧР 1…АЧР 2;
- Работа АПВ 1…АПВ 2;
- Работа ЧАПВ 1…ЧАПВ 2;
- Работа КС.

Для записи указанных сообщения в журнал событий необходимо разрешить в меню конфигурации данное действие.

Отдельно от указанного списка сообщений стоит сообщение «Аварийное отключение». Данное сообщение не зависит от разрешений и пишется в журнал аварий всегда. Допускается переименование дополнительных функций на произвольные имена (можно только через *«CODIS»*) длиной 5 символов с записью

в журнал аварий после переименования указанных имен вместе с номерами дополнительных функций.

К каждому сообщению в журнале аварий дополнительно пишется:

- дата и время сообщения;
- название сработавшей ступени защиты или автоматики;
- вид повреждения и поврежденные фазы
- аналоговые сигналы: I_A, I_B, I_C, $3I_{0_и}$, $3I_{0_р}$, U_A, U_B, U_C, U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}, $3U_{0_и}$, $Z_р$, $Z_{0_и}$, $Z_{0_р}$; в виде модулей и аргументов (углов) в одной системе координат, совпадающей с отображаемой на векторной диаграмме в *CODIS*;
- состояния дискретных входов *DI1…DI44*;
- состояния релейных выходов *KL1…KL40*;
- ОМП – после срабатывания ОЗ.

После любой новой записи в журнал аварий устройство автоматически переходит в режим чтения журнала аварий (последней записи) на цифровом индикаторе с возможностью перемещением по его содержимому, клавишами «Вверх» - «Вниз». Выход из такого состояния осуществляется квитированием или по факту включения выключателя.

1.4.11 Журнал событий

Устройство имеет встроенный журнал событий. Журнал пишет по стеку до 254 сообщений. Для записи сообщения в журнал аварий необходимо разрешить запись его через меню.

Сообщения, для которых есть возможность разрешения или запрета записи в журнал событий:

- Работа ОЗ 1…ОЗ 8;
- Работа ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Работа ОБР 1…ОБР 2;
- Работа ЗН 1…ЗН 2;
- Работе Дф 1…Дф 8;
- работа УРОВ 1…УРОВ 2;

- Работа АЧР 1…АЧР 2;
- Работа АПВ 1…АПВ 2;
- Работа ЧАПВ 1…ЧАПВ 2;
- Пуск ОЗ 1…ОЗ 8;
- Пуск ЗНЗ 1…ЗНЗ 8;
- Пуск ОБР 1…ОБР 2;
- Пуск ЗН 1…ЗН 2;
- Пуск Дф 1…Дф 8;
- Пуск УРОВ 1…УРОВ 2;
- БНН;
- НЦЭВО;
- РПО;
- РПВ;
- срабатывание блокировки по факту снижения всех напряжений ниже нижней границы;
- срабатывание блокировки по факту снижения напряжения нулевой последовательности ниже нижней границы;
- срабатывание вольт метровой блокировки ВМБ;
- блокировка по второй гармонике по фазным токам;
- блокировка по второй гармонике по линейным токам;
- блокировка по второй гармонике по току нулевой последовательности;
- блокировка при качаниях БКб;
- блокировка при качаниях БКм;
- изменение состояния *DI* с фиксацией предыдущего и нового состояния *DI1…DI44*;
- изменение состояния *KL* с фиксацией предыдущего и нового состояния *KL1…KL40*;

Сообщения, которые всегда пишутся в журнал событий:

- квитирование;

- изменение группы уставок на 1…16;
- команда на включение от кнопки с ЛП;
- команда на отключение от кнопки с ЛП;
- команда на включение по *DI*;
- команда на отключение по *DI*;
- команда на включение по сети;
- команда на отключение по сети;
- команда на включение ВВ;
- команда на отключение ВВ;
- команда на аварийное отключение ВВ;
- изменение уставок;
- время включения устройства;
- время отключения устройства.

К каждому сообщению в журнале событий дополнительно пишется:

- дата и время сообщения;
- тип сообщения.

1.5 Программное обеспечение (ПО)

Программное обеспечение *«BURZA»* специально разработано для наладчиков устройства, предоставляя простую и эффективную работу с устройством. ПО используется как средство эффективного доступа к параметрам устройства, получения и задания уставок, получение информации о текущих величинах и данных аварийных процессов.

ПО предоставляет пользователю следующие преимущества:

- простой, удобный и наглядный интерфейс пользователя,
- работа с параметрами в оперативном режиме (*on-line*) и с файлами параметров в автономном режиме (*off-line*);
- параметризация и выгрузка осциллограмм;
- расширяемость системы;
- поддержка протокола *Modbus-RTU*;
- локальное применение через передний и задний порт;
- простота использования и минимум затрат на конфигурацию.

Структура меню устройства РС830-ДЗ представлена в Приложении Е настоящего Руководства.

1.6 Внешние подключения устройства

Устройство подключается:

- к цепям измерения тока фаз *A*, B, *C* со стороны высокого напряжения, тока фаз *A*, B, *C* со стороны низкого напряжения;
- к цепям питания с номинальным напряжением 220 или 110 В постоянного или переменного тока;
- к контрольным цепям формирования сигналов на дискретных входах и цепям, коммутируемым выходными реле устройства;
- к локальной сети обмена информации через интерфейс *RS-485* и порту *USB* компьютера (последнее – при выполнении контрольных и наладочных операций).

Схемы внешних подключений для разных исполнений устройства приведены в Приложении Б настоящего РЭ.

1.7 Средства измерения, инструменты

Для проведения контрольных операций, регулировок, настройки, выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту изделия, для измерения параметров работы устройства, указанных в настоящем Руководстве, следует применять универсальные измерительные приборы с классом точности не хуже 0,5.

Для задания и измерения режимов проверок и настроек функций релейной защиты и автоматики устройства рекомендуется использовать автоматизированные испытательные комплексы «РЕТОМ», «РЗА ТЕСТЕР», специализированные установки У5053 или аналогичное оборудование.

1.8 Маркировка и пломбирование

1.8.1Устройство снабжается маркировочной табличкой, размещенной на его наружной боковой поверхности с указанием:

- товарного знака и наименования предприятия-изготовителя;
- наименования и обозначения устройства;
- номера исполнения;
- серийного (заводского) номера;
- даты изготовления (месяц и год);
- страны изготовления.

Маркировка выполняется устойчивой к воздействию внешних механических и климатических факторов.

1.8.2 Пломбировка устройства не предусмотрена.

1.8.3 Маркировка тары устройства выполняется по ГОСТ 14192 типографским способом или трудноудаляемыми наклейками с наличием манипуляционных знаков «Хрупкое, осторожно», «Верх», «Беречь от влаги».

1.9 Упаковка

1.9.1Упаковка устройств, производится в индивидуальную тару из гофрокартона по ГОСТ 23216, для условий хранения и транспортирования и допустимых сроков сохранности, как указано в разделе 1.7.5 (см. ниже).

1.9.2При групповой поставке устройств в индивидуальной упаковке, должны укладываться в ящик из гофрированного картона по ГОСТ 9142 или иную аналогичную тару.

Для предотвращения перемещения устройств в ящике необходимо применять уплотнительные прокладки из гофрокартона или иного пористого предохранительного материала.

На ящике должна быть наклеена этикетка с указанием:

- наименования и товарного знака предприятия-изготовителя;
- наименования и обозначения устройства;
- номера исполнения;
- даты (месяца и года) изготовления;
- количества устройств.

Допускается нанесение данных непосредственно на ящик.

Масса брутто ящика - не более 40 кг.

1.9.3 Допускается по согласованию с заказчиком отгрузка устройств без транспортной тары в универсальных малотоннажных контейнерах, на паллетах в крытом транспорте с соблюдением мер предосторожности, исключающих повреждение упаковки и устройств при транспортировке.

1.9.4 В транспортную упаковку укладывается упаковочный лист с указанием номеров исполнений устройств, количества устройств, подписи упаковщика и даты упаковки, штампа отдела технического контроля ОТК.

1.9.5 Устройства в транспортной таре должны выдерживают без повреждений действие механических факторов по группе «С» ГОСТ 23216 и климатических факторов, соответствующих условиям хранения 5 в соответствии с ГОСТ 15150.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Питание устройства может осуществляться от источника постоянного или переменного тока с действующим значением напряжения 80…242 В, что обеспечивает работу в системах с номинальным напряжением 110 В ±10 % и 220 В ±10 %. Устройство устойчиво к кратковременному повышению напряжения (на время не более 5 минут):

- до 420 В действующего значения переменного напряжения;
- до 360 В действующего значения выпрямленного переменного или постоянного напряжения.

При этом максимальное напряжение дискретных входов 264 В – для номинального напряжения 220 В и 132 В – для номинального напряжения 110 В.

2.1.2 Условия эксплуатации устройства должны соответствовать п.1.2.2 настоящего РЭ.

2.2 Подготовка устройства к использованию

2.2.1 Меры безопасности

При работе с устройством следует соблюдать требования действующих «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок», норм и правил по охране труда.

К работе с устройством допускается персонал, изучивший настоящее РЭ и прошедший проверку знания указанных правил.

Устройство должно устанавливаться на заземленных металлических конструкциях, при этом необходимо обеспечить надежный электрический контакт между ними и элементами крепления устройства.

Перед включением и во время работы устройство должно быть надежно заземлено. Соединение точки заземления устройства с контуром заземления должно выполняться медным проводником сечением не менее 2,5 мм^2.

2.2.2 Порядок установки и подключения устройства

2.2.2.1 Общие требования

Габаритные и установочные размеры устройства, разметка крепежных отверстий и выреза в панели, а также виды монтажа приведены в Приложении А.

Схемы подключения устройства, расположение и маркировка выводов на задней панели приведены в Приложении Б.

Подключение токовых цепей к контактам клеммников устройства должно выполнятся медными проводниками сечением не менее 2,5 мм^2. Конструкция клемм позволяет выполнять подключение проводников сечением до 4 мм^2.

Подключение остальных цепей вторичной коммутации должно выполняться к разъемам устройства медными проводниками сечением не менее 1,5 мм^2. Конструкция разъемов позволяет подключение к каждой клемме одного проводника сечением до 2,5 мм^2, или двух многожильных проводников сечением до 2,5 мм^2.

2.3 Использование устройства

Назначение и функции кнопок управления устройством указаны в (Таблица 51).

Таблица 51 – Назначение и функции кнопок управления

Кнопка	Функция кнопки
▲	Переход в верхний пункт меню; Увеличить величину уставки или номер опции
▼	Переход в нижний пункт меню; Уменьшить величину уставки или номер опции
◀ ▶	Переход к следующему пункту, следующей цифре пароля (влево или вправо)
↵	Запись уставок или параметров; Переход к следующему пункту меню
C	При нажатии и удержании кнопки на время до 1 с – выход в предыдущее меню. При нажатии и удержании кнопки на время более 5 с – квитирование (с подтверждением кнопкой ввод)
I	Включение выключателя. При нажатии на кнопку «Включить ВВ» на экране ЖКИ включается подсветка и выдается сообщение «Включить ВВ?». Если в течение 60 с будет нажата кнопка Ввод, то отработает логика включения ВВ от кнопки. Если в течение 60 с не будет нажата кнопка Ввод или будет нажата кнопка Сброс − логика включения ВВ от кнопки не отработает. В течение 60 с после нажатия на кнопку «Включить ВВ» нажатие кнопок «вверх», «вниз», «влево», «вправо» − игнорируется.
O	Отключение выключателя. При нажатии на кнопку «Отключить ВВ» на экране ЖКИ включается подсветка и выдается сообщение «Отключить ВВ?». Если в течение 60 с будет нажата кнопка Ввод, то отработает логика отключения ВВ от кнопки. Если в течение 60 с не будет нажата кнопка Ввод или будет нажата кнопка Сброс − логика отключения ВВ от кнопки не отработает. В течение 60 с после нажатия на кнопку «Отключить ВВ» нажатие кнопок «вверх», «вниз», «влево», «вправо» − игнорируется.

При включенном питании устройства на его цифровом индикаторе и сигнальных светодиодах отображается информация о режимах и параметрах работы устройства.

В исходном состоянии на индикаторе отображается значение тока фазы *A* (I_A). Для отображения другой информации и работы с устройством в диалоговом режиме пользуются кнопками на лицевой панели.

Для перемещения по меню, выбора режимов работы и программирования устройства используются пять основных кнопок:

- для перемещения в нужном направлении – кнопки “ВПРАВО» , “ВЛЕВО» , ВВЕРХ» , “ВНИЗ» ;
- кнопкой “ВВОД” производят ввод набранных данных;
- кнопкой «СБРОС» осуществляют редактирование, сброс уставок или параметров, а также производят возврат к предыдущему разделу меню и сброс в исходное состояние светодиодов и реле аварийного отключения (функции квитирования). Для квитирования необходимо нажать и удерживать кнопку «СБРОС» более 5 с, а затем нажать кнопку «ВВОД».

Настройками меню можно вводить автоматическое включение подсветки индикатора при нажатии любой кнопки и время выдержки до гашения подсветки после последнего нажатия кнопки.

Меню устройства выполнено интуитивно понятным. Для облегчения работы с меню и наглядного показа переходов между его разделами и пунктами в Приложении Е приведена его полная структура.

После срабатывания ступеней защит на индикаторе до квитирования автоматически отображается последнее сообщение журнала аварий со значением тока короткого замыкания в поврежденных фазах. После квитирования эта информация сохраняется в журнале аварий. Для просмотра журнала аварий из исходного состояния кнопками «ВНИЗ» , ВВЕРХ» необходимо перейти к пункту «Журнал Аварий» и нажатием кнопки «ВВОД» войти в него. Под

номером «1» отобразится последний режим аварийного отключения (сработавшая ступень защиты и значение тока, вызвавшее ее срабатывание). Для отображения параметров других аварий необходимо перемещаться по меню кнопками “ВНИЗ» – ВВЕРХ». Для просмотра всех параметров данной аварии (дата и время, состояния *DI*, состояния *KL*, токи фаз, ток нулевой последовательности, напряжение нулевой последовательности и угол между ними, коэффициенты трансформации, уставки сработавшей ступени) необходимо перемещаться по меню кнопками “ВПРАВО» – “ВЛЕВО».

Аналогично можно просматривать информацию в журнале осциллограмм и журнале событий. Считывание любой информации через меню устройства доступно без ограничений.

Вход в раздел меню «Настройки», в котором задаются все параметры настройки устройства и уставки, защищается паролем. Изначально устройство поставляется с паролем 0000. Ввод каждой цифры пароля осуществляется кнопками ВВЕРХ» – “ВНИЗ» путем соответственно увеличения или уменьшения значения мигающей позиции цифры пароля. Переход между цифрами пароля осуществляется кнопками “ВПРАВО» – “ВЛЕВО». Ввод набранного пароля выполняется кнопкой “ВВОД”.

При вводе устройства в эксплуатацию следует изменить пароль. Изменение пароля осуществляется в разделе «Настройки», в пункте «Новый пароль», переход к которому выполняется кнопками ВВЕРХ» – “ВНИЗ».

Все указанные действия более просто и удобно могут выполняться с персонального компьютера с использованием программы *«BURZA»*.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

Техническое обслуживание устройства предполагает выполнение следующих действий:

– проверку и наладку при первом включении;
– тестовый контроль;
– периодические проверки технического состояния.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Техническое обслуживание устройств должно производиться в режимах и условиях, установленных настоящим Руководством в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок», нормами и правилами по охране труда.

3.2.2 К проведению работ по техническому обслуживанию должен допускаться квалифицированный персонал, прошедший специальную подготовку и ознакомленный с настоящим Руководством.

3.2.3 Конструкция устройства по требованиям защиты человека от поражения электрическим током соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.4 Извлечение и замену модулей устройства, а также работы на его внешних соединителях и клеммах следует производить при принятых мерах по предотвращению поражения обслуживающего персонала электрическим током, а также предохранению терминала от повреждения.

3.2.5 Перед включением и во время работы устройство должно быть надежно заземлено.

3.3 Порядок технического обслуживания

3.3.1 Проверку и наладку при первом включении проводят с максимальным использованием сервисных возможностей, заложенных в устройство, и рекомендаций раздела 3.4.

3.3.2 Периодические проверки проводят не реже 1 раза в 6 лет. Первая периодическая проверка должна проходить через год после включения устройства. При периодической проверке выполняется внешний осмотр, удаление пыли, проверка механического крепления, качества электрических соединений и сочленения разъемов. Электрические испытания при периодической проверке могут проводиться в объеме проверок первого включения или в сокращенном объеме, предусмотренном местными регламентами.

3.3.3 При проверке в объеме профилактического контроля выполняется сравнение измеряемых устройством токов и напряжений текущего режима с показаниями внешних измерительных приборов, сравнение состояния дискретных входов, отображаемого в пункте «Дискретные входы» раздела меню «Контроль» и известного истинного состояния сигналов датчиков, подключенных к дискретным входам, контроль правильности показаний часов и календаря, а также наличия новых записей в журналах аварий, осциллограмм и событий.

Перед профилактическим контролем вся новая информация из журналов должна переписываться, а осциллограммы обязательно сохранятся в виде компьютерных файлов.

Периодичность профилактического контроля на разных объектах определяется местными регламентами.

3.4 Рекомендации по выполнению проверок при первом включении

Полный объем проверок при первом включении определяется соответствующими требованиями и специальной методикой. В настоящем разделе приведены рекомендации по выполнению проверок общей работоспособности устройства и его наиболее важных функций с учетом особенностей их реализации.

3.4.1 Проверка работоспособности изделия

3.4.1.1 Внешний осмотр

Провести внешний осмотр устройства, убедиться в отсутствии внешних повреждений и соответствии исполнения устройства.

3.4.1.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции выполняют между цепями устройства в соответствии с требованиями таблицы 11.

Сопротивление изоляции должно быть не меньше 50 Мом.

3.4.1.3 Проверка светодиодов

Зайти в пункт меню «Диагностика» → «Проверка светодиодов» и нажать кнопку «Ввод». В результате, до момента отпускания кнопки «Ввод», сначала должны включиться все светодиоды зеленым цветом, спустя несколько секунд – красным.

3.4.1.4 Проверка цифрового индикатора

Зайти в пункт меню «Диагностика» → «Проверка индикатора» и нажать кнопку «Ввод». В результате, до момента отпускания кнопки «Ввод», во всех ячейках индикатора должен появиться символ #.

3.4.1.5 Проверка кнопок управления

Зайти в пункт меню «Диагностика» → «Проверка кнопок управл.» и нажать кнопку «Ввод». После нажатия на кнопки управления на индикаторе должно отобразиться название кнопки. При нажатии на кнопку «Сброс», должен произойти выход из меню «Проверка кнопок управл.».

3.4.1.6 Проверка дискретных входов

- Зайти в пункт меню «Контроль» → *«DI01…DI11» … «DI34…DI44».*
- В результате в окнах *«DI01…DI11» … «DI34…DI44»* откроется окно состояния дискретных входов: «00000000000».
- Подавать поочередно на входы напряжение оперативного тока.

Убедиться в появлении «1» в ячейках, соответствующих тому дискретному входу, на который подается напряжение. Убедиться в появлении «0» при снятии напряжения с входа.

3.4.1.7 Проверка релейных выходов

Зайти в пункт меню «Диагностика» → «Проверка релейных выходов» и нажать кнопку «Ввод». Должно появиться сообщение «Введите пароль». После ввода пароля нажать кнопку «Ввод». Если был введен правильный пароль, то все реле отключатся (если они были включены) и откроется окно состояния реле: «000000». Для включения реле необходимо кнопками «Влево», «Вправо» выбирать реле и нажать кнопку «Вверх». В результате соответствующее реле включится. Для отключения реле необходимо кнопками «Влево», «Вправо» выбирать необходимое реле и нажать на кнопку «Вниз». В результате соответствующее реле отключится.

3.4.1.8 Проверка аналоговых входов

Зайти в пункт меню «Контроль» и по очереди вызывая отображение контролируемых устройством токов и напряжений сравнивать их значения с показаниями соответствующих внешних измерительных приборов.

4 Текущий ремонт

4.1 Устройство представляет собой достаточно сложное изделие и ремонт его должен осуществляться квалифицированными специалистами с помощью специальной отладочной аппаратуры.

4.2 При отказе элементов печатных плат допускается замена вышедшего из строя модуля на исправный.

4.3 Ремонт устройств в послегарантийный период целесообразно организовать централизованно, например, в базовой лаборатории энергосистемы или по договору с изготовителем.

5 Хранение

Условия хранения должны удовлетворять требованиям условий хранения 2 по ГОСТ 15150. Устройства следует хранить в складах изготовителя (потребителя) на стеллажах в потребительской таре.

Допускается хранение в складах в транспортной таре. При этом тара должна быть очищена от пыли и грязи. Размещение устройств на складах должно обеспечивать их свободное перемещение и доступ к ним. Расстояние между стенами, полом, потолком склада и устройством должно быть не меньше, чем 100 мм. Расстояние между обогревательными приборами складов и устройством должно быть не меньше, чем 0,5 м.

6 Транспортирование

Транспортирование упакованных в тару устройств допускается осуществлять любым транспортом с обеспечением защиты от атмосферных осадков при следующих условиях:

- прямые перевозки автомобильным транспортом на расстояние до 1000 км по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (дороги первой категории) без ограничения скорости или со скоростью до 40 км/час на расстояние до 250 км по каменным и грунтовым дорогам (дороги второй и третьей категории);
- смешанные перевозки железнодорожным, воздушным (в отапливаемых герметизированных отсеках), речным видами транспорта, в соединении их между собой и автомобильным транспортом, морские перевозки.
- виды отправлений при ж/д перевозках − мелкие малотоннажные, среднетоннажные;
- транспортирование в пакетированном виде − по чертежам предприятия-изготовителя;
- при транспортировании должны выполняться правила, установленные в действующих нормативных документах.

Условия транспортирования должны удовлетворять требованиям:

- по действию механических факторов − группе С, в соответствии с
- ГОСТ 23216;
- по действию климатических факторов − условиям хранения 5, в соответствии с ГОСТ 15150.

7 Утилизация

7.1 После окончания срока службы устройство подлежит демонтажу и утилизации.

7.2 В состав устройства не входят драгоценные металлы, а также ядовитые, радиоактивные, взрывоопасные или другие вещества и элементы, представляющие повышенную опасность для здоровья человека или окружающей среды.

7.3 Демонтаж и утилизация устройства не требует применения специальных мер безопасности и может выполняться без специальных инструментов и приспособлений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Габаритные, присоединительные размеры и виды монтажа устройства РС830-ДЗ

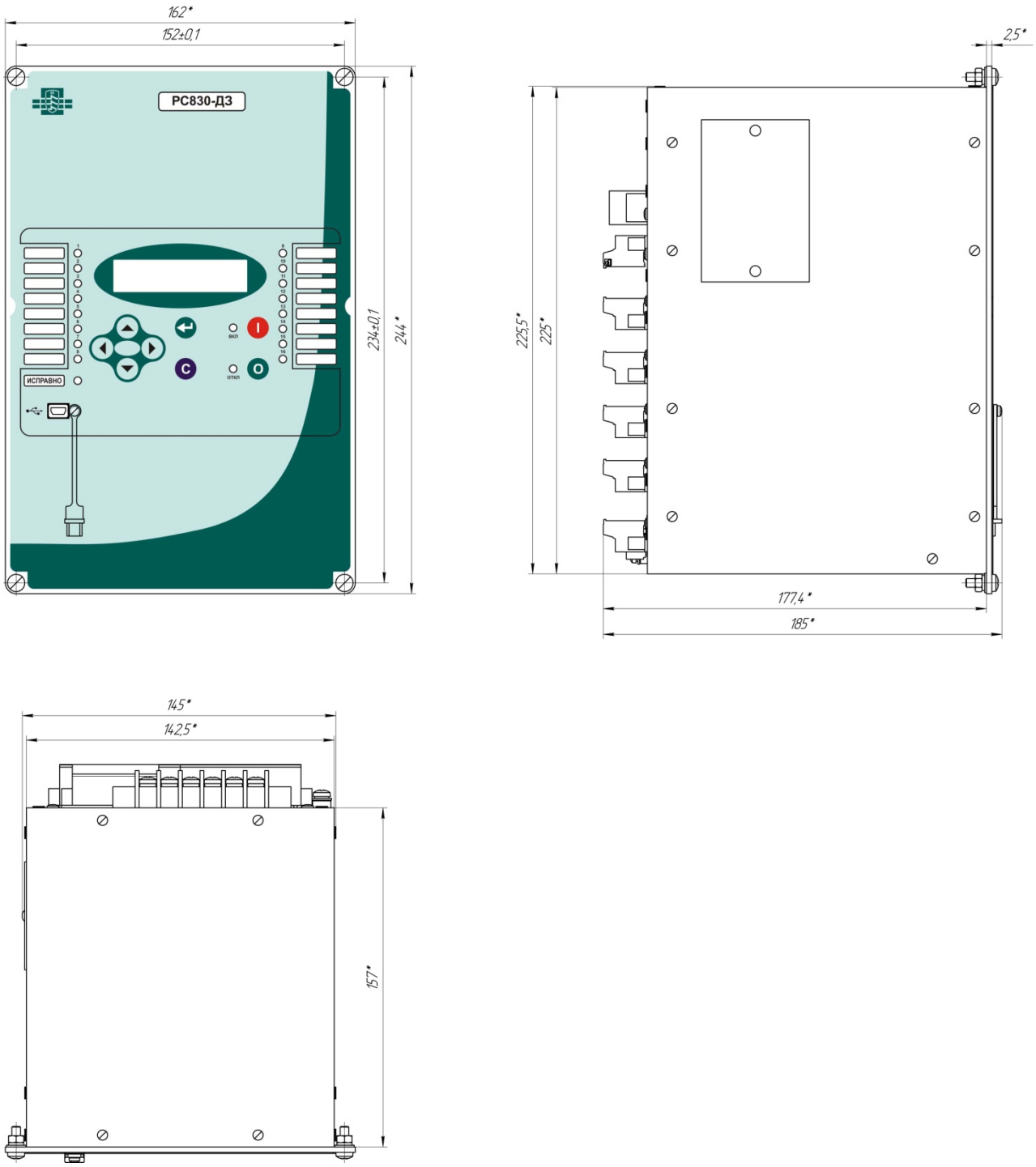
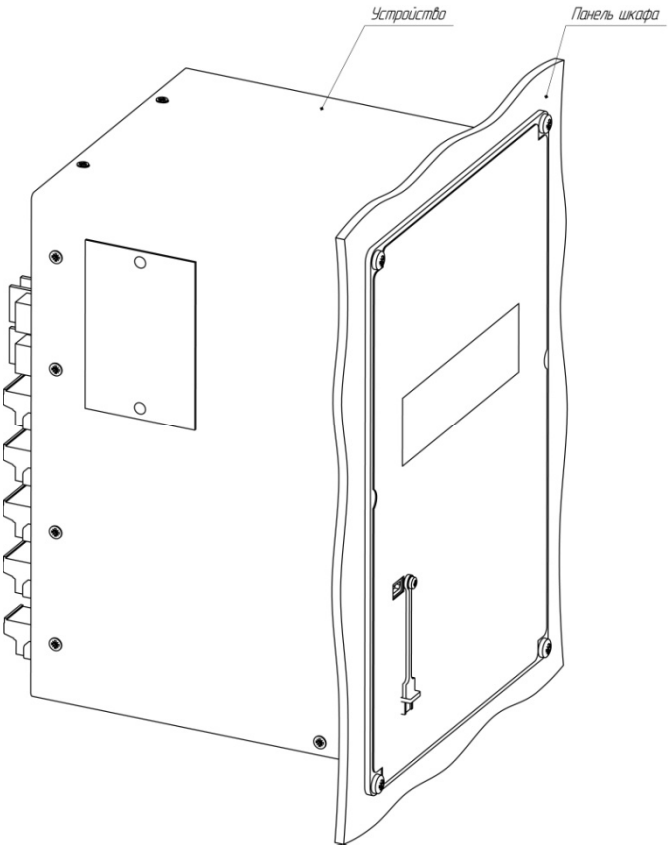


Рисунок А.1 – Габаритные и присоединительные размеры устройства РС830-ДЗ



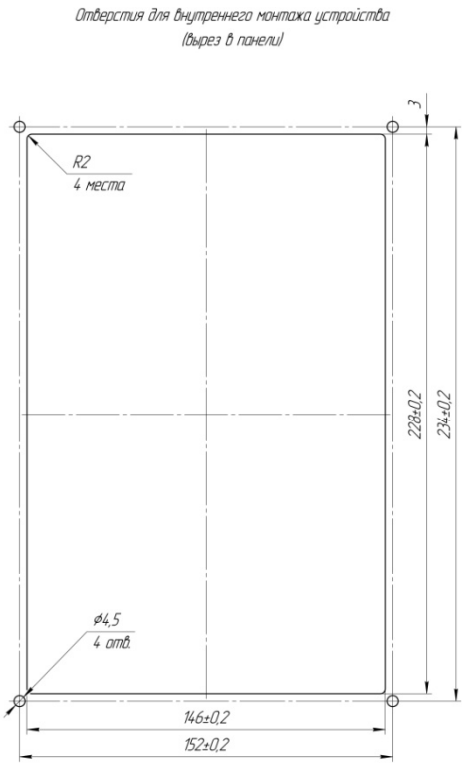
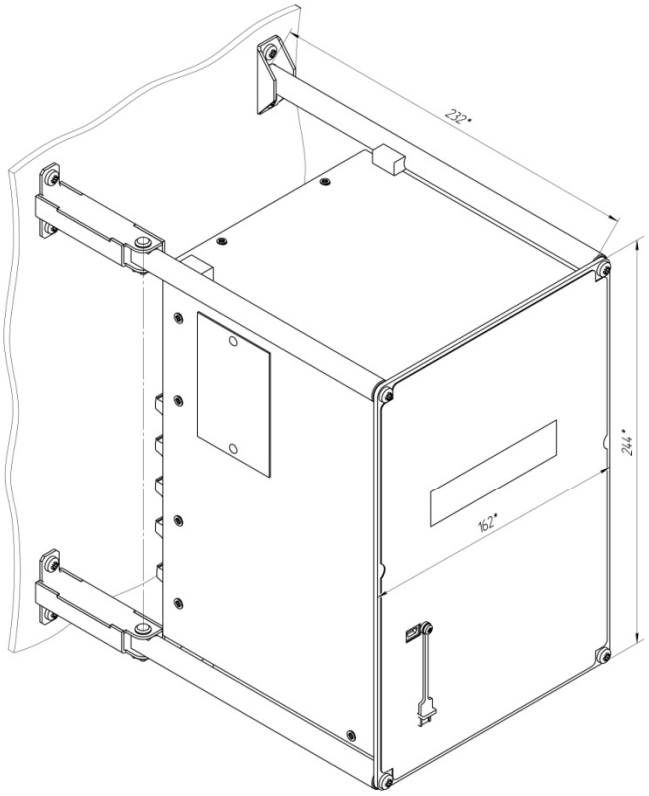


Рисунок А.2 – Внутренний монтаж устройства РС830-ДЗ

Внешний монтаж, обеспечивающий поворот устройства влево/вправо



Отверстия для внешнего монтажа устройства, обеспечивающего его поворот влево/вправо

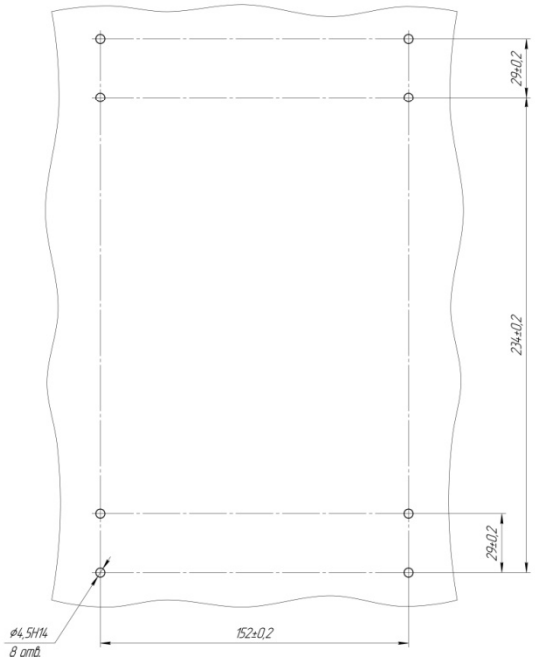
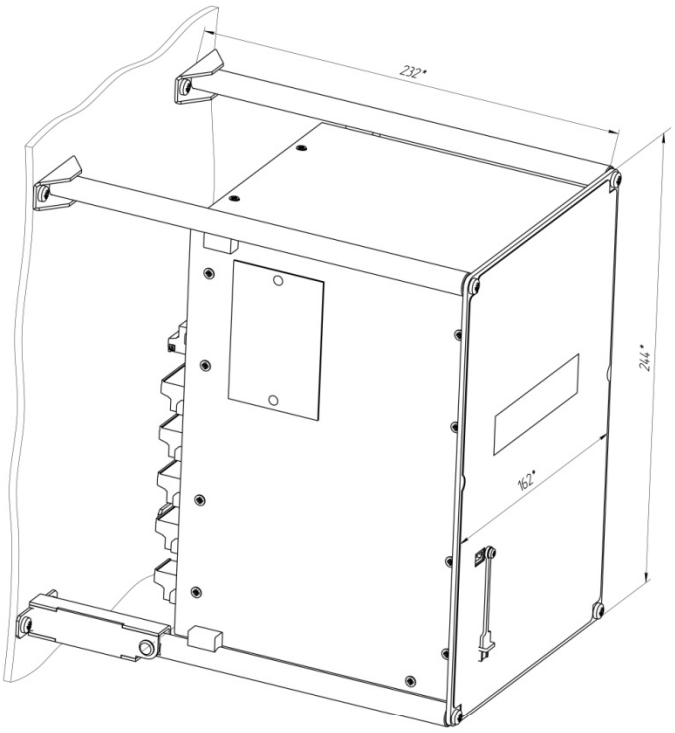


Рисунок А.3 – Габаритные и присоединительные размеры устройства РС830-ДЗ при внешнем монтаже, обеспечивающем его поворот влево/вправо

Внешний монтаж, обеспечивающий поворот устройства вниз/вверх



Отверстия для внешнего монтажа устройства, обеспечивающего его поворот вниз/вверх

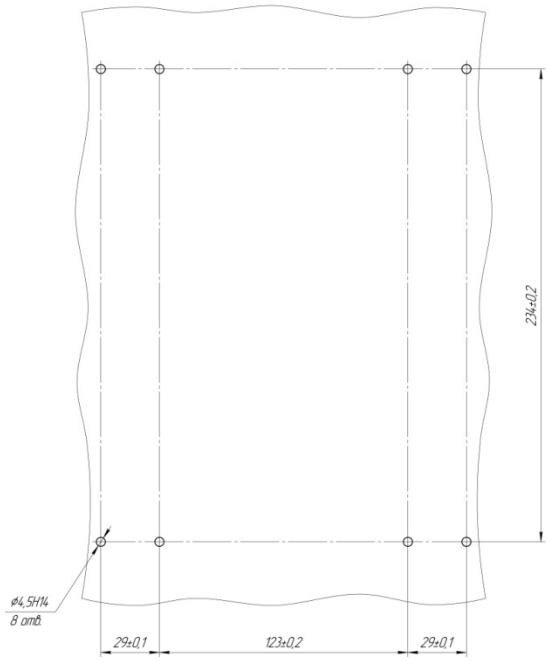


Рисунок А.4 – Габаритные и присоединительные размеры устройства РС830-ДЗ при внешнем монтаже, обеспечивающем его поворот вверх/вниз

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схемы внешних подключений устройства РС830-ДЗ

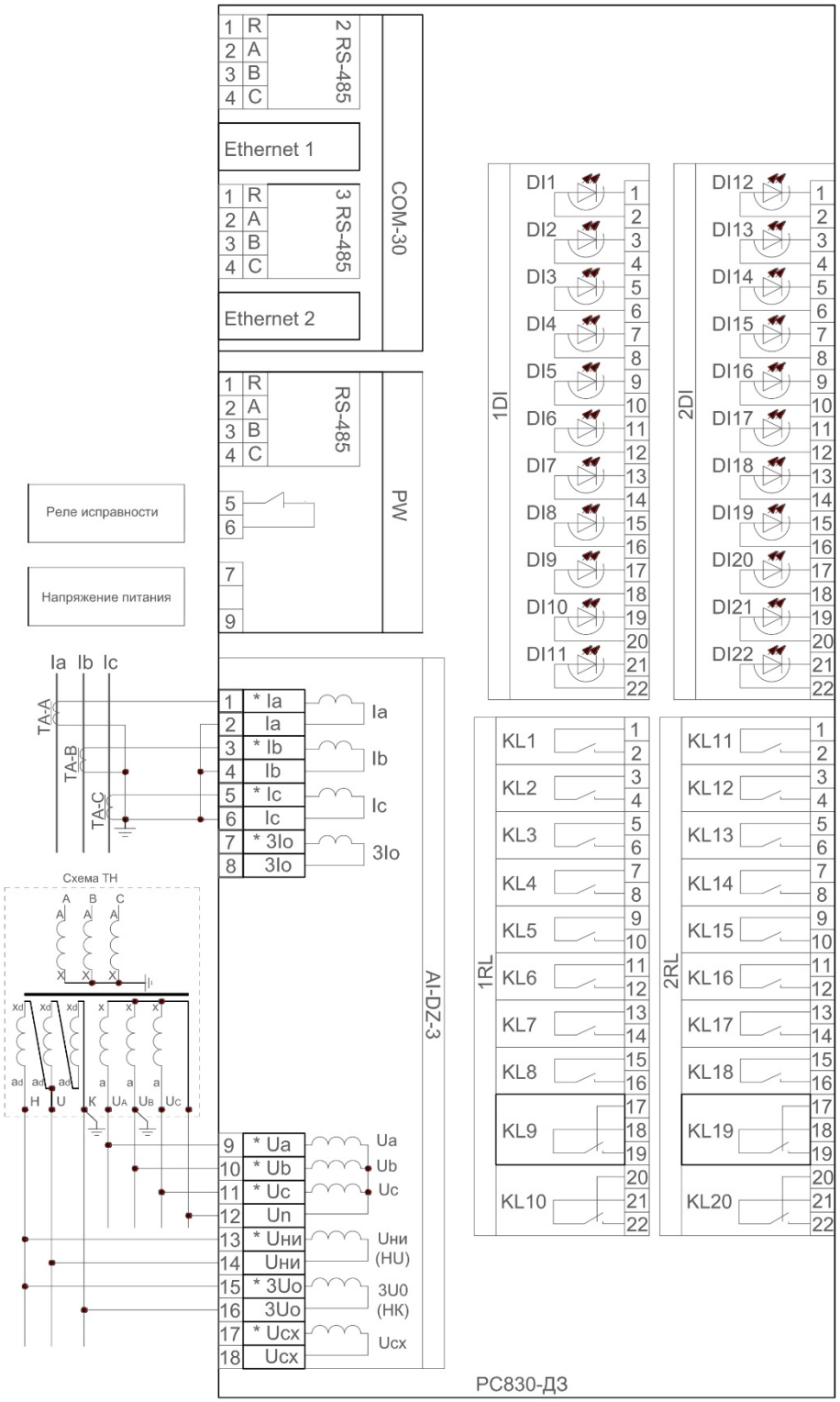


Рисунок Б.1 – Схема подключения устройства РС830-ДЗ (исполнений XX22XXXXXX)

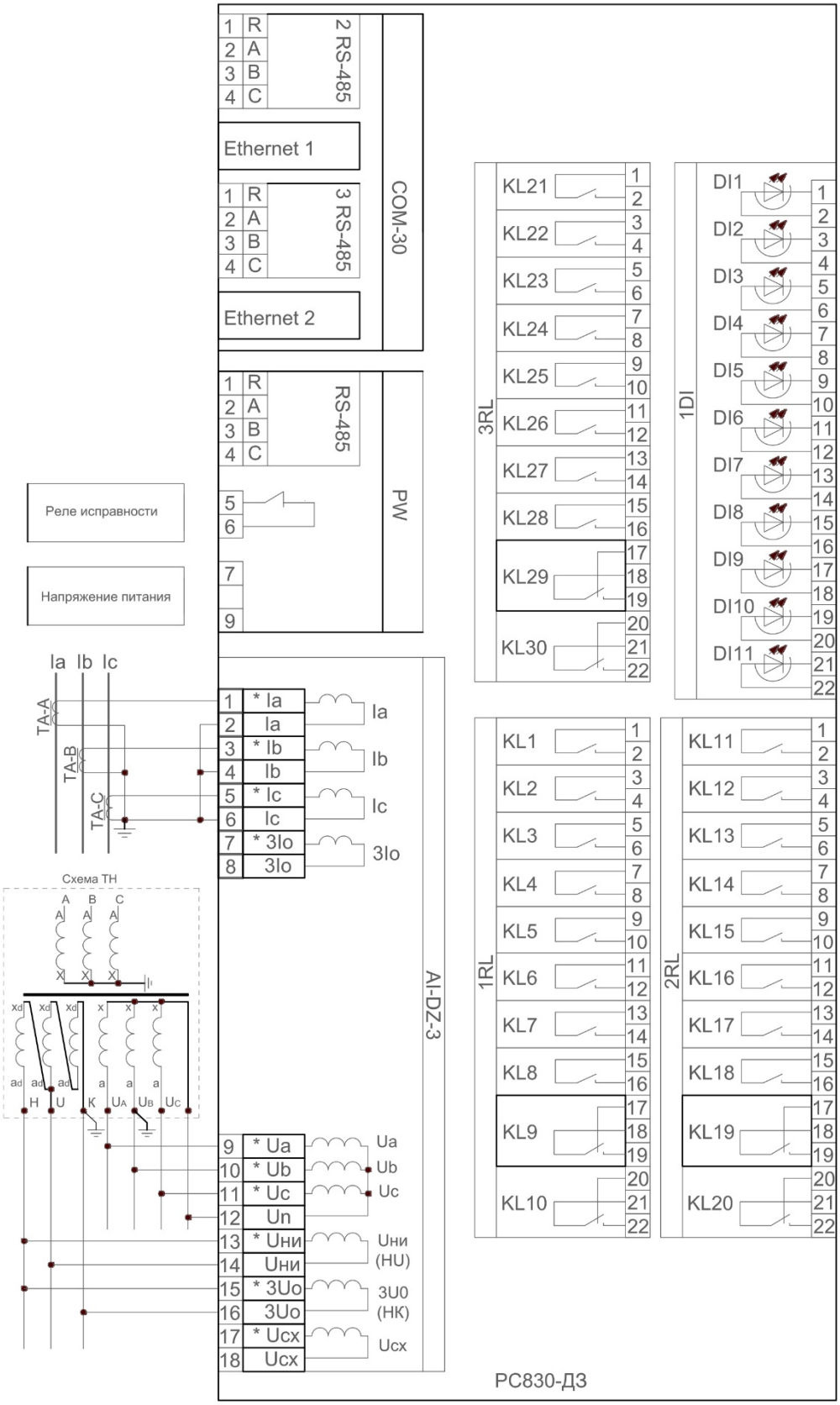


Рисунок Б.2 – Схема подключения устройства РС830-ДЗ (исполнений XX13XXXXXX)

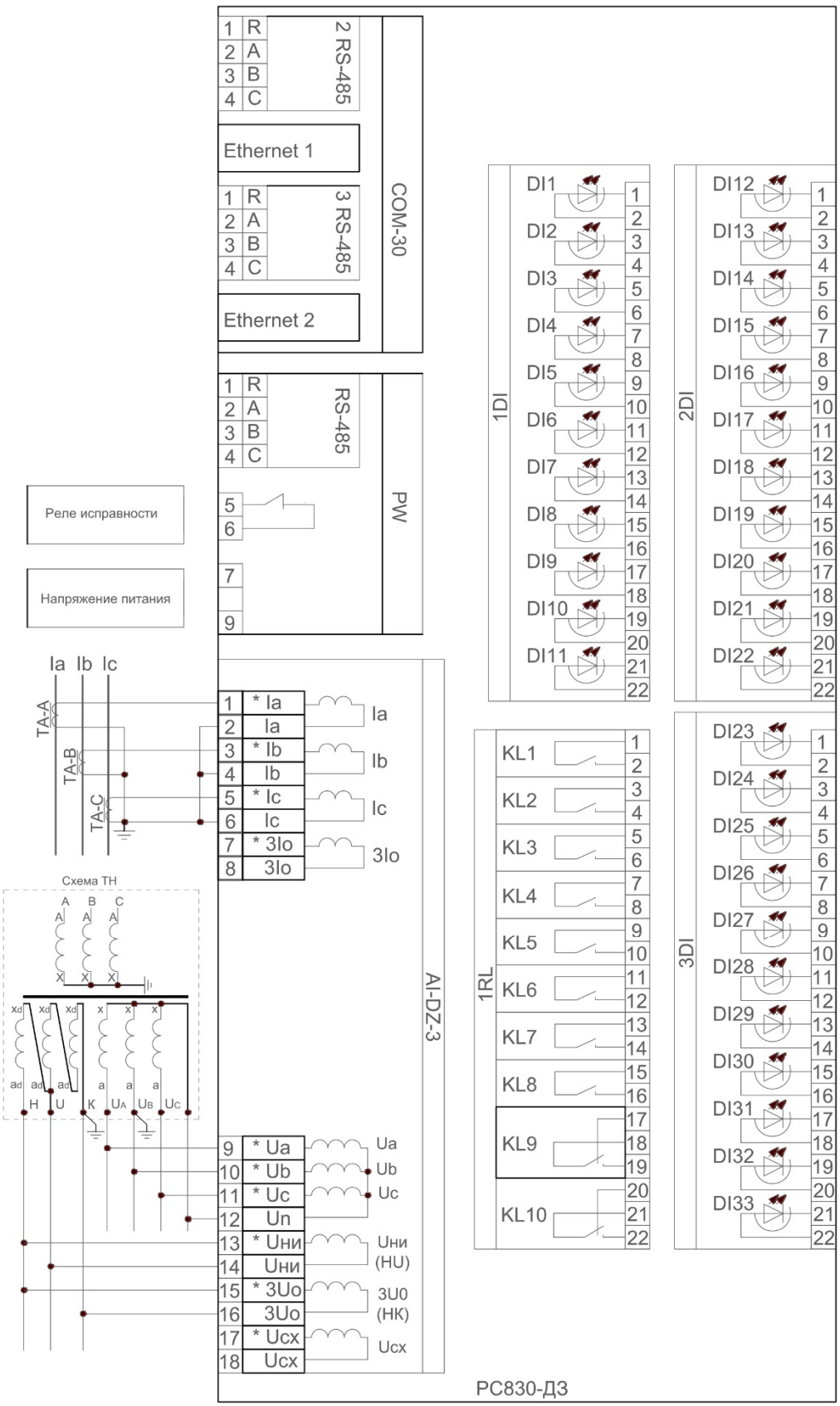


Рисунок Б.3 – Схема подключения устройства РС830-ДЗ (исполнений XX31XXXXXX)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(информационное)

Код заказа устройства РС830-ДЗ

Опросной лист (код заказа) РС830-ДЗ

Дистанционные, токовые и напряженческие защиты, автоматика и управление											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	РС830 - ДЗ		**5**						**3**		**5**	
Номинальный ток измерительных цепей												
5 А			5									
Номинальное напряжение системы опертока												
110 В (переменное и постоянное напряжение)				1								
220 В (переменное и постоянное напряжение)				2								
Количество дискретных входов *												
11 шт (1 модуль DI)					1							
22 шт (2 модуля DI)					2							
33 шт (3 модуля DI)					3							
44 шт (4 модуля DI)					4							
Количество выходных реле *												
10 шт (1 модуль RL)						1						
20 шт (2 модуля RL)						2						
30 шт (3 модуля RL)						3						
40 шт (4 модуля RL)						4						
Физическая реализация интерфейсов, поддержка протоколов и стандартов связи												
Базовая конфигурация без модуля COM: X1 - USB; X2 - RS-485, Modbus RTU							1	1				
С модулем COM: X1 - USB; X2 - RS-485; X3, X4 - Ethernet электрический; X5, X6 - RS-485, Протоколы связи: Modbus RTU, МЭК-60870-5-103, МЭК-60870-5-104							2	2				
С модулем COM: X1 - USB; X2 - RS-485; X3, X4 - Ethernet электрический; X5, X6 - RS-485, Протоколы связи: Modbus RTU, МЭК-60870-5-103, МЭК-60870-5-104, МЭК 61850-8-1							2	3				
С модулем COM: X1 - USB; X2 - RS-485; X3, X4 - Ethernet оптический; X5, X6 - RS-485 Протоколы связи: Modbus RTU, МЭК-60870-5-103, МЭК-60870-5-104							3	2				
С модулем COM: X1 - USB; X2 - RS-485; X3, X4 - Ethernet оптический; X5, X6 - RS-485 Протоколы связи: Modbus RTU, МЭК-60870-5-103, МЭК-60870-5-104, МЭК 61850-8-1							3	3				
Код аппаратной части												
По умолчанию									3			
Языковая версия (меню, надписи, документация, ПО)												
Русский										1		
Английский										2		
Казахский (в разработке)												
Номинальная частота												
50 Гц											5	
60 Гц												
Специсполнение (нестандартное исполнение под заказ)												
Нет												1
Да												2

* Примечание. Общее суммарное количество модулей DI и RL не должно превышать 4.

Рисунок В.1 – Код заказа устройства РС830-ДЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Карта памяти *Modbus-RTU*

Таблица Г.1 – Карта памяти *Modbus-RTU*

Адрес	Описание	Диапазон	Формат	Примечание
Аналоговые значения (вторичные). Функция *Modbus-RTU* 03 и 04[чтение]				
0xF100	Ток реле фазы *A*	0-120	1.1	
0xF101	Угол тока фазы *A*	0-359	2.0	
0xF102	Ток реле фазы *B*	0-120	1.1	
0xF103	Угол тока фазы *B*	0-359	2.0	
0xF104	Ток реле фазы *C*	0-120	1.1	
0xF105	Угол тока фазы *C*	0-359	2.0	
0xF106	Ток реле *3Iop*	0-120	1.1	Расч. знач.
0xF107	Угол тока *3Iop*	0-359	2.0	
0xF108	Ток реле *I1*	0-120	1.1	
0xF109	Ток реле *I2*	0-120	1.1	
0xF10A	Отношение токов *I2/I1*	0-120	1.1	
0xF10B	Напряжение *Uab*	0-250	1.1	
0xF10C	Угол напряжения *Uab*	0-359	2.0	
0xF10D	Напряжение *Ubc*	0-250	1.1	
0xF10E	Угол напряжения *Ubc*	0-359	2.0	
0xF10F	Напряжение *Uca*	0-250	1.1	
0xF110	Угол напряжения *Uca*	0-359	2.0	
0xF111	Напряжение *Ua*	0-150	1.1	
0xF112	Угол напряжения *Ua*	0-359	2.0	
0xF113	Напряжение *Ub*	0-150	1.1	
0xF114	Угол напряжения *Ub*	0-359	2.0	
0xF115	Напряжение *Uc*	0-150	1.1	
0xF116	Угол напряжения *Uc*	0-359	2.0	
0xF117	Напряжение *3U0_H*	0-350	2.2	
0xF118	Напряжение *3U0_L*			
0xF119	Угол напряжения *3U0*	0-359	2.0	
0xF11A	Напряжение *Uад_H*	0-350	2.2	
0xF11B	Напряжение *Uад_L*			
0xF11C	Угол напряжения *Uад*	0-359	2.0	

0xF11D	Напряжение *UБНН*	0-250	1.1	
0xF11E	Напряжение *U1*	0-150	1.1	
0xF11F	Напряжение *U2*	0-150	1.1	
0xF120	Сопротивление *Zab_H*	0-10000	2.2	
0xF121	Сопротивление *Zab_L*			
0xF122	Угол сопротивления *Zab*	0-359	2.0	
0xF123	Сопротивление *Zbc_H*	0-10000	2.2	
0xF124	Сопротивление *Zbc_L*			
0xF125	Угол сопротивления *Zbc*	0-359	2.0	
0xF126	Сопротивление *Zca_H*	0-10000	2.2	
0xF127	Сопротивление *Zca_L*			
0xF128	Угол сопротивления *Zca*	0-359	2.0	
0xF129	Сопротивление *Za0_H*	0-10000	2.2	
0xF12A	Сопротивление *Za0_L*			
0xF12B	Угол сопротивления *Za0*	0-359	2.0	
0xF12C	Сопротивление *Zb0_H*	0-10000	2.2	
0xF12D	Сопротивление *Zb0_L*			
0xF12E	Угол сопротивления *Zb0*	0-359	2.0	
0xF12F	Сопротивление *Zc0_H*	0-10000	2.2	
0xF130	Сопротивление *Zc0_L*			
0xF131	Угол сопротивления *Zc0*	0-359	2.0	
0xF132	Сопротивление *Zp_0p_H*	0-10000	2.2	
0xF133	Сопротивление *Zp_0p_L*			
0xF134	Угол сопротивления *Zp_0p*	0-359	2.0	
Сигнализация. Функции *Modbus-RTU* 03 и 04[чтение]				
0xF135	Состояние дискретных входов *DI01 – DI11*	*0-0x07FF*		
0xF136	Состояние дискретных входов *DI12 – DI22*	*0-0x07FF*		
0xF137	Состояние дискретных входов *DI23 – DI33*	*0-0x07FF*		
0xF138	Состояние дискретных входов *DI34 – DI44*	*0-0x07FF*		
0xF139	Состояние релейных выходов *KL01 – KL10*	*0-0x03FF*		
0xF13A	Состояние релейных выходов *KL11 – KL20*	*0-0x03FF*		

0xF13B	Состояние релейных выходов *KL21 – KL30*	*0-0x03FF*		
0xF13C	Состояние релейных выходов *KL31 – KL40*	*0-0x03FF*		
0xF13D	Состояние светодиодов *VD1 – VD16*	*0-0xFFFF*		
0xF13E	Цвет свечения светодиодов *VD1 – VD16*	*0-0xFFFF*		
0xF13F	Состояние светодиодов *VD17 – VD19*	*0-0x0007*		
Дата и время. Функции *Modbus-RTU* 03 и 04[чтение],06 и 47 [запись]				
0xF140	Год и месяц			
0xF141	День и часы			
0xF142	Минуты и секунды			
Прочее. Функции *Modbus-RTU* 03 и 04[чтение]				
0xF143	Рабочая группа уставок	1-6		
0xF144	Счетчик изменения уставок	0-255		
0xF145	Состояние защит (Работа): ОЗ1 – ОЗ8, ЗНЗ1 – ЗНЗ8	*0-0xFFFF*		
0xF146	Состояние защит (Работа): ОБР1(2), ЗН1(2), ДФ1 – ДФ8, УРОВ 1(2), АПВ1(2)	*0-0xFFFF*		
0xF147	Состояние защит (Работа): ЧАПВ1(2), АЧР1(2)	*0-0x000F*		
0xF148	Состояние защит (Пуск): ОЗ1 – ОЗ8, ЗНЗ1 – ЗНЗ8	*0-0xFFFF*		
0xF149	Состояние защит (Пуск): ОБР1(2), ЗН1(2), ДФ1 – ДФ8	*0-0x0FFF*		
0xF14A	События для квитирования: ОЗ1 – ОЗ8, ЗНЗ1 – ЗНЗ8	*0-0xFFFF*		
0xF14B	События для квитирования: ОБР1(2), ЗН1(2), ДФ1 – ДФ8, УРОВ 1(2), АПВ1(2)	*0-0xFFFF*		
0xF14C	События для квитирования: ЧАПВ1(2), АЧР1(2)	*0-0x000F*		
Информация о продукте. Функции *Modbus-RTU* 03и 04[чтение]				
0xF200	Описание реле (символ 1 и 2)			РС
0xF201	Описание реле (символ 3 и 4)			83

0xF202	Описание реле (символ 5 и 6)			0-
0xF203	Описание реле (символ 7 и 8)			*DZ*
0xF204	Описание реле (символ 9 и 10)			
0xF205	Описание реле (символ 11 и 12)			
0xF206	Спецификация реле			Символ *A* и *B*
0xF207	Спецификация реле			Символ *C* и *D*
0xF208	Спецификация реле			Символ *E* и *F*
0xF209	Спецификация реле			Символ *G* и *H*
0xF20A	Спецификация реле			Символ *I* и *J*
0xF20B	Серийный номер *H*			
0xF20C	Серийный номер *L*			
0xF20D	Версия ПО *CPU*			
0xF20E	Версия ПО *AI*			
0xF20F	Версия ПО *PW*			
Коэффициенты трансформации. Функции *Modbus-RTU* 03 и 04[чтение]				
0xF210	Ктт			
0xF211	Ктт0			
0xF212	Ктн			
0xF213	Ктн0			
Состояния дискретных входов. Функции *Modbus-RTU* 01 и 02[чтение]				
0xF300	Состояние дискретного входа 1	0-1		
0xF301	Состояние дискретного входа 2	0-1		
0xF302	Состояние дискретного входа 3	0-1		
0xF303	Состояние дискретного входа 4	0-1		
0xF304	Состояние дискретного входа 5	0-1		
0xF305	Состояние дискретного входа 6	0-1		
0xF306	Состояние дискретного входа 7	0-1		
0xF307	Состояние дискретного входа 8	0-1		
0xF308	Состояние дискретного входа 9	0-1		
0xF309	Состояние дискретного входа 10	0-1		
0xF30A	Состояние дискретного входа 11	0-1		
0xF30B	Состояние дискретного входа 12	0-1		
0xF30C	Состояние дискретного входа 13	0-1		
0xF30D	Состояние дискретного входа 14	0-1		
0xF30E	Состояние дискретного входа 15	0-1		
0xF30F	Состояние дискретного входа 16	0-1		
0xF310	Состояние дискретного входа 17	0-1		
0xF311	Состояние дискретного входа 18	0-1		

0xF312	Состояние дискретного входа 19	0-1		
0xF313	Состояние дискретного входа 20	0-1		
0xF314	Состояние дискретного входа 21	0-1		
0xF315	Состояние дискретного входа 22	0-1		
0xF316	Состояние дискретного входа 23	0-1		
0xF317	Состояние дискретного входа 24	0-1		
0xF318	Состояние дискретного входа 25	0-1		
0xF319	Состояние дискретного входа 26	0-1		
0xF31A	Состояние дискретного входа 27	0-1		
0xF31B	Состояние дискретного входа 28	0-1		
0xF31C	Состояние дискретного входа 29	0-1		
0xF31D	Состояние дискретного входа 30	0-1		
0xF31E	Состояние дискретного входа 31	0-1		
0xF31F	Состояние дискретного входа 32	0-1		
0xF320	Состояние дискретного входа 33	0-1		
0xF321	Состояние дискретного входа 34	0-1		
0xF322	Состояние дискретного входа 35	0-1		
0xF323	Состояние дискретного входа 36	0-1		
0xF324	Состояние дискретного входа 37	0-1		
0xF325	Состояние дискретного входа 38	0-1		
0xF326	Состояние дискретного входа 39	0-1		
0xF327	Состояние дискретного входа 40	0-1		
0xF328	Состояние дискретного входа 41	0-1		
0xF329	Состояние дискретного входа 42	0-1		
0xF32A	Состояние дискретного входа 43	0-1		
0xF32B	Состояние дискретного входа 44	0-1		
Состояния релейных выходов. Функции *Modbus-RTU* 01 и 02[чтение] Телеуправление *KL*. Функция *Modbus-RTU* 05 [запись]				
0xF400	Состояние релейного выхода 1	0-1		*0xFF00* - вкл
0xF401	Состояние релейного выхода 2	0-1		
0xF402	Состояние релейного выхода 3	0-1		
0xF403	Состояние релейного выхода 4	0-1		
0xF404	Состояние релейного выхода 5	0-1		
0xF405	Состояние релейного выхода 6	0-1		
0xF406	Состояние релейного выхода 7	0-1		
0xF407	Состояние релейного выхода 8	0-1		
0xF408	Состояние релейного выхода 9	0-1		
0xF409	Состояние релейного выхода 10	0-1		

0xF40A	Состояние релейного выхода 11	0-1		
0xF40B	Состояние релейного выхода 12	0-1		
0xF40C	Состояние релейного выхода 13	0-1		
0xF40D	Состояние релейного выхода 14	0-1		
0xF40E	Состояние релейного выхода 15	0-1		
0xF40F	Состояние релейного выхода 16	0-1		
0xF410	Состояние релейного выхода 17	0-1		
0xF411	Состояние релейного выхода 18	0-1		
0xF412	Состояние релейного выхода 19	0-1		
0xF413	Состояние релейного выхода 20	0-1		
0xF414	Состояние релейного выхода 21	0-1		
0xF415	Состояние релейного выхода 22	0-1		
0xF416	Состояние релейного выхода 23	0-1		
0xF417	Состояние релейного выхода 24	0-1		
0xF418	Состояние релейного выхода 25	0-1		
0xF419	Состояние релейного выхода 26	0-1		
0xF41A	Состояние релейного выхода 27	0-1		
0xF41B	Состояние релейного выхода 28	0-1		
0xF41C	Состояние релейного выхода 29	0-1		
0xF41D	Состояние релейного выхода 30	0-1		
0xF41E	Состояние релейного выхода 31	0-1		
0xF41F	Состояние релейного выхода 32	0-1		
0xF420	Состояние релейного выхода 33	0-1		
0xF421	Состояние релейного выхода 34	0-1		
0xF422	Состояние релейного выхода 35	0-1		
0xF423	Состояние релейного выхода 36	0-1		
0xF424	Состояние релейного выхода 37	0-1		
0xF425	Состояние релейного выхода 38	0-1		
0xF426	Состояние релейного выхода 39	0-1		
0xF427	Состояние релейного выхода 40	0-1		
Состояния светодиодов. Функции *Modbus-RTU* 01 и 02[чтение]				
0xF500	Состояние светодиода 1	0-1		
0xF501	Состояние светодиода 2	0-1		
0xF502	Состояние светодиода 3	0-1		
0xF503	Состояние светодиода 4	0-1		
0xF504	Состояние светодиода 5	0-1		
0xF505	Состояние светодиода 6	0-1		
0xF506	Состояние светодиода 7	0-1		

0xF507	Состояние светодиода 8	0-1		
0xF508	Состояние светодиода 9	0-1		
0xF509	Состояние светодиода 10	0-1		
0xF50A	Состояние светодиода 11	0-1		
0xF50B	Состояние светодиода 12	0-1		
0xF50C	Состояние светодиода 13	0-1		
0xF50D	Состояние светодиода 14	0-1		
0xF50E	Состояние светодиода 15	0-1		
0xF50F	Состояние светодиода 16	0-1		
0xF510	Состояние светодиода 17	0-1		
0xF511	Состояние светодиода 18	0-1		
0xF512	Состояние светодиода 19	0-1		
Текущее состояние защит. Функции *Modbus-RTU* 01 и 02[чтение]				
0xF700	Работа ОЗ 1	0-1		
0xF701	Работа ОЗ 2	0-1		
0xF702	Работа ОЗ 3	0-1		
0xF703	Работа ОЗ 4	0-1		
0xF704	Работа ОЗ 5	0-1		
0xF705	Работа ОЗ 6	0-1		
0xF706	Работа ОЗ 7	0-1		
0xF707	Работа ОЗ 8	0-1		
0xF708	Работа ЗНЗ 1	0-1		
0xF709	Работа ЗНЗ 2	0-1		
0xF70A	Работа ЗНЗ 3	0-1		
0xF70B	Работа ЗНЗ 4	0-1		
0xF70C	Работа ЗНЗ 5	0-1		
0xF70D	Работа ЗНЗ 6	0-1		
0xF70E	Работа ЗНЗ 7	0-1		
0xF70F	Работа ЗНЗ 8	0-1		
0xF710	Работа ОБР 1	0-1		
0xF711	Работа ОБР 2	0-1		
0xF712	Работа ЗН 1	0-1		
0xF713	Работа ЗН 2	0-1		
0xF714	Работа Д.ф. 1	0-1		
0xF715	Работа Д.ф. 2	0-1		
0xF716	Работа Д.ф. 3	0-1		
0xF717	Работа Д.ф. 4	0-1		
0xF718	Работа Д.ф. 5	0-1		

0xF719	Работа Д.ф. 6	0-1		
0xF71A	Работа Д.ф. 7	0-1		
0xF71B	Работа Д.ф. 8	0-1		
0xF71C	Работа УРОВ 1	0-1		
0xF71D	Работа УРОВ 2	0-1		
0xF71E	Работа АПВ 1	0-1		
0xF71F	Работа АПВ 2	0-1		
0xF720	Работа ЧАПВ 1	0-1		
0xF721	Работа ЧАПВ 2	0-1		
0xF722	Работа АЧР 1	0-1		
0xF723	Работа АЧР 2	0-1		
Текущее состояние защит. Функции *Modbus-RTU* 01 и 02[чтение]				
0xF800	Пуск ОЗ 1	0-1		
0xF801	Пуск ОЗ 2	0-1		
0xF802	Пуск ОЗ 3	0-1		
0xF803	Пуск ОЗ 4	0-1		
0xF804	Пуск ОЗ 5	0-1		
0xF805	Пуск ОЗ 6	0-1		
0xF806	Пуск ОЗ 7	0-1		
0xF807	Пуск ОЗ 8	0-1		
0xF808	Пуск ЗНЗ 1	0-1		
0xF809	Пуск ЗНЗ 2	0-1		
0xF80A	Пуск ЗНЗ 3	0-1		
0xF80B	Пуск ЗНЗ 4	0-1		
0xF80C	Пуск ЗНЗ 5	0-1		
0xF80D	Пуск ЗНЗ 6	0-1		
0xF80E	Пуск ЗНЗ 7	0-1		
0xF80F	Пуск ЗНЗ 8	0-1		
0xF810	Пуск ОБР 1	0-1		
0xF811	Пуск ОБР 2	0-1		
0xF812	Пуск ЗН 1	0-1		
0xF813	Пуск ЗН 2	0-1		
0xF814	Пуск Д.ф. 1	0-1		
0xF815	Пуск Д.ф. 2	0-1		
0xF816	Пуск Д.ф. 3	0-1		
0xF817	Пуск Д.ф. 4	0-1		
0xF818	Пуск Д.ф. 5	0-1		
0xF819	Пуск Д.ф. 6	0-1		

0xF81A	Пуск Д.ф. 7	0-1		
0xF81B	Пуск Д.ф. 8	0-1		
События для квитирования. Функции *Modbus-RTU* 01 и 02[чтение]				
0xFA00	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 1
0xFA01	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 2
0xFA02	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 3
0xFA03	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 4
0xFA04	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 5
0xFA05	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 6
0xFA06	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 7
0xFA07	Событие для квитирования	0-1		Работа ОЗ 8
0xFA08	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 1
0xFA09	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 2
0xFA0A	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 3
0xFA0B	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 4
0xFA0C	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 5
0xFA0D	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 6
0xFA0E	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 7
0xFA0F	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗНЗ 8
0xFA10	Событие для квитирования	0-1		Работа ОБР 1
0xFA11	Событие для квитирования	0-1		Работа ОБР 2
0xFA12	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗН 1
0xFA13	Событие для квитирования	0-1		Работа ЗН 2
0xFA14	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 1
0xFA15	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 2
0xFA16	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 3
0xFA17	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 4
0xFA18	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 5
0xFA19	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 6
0xFA1A	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 7
0xFA1B	Событие для квитирования	0-1		Работа Д.ф. 8
0xFA1C	Событие для квитирования	0-1		Работа УРОВ1
0xFA1D	Событие для квитирования	0-1		Работа УРОВ2
0xFA1E	Событие для квитирования	0-1		Работа АПВ 1
0xFA1F	Событие для квитирования	0-1		Работа АПВ 2
0xFA20	Событие для квитирования	0-1		РаботаЧАПВ1
0xFA21	Событие для квитирования	0-1		РаботаЧАПВ2

0xFA22	Событие для квитирования	0-1		Работа АЧР1
0xFA23	Событие для квитирования	0-1		Работа АЧР2
Телеуправление ВВ. Функция *Modbus-RTU* 05 [запись]				
0xF600	Сигнал ТУ «Вкл. по сети»			*0xFF00* - вкл
0xF601	Сигнал ТУ «Откл. по сети»			
Команды. Функция *Modbus-RTU* 05[запись]				
0xF901	Квитирование			*0xFF00* – квитировать
0xF902	Пуск осциллографа			*0xFF00* – пуск осцил.

Все значения аналоговых величины, представленные в карте памяти *Modbus-RTU*, беззнаковые в позиционной двоичной системе счисления.

Если величина не определена (нет значащего значения), все двоичные разряды такой величины имеют значение «1».

Перевод в десятичную систему счисления можно осуществить по формуле:

$$A_{10} = \mathrm{a}_n \times 2^{n-1} + \mathrm{a}_{n-1} \times 2^{n-2} + \cdots + \mathrm{a}_2 \times 2^1 + \mathrm{a}_1 \times 2^0 + \mathrm{a}_{-1} \times 2^{-1} + \mathrm{a}_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + \mathrm{a}_{-(m-1)} \times 2^{-(m-1)} + \mathrm{a}_{-m} \times 2^{-m}, \qquad (10)$$

где n – двоичные разряды целой части числа;

m – двоичные разряды дробной части.

Полученное число в 10-й системе счисления следует округлить до заданной точности.

Описание форматов:

«1.1» – 16-битное дробное без знаковое число: старшие 8 бит (старший байт) – целая часть, младшие 8 бит (младший байт) – дробная часть.

Неопределенное значение величины: 1111 1111 1111 1111 (*0xFFFF*).

Пример перевода в 10-ю систему счисления:

исходное число (значение считанного регистра): 0000 0011 0100 0000 (0x0340)

перевод:

$0*2^7+ \ldots +0*2^2+1*2^1+1*2^0+0*2^{-1}+1*2^{-2}+0*2^{-3}+\ldots+0*2^{-8}=3{,}25$,

или в 16-ричной системе:

$0x03*16^0 + 0x40*16^{-2} = 0x03 + 0x40 / 256 = 3+64 / 256=3,25$.

«2.0» – 16-битное целое беззнаковое число.

Неопределенное значение величины: 1111 1111 1111 1111 (*0xFFFF*).

Пример перевода в 10-ю систему счисления:

исходное число (значение считанного регистра): 0000 0000 0000 1001 (0x0009)

перевод:

$0*2^7+ \ldots +1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0=9$;

«2.2» – 32-битное дробное беззнаковое число: старшие 16 бит (старшие 2 байт) – целая часть, младшие 16 бит (младшие 2 байт) – дробная часть.

Неопределенное значение величины: 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 (0x*FFFFFFFF*).

Пример перевода в 10-ю систему счисления:

исходное число (значение считанных регистров): 0000 0000 0000 0011 0100 0000 0000 0000 (0x00034000)

перевод:

$0*2^{15}+ \ldots +0*2^2+1*2^1+1*2^0+0*2^{-1}+1*2^{-2}+0*2^{-3}+\ldots+0*2^{-16}=3,25$;

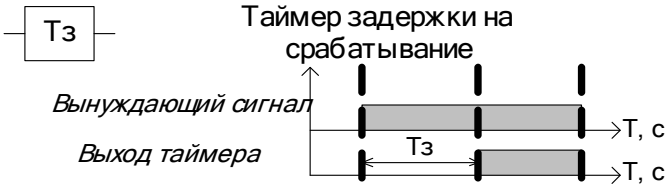
или в 16-ричной системе:

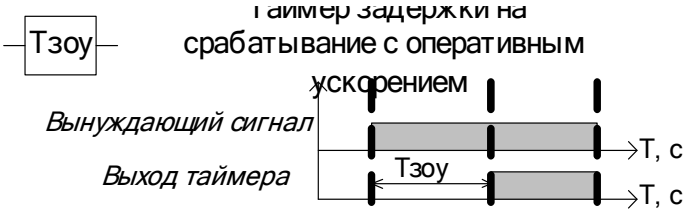
$0x03*16^0 + 0x4000*16^{-4} = 0x03 + 0x4000 / 65536=3+16384 / 65536=3,25$.

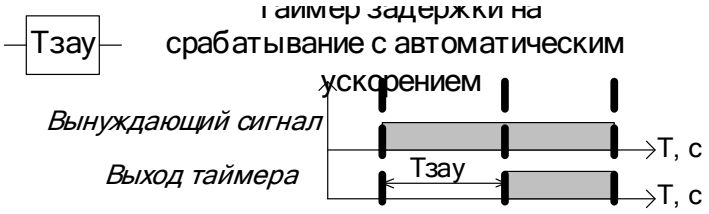
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

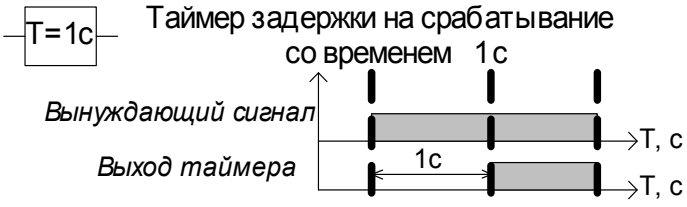
(рекомендуемое)

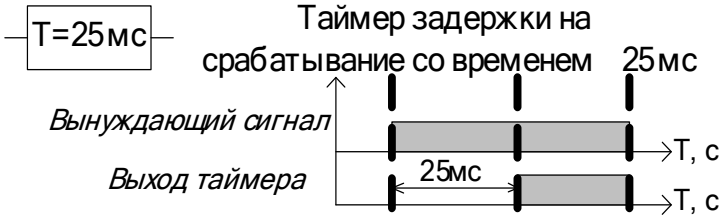
Типовые элементы функциональных схем

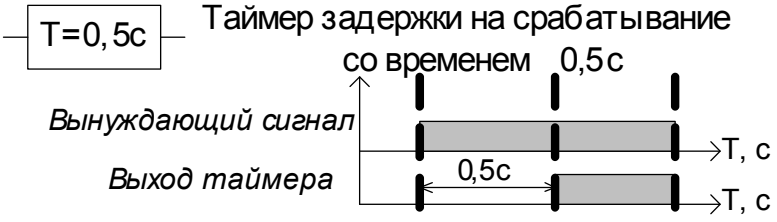


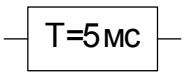




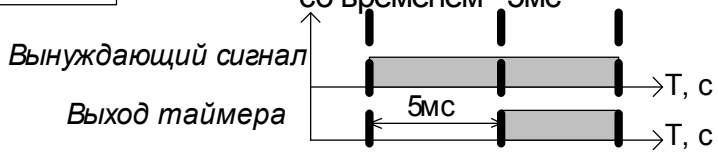


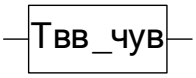




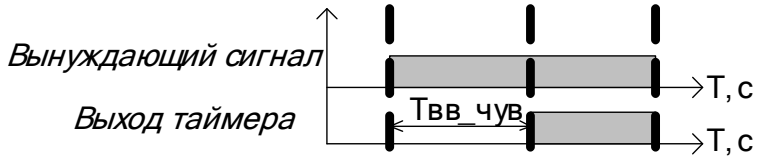


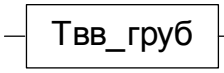
Таймер задержки на срабатывание со временем 5мс



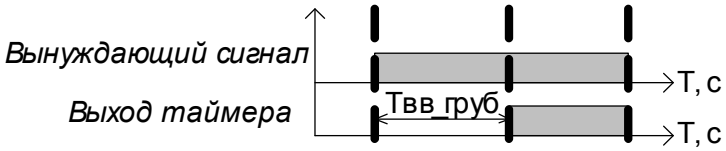


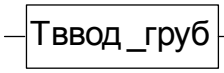
Таймер задержки на срабатывание быстродействующих ступеней БК при первом срабатывании БК



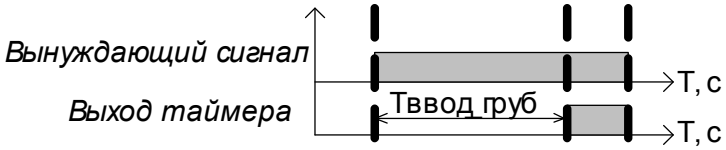


Таймер задержки на срабатывание быстродействующих ступеней БК при повторном срабатывании БК





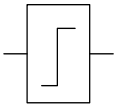
Таймер задержки на срабатывание медленнодействующих и вывод быстродействующих ступеней БК



Логический элемент ИЛИ

Логический элемент И

Логический элемент И с инверсией одного из входов



Пороговый элемент компаратора , срабатывающий при превышении заданного порога

Пороговый элемент компаратора , срабатывающий при понижении заданного порога

ОНМ
I...^U...

Орган направления мощности

Угол направления мощности в зоне работы

Выход ОНМ

T, c

T, c

$U_{ф1ф2}$

$I_{ф1ф2}$

КЗ по ф . ф1ф2
и
$Z_{ф1ф2} < Z_{хар\text{-}ки}$

Пороговый элемент компаратора по межфазным сопротивлениям

КЗ по фазе ф1ф2

Zф1ф2 < Zхар-ки

Выход порог. эл.

T, c

T, c

T, c

$U_ф$

$I_ф$

kIo

КЗ по ф . ф
и
$Z_ф < Z_{хар\text{-}ки}$

Пороговый элемент компаратора по фазным сопротивлениям

КЗ по фазе ф

Zф < Zхар-ки

Выход порог. эл.

T, c

T, c

T, c

...

Состояние логического или дискретного сигнала

S T

R

RS - триггер(элемент памяти)

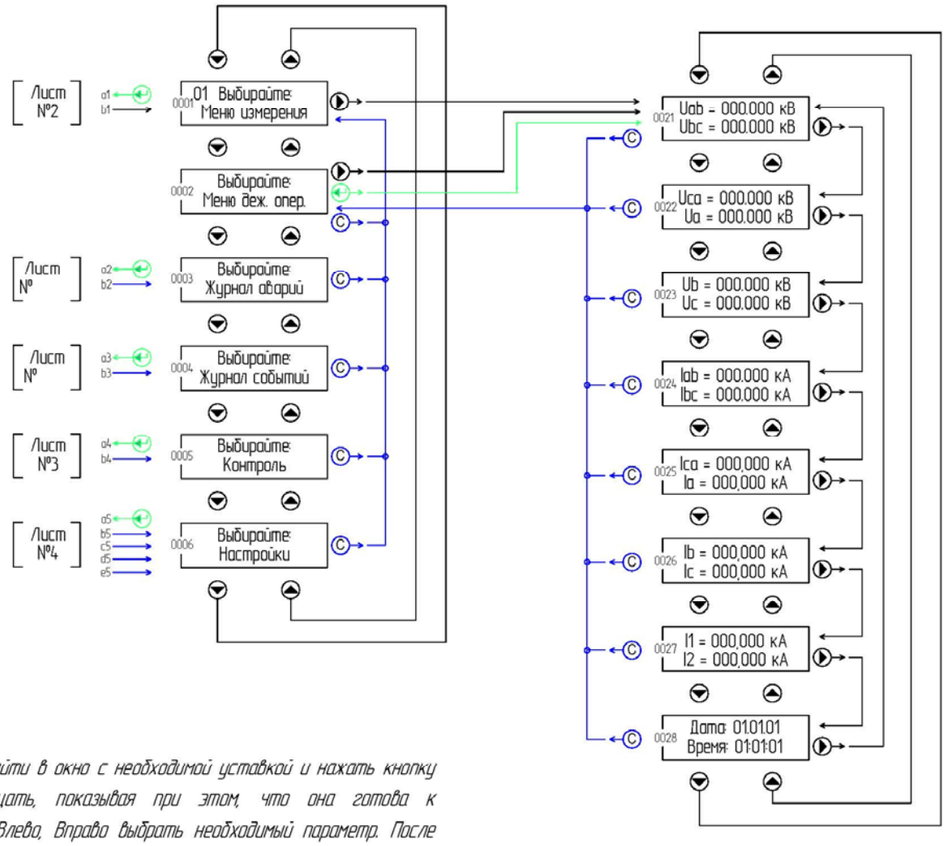
Таблица функционирования RS - триггера

S	1	0	0
R	0	1	1
T	1	0	0

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Меню устройства РС830-Д3



Для изменения уставки необходимо зайти в окно с необходимой уставкой и нажать кнопку Ввод. Значение уставки начнет мерцать, показывая при этом, что она готова к редактированию. Кнопками Вверх, Вниз, Влево, Вправо выбрать необходимый параметр. После нажатия кнопки Ввод уставка перестает мерцать и сохраняется. Если в момент, когда уставка мерцает, нажать кнопку Сброс, то уставка перестанет мерцать и установится последнее записанное значение уставки.

При включении устройства отображается ток фазы А. При нажатии кнопки Сброс осуществляется переход к пункту «Меню измерения».

Если пользователь находится в «Основном меню» (в любом из пунктов) и в течении 120с пользователь не нажимает на кнопки, то перейти в окно №41 (лист 2) – отображения тока фазы А.

Если в устройстве будет не сброшенная авария, то в первом окне устройства до сброса сигнализации (по факту квитирования) отображать последнее сообщение журнала аварий. При этом переход на индикацию в окно №41 должен быть заблокирован до сброса сигнализации (по факту квитирования).

					ЕАБР.656122.008 Э1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Меню устройства РС830-Д3 (v2.0) Схема электрическая структурная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Погредняк		20.10.17		0		
Пров.		Герман				Лист 1	Листов 28	
Т.контр.						РЗА СИСТЕМЗ		
Н.контр.								
Утв.		Милюшин						

Копировал Формат А3

Перв. примен. ЕАБР.656122.008

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

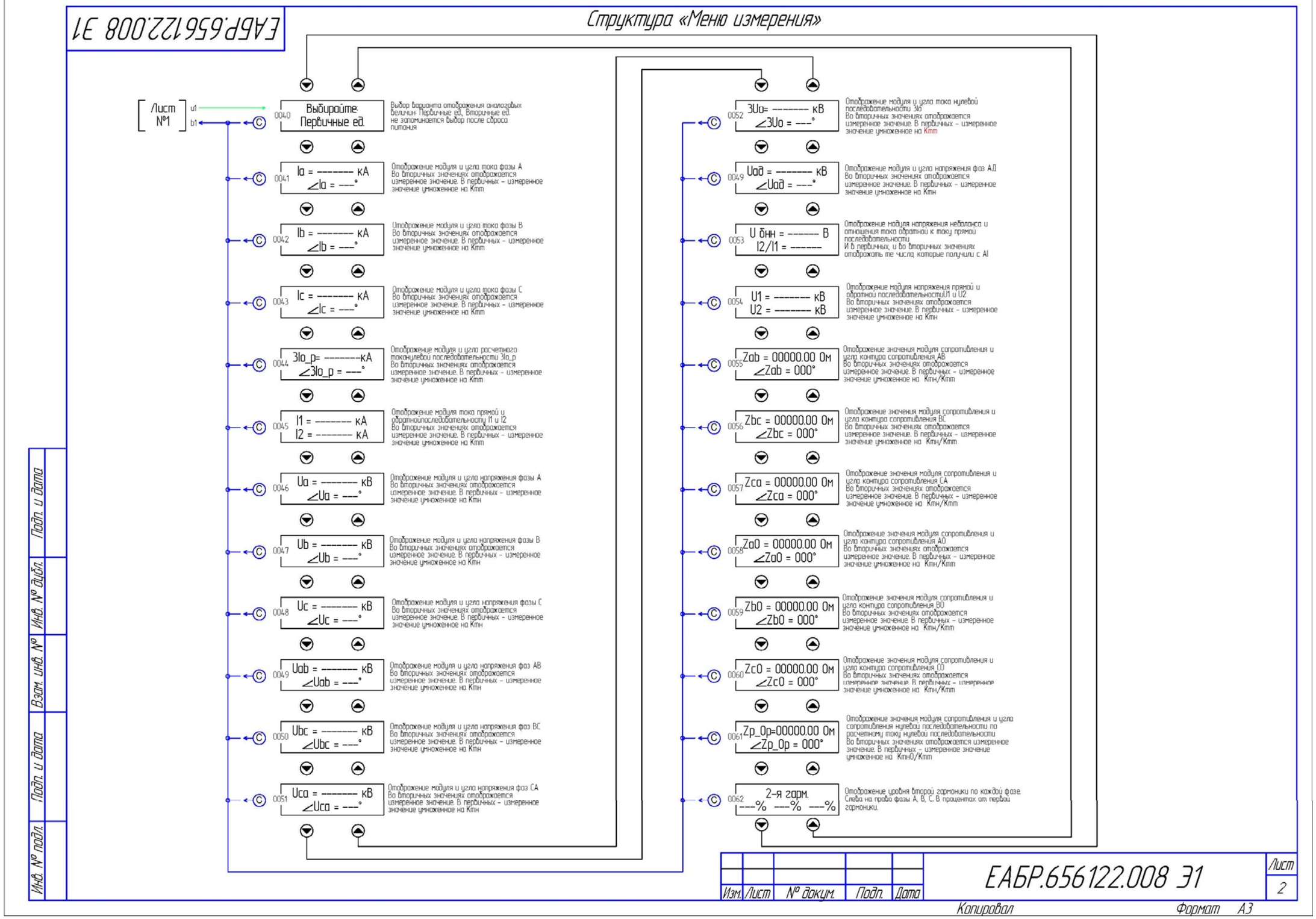

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура «Меню измерения»
Лист №1
u1
b1
0040 Выбирайте: Первичные ед.
Выбор варианта отображения аналоговых величин: Первичные ед, Вторичные ед. не запоминается выбор после сброса питания
0041 Ia = ------- кА ∠Ia = ---°
Отображение модуля и угла тока фазы А Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmm
0042 Ib = ------- кА ∠Ib = ---°
Отображение модуля и угла тока фазы В Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmm
0043 Ic = ------- кА ∠Ic = ---°
Отображение модуля и угла тока фазы С Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmm
0044 3Io_p= -------кА ∠3Io_p = ---°
Отображение модуля и угла расчетного токанулевой последовательности 3Io_p Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmm
0045 I1 = ------- кА I2 = ------- кА
Отображение модуля тока прямой и обратнопоследовательности I1 и I2 Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmm
0046 Ua = ------- кВ ∠Ua = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фазы А Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0047 Ub = ------- кВ ∠Ub = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фазы В Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0048 Uc = ------- кВ ∠Uc = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фазы С Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0049 Uab = ------- кВ ∠Uab = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фаз АВ Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0050 Ubc = ------- кВ ∠Ubc = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фаз ВС Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0051 Uca = ------- кВ ∠Uca = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фаз СА Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0052 3Uo= ------- кВ ∠3Uo = ---°
Отображение модуля и угла тока нулевой последовательности 3Io Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmm
0053 Uаб = ------- кВ ∠Uаб = ---°
Отображение модуля и угла напряжения фаз АД Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0054 U бнн = ------- В I2/I1 = ------
Отображение модуля напряжения небаланса и отношения тока обратной к току прямой последовательности И в первичных, и во вторичных значениях отображать те числа, которые получили с AI
0055 U1 = ------- кВ U2 = ------- кВ
Отображение модуля напряжения прямой и обратной последовательностиU1 и U2 Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn
0056 Zab = 00000.00 Ом ∠Zab = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла контура сопротивления АВ Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn/Kmm
0057 Zbc = 00000.00 Ом ∠Zbc = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла контура сопротивления ВС Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn/Kmm
0058 Zca = 00000.00 Ом ∠Zca = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла контура сопротивления СА Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn/Kmm
0059 Za0 = 00000.00 Ом ∠Za0 = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла контура сопротивления А0 Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn/Kmm
0060 Zb0 = 00000.00 Ом ∠Zb0 = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла контура сопротивления В0 Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn/Kmm
0061 Zc0 = 00000.00 Ом ∠Zc0 = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла контура сопротивления С0 Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn/Kmm
0062 Zp_0p=00000.00 Ом ∠Zp_0p = 000°
Отображение значения модуля сопротивления и угла сопротивления нулевой последовательности по расчетному току нулевой последовательности Во вторичных значениях отображается измеренное значение. В первичных - измеренное значение умноженное на Kmn0/Kmm
2-я гарм. ---% ---% ---%
Отображение уровня второй гармоники по каждой фазе. Слева на права фазы А, В, С. В процентах от первой гармоники.
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 2
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.2

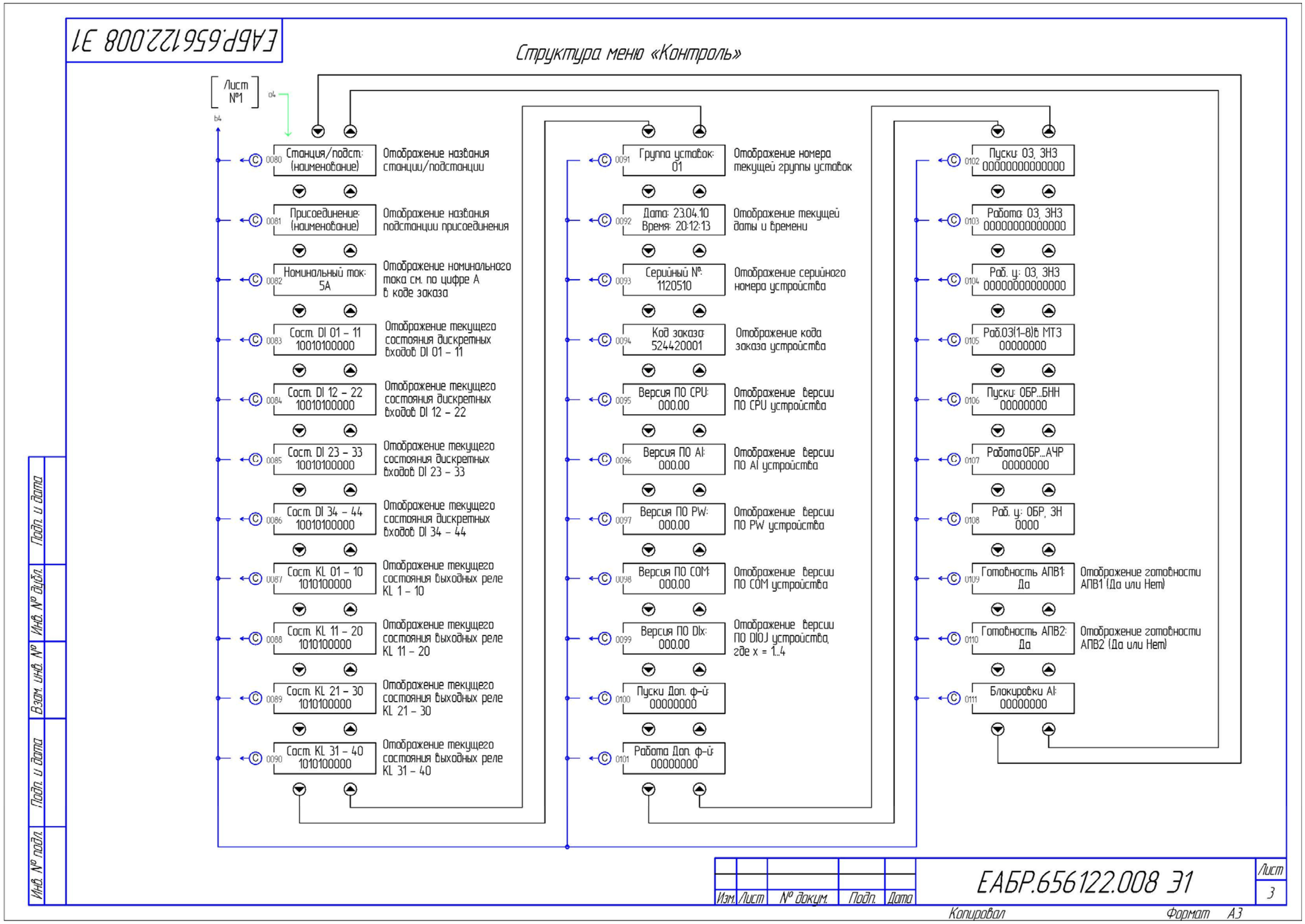
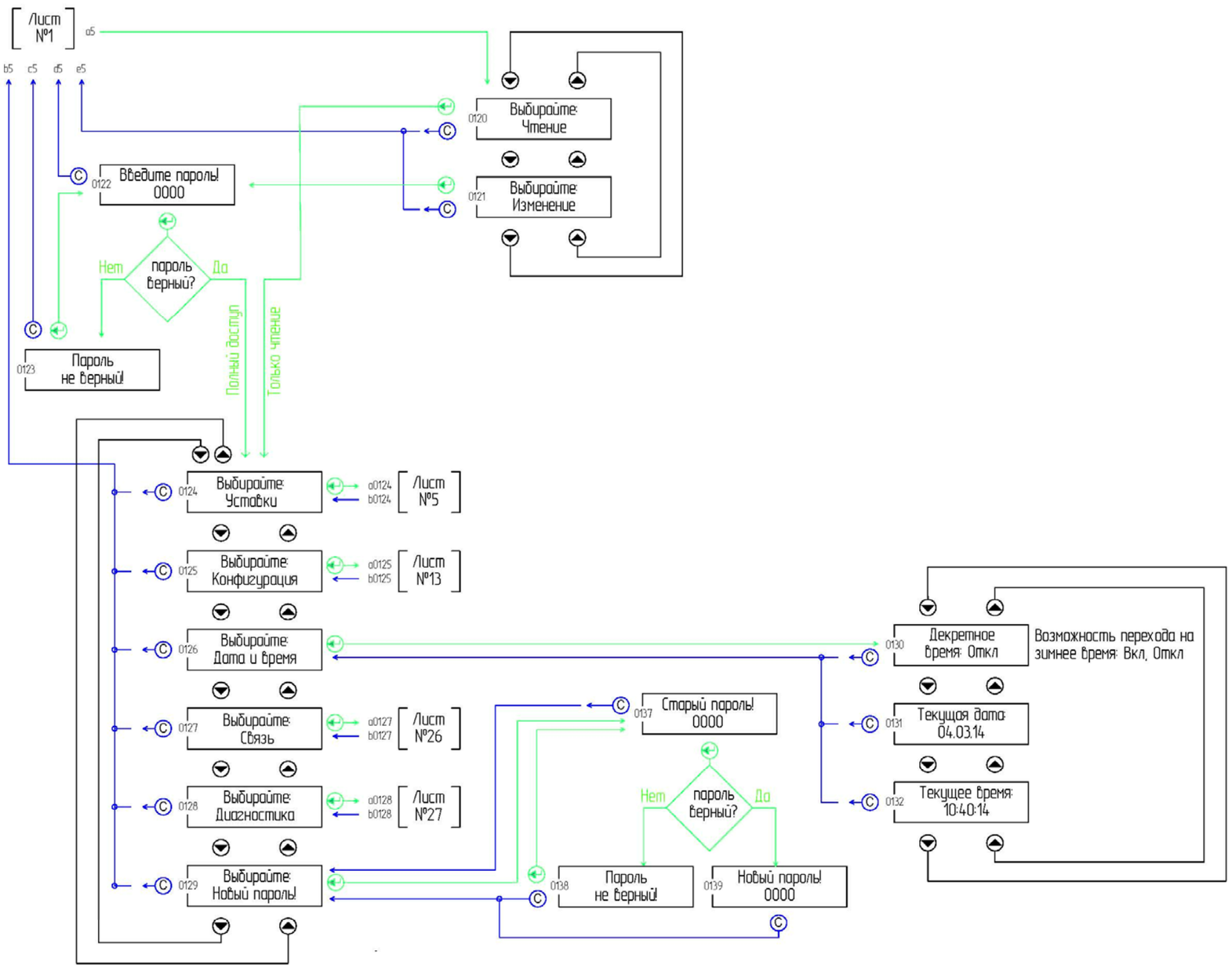

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Контроль»
Лист №1
0080 Станция/подст: (наименование)
Отображение названия станции/подстанции
0081 Присоединение: (наименование)
Отображение названия подстанции присоединения
0082 Номинальный ток: 5А
Отображение номинального тока см. по цифре А в коде заказа
0083 Сост. DI 01 – 11 10010100000
Отображение текущего состояния дискретных входов DI 01 – 11
0084 Сост. DI 12 – 22 10010100000
Отображение текущего состояния дискретных входов DI 12 – 22
0085 Сост. DI 23 – 33 10010100000
Отображение текущего состояния дискретных входов DI 23 – 33
0086 Сост. DI 34 – 44 10010100000
Отображение текущего состояния дискретных входов DI 34 – 44
0087 Сост. KL 01 – 10 1010100000
Отображение текущего состояния выходных реле KL 1 – 10
0088 Сост. KL 11 – 20 1010100000
Отображение текущего состояния выходных реле KL 11 – 20
0089 Сост. KL 21 – 30 1010100000
Отображение текущего состояния выходных реле KL 21 – 30
0090 Сост. KL 31 – 40 1010100000
Отображение текущего состояния выходных реле KL 31 – 40
0091 Группа уставок: 01
Отображение номера текущей группы уставок
0092 Дата: 23.04.10 Время: 20:12:13
Отображение текущей даты и времени
0093 Серийный №: 1120510
Отображение серийного номера устройства
0094 Код заказа: 524420001
Отображение кода заказа устройства
0095 Версия ПО CPU: 000.00
Отображение версии ПО CPU устройства
0096 Версия ПО AI: 000.00
Отображение версии ПО AI устройства
0097 Версия ПО PW: 000.00
Отображение версии ПО PW устройства
0098 Версия ПО COM: 000.00
Отображение версии ПО COM устройства
0099 Версия ПО DIx: 000.00
Отображение версии ПО DIOJ устройства, где x = 1..4
0100 Пуски Доп. ф-й: 00000000
0101 Работа Доп. ф-й: 00000000
0102 Пуски: 03, ЗН3 00000000000000
0103 Работа: 03, ЗН3 00000000000000
0104 Раб. у: 03, ЗН3 00000000000000
0105 Раб.03(1-8)в МТЗ 00000000
0106 Пуски: ОБР...БНН 00000000
0107 Работа:ОБР...АЧР 00000000
0108 Раб. у: ОБР, ЗН 0000
0109 Готовность АПВ1: Да
Отображение готовности АПВ1 (Да или Нет)
0110 Готовность АПВ2: Да
Отображение готовности АПВ2 (Да или Нет)
0111 Блокировки AI: 00000000
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 3
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.3

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «Настройки»



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 4

Копировал Формат А3

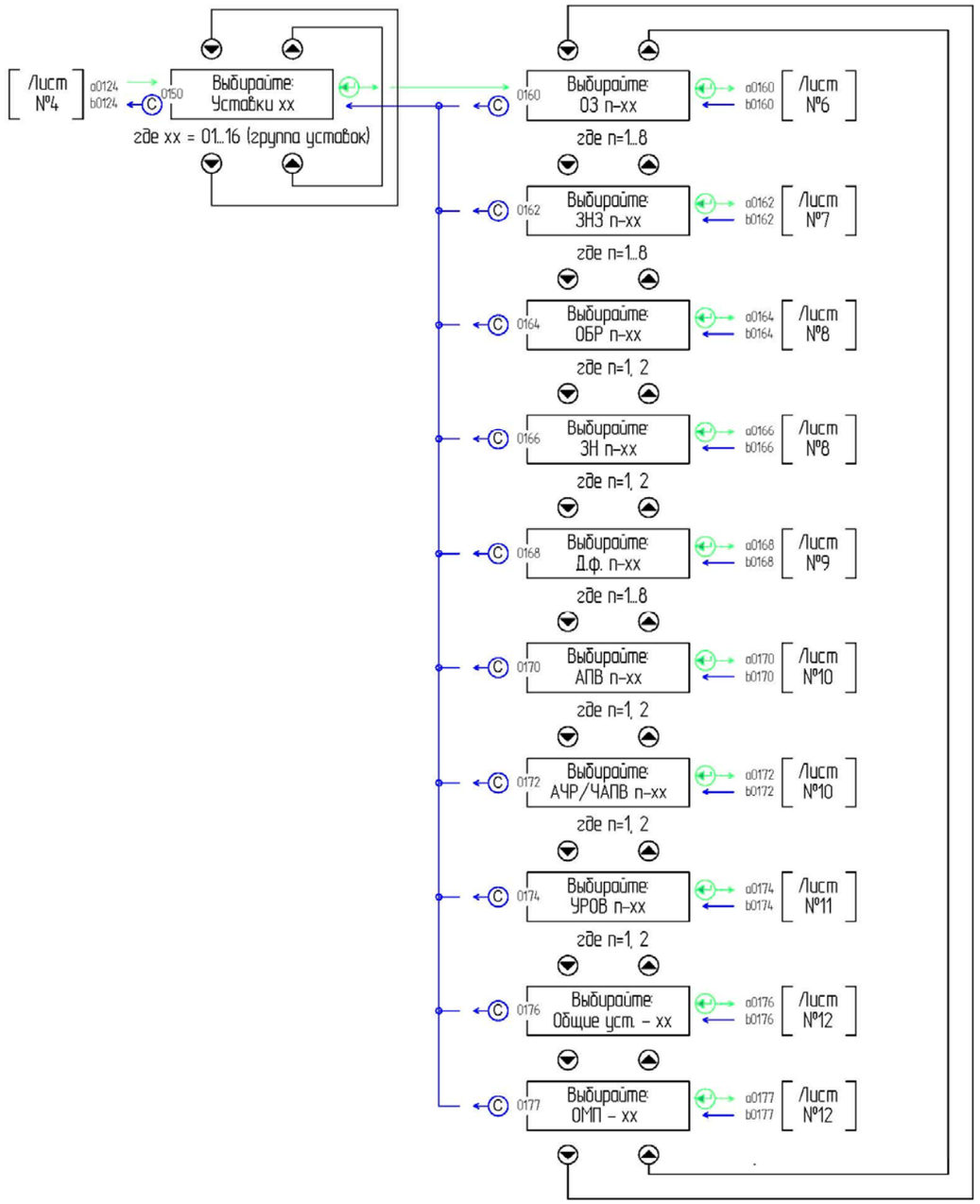
Рисунок Е.4

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «Уставки хх»



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 5

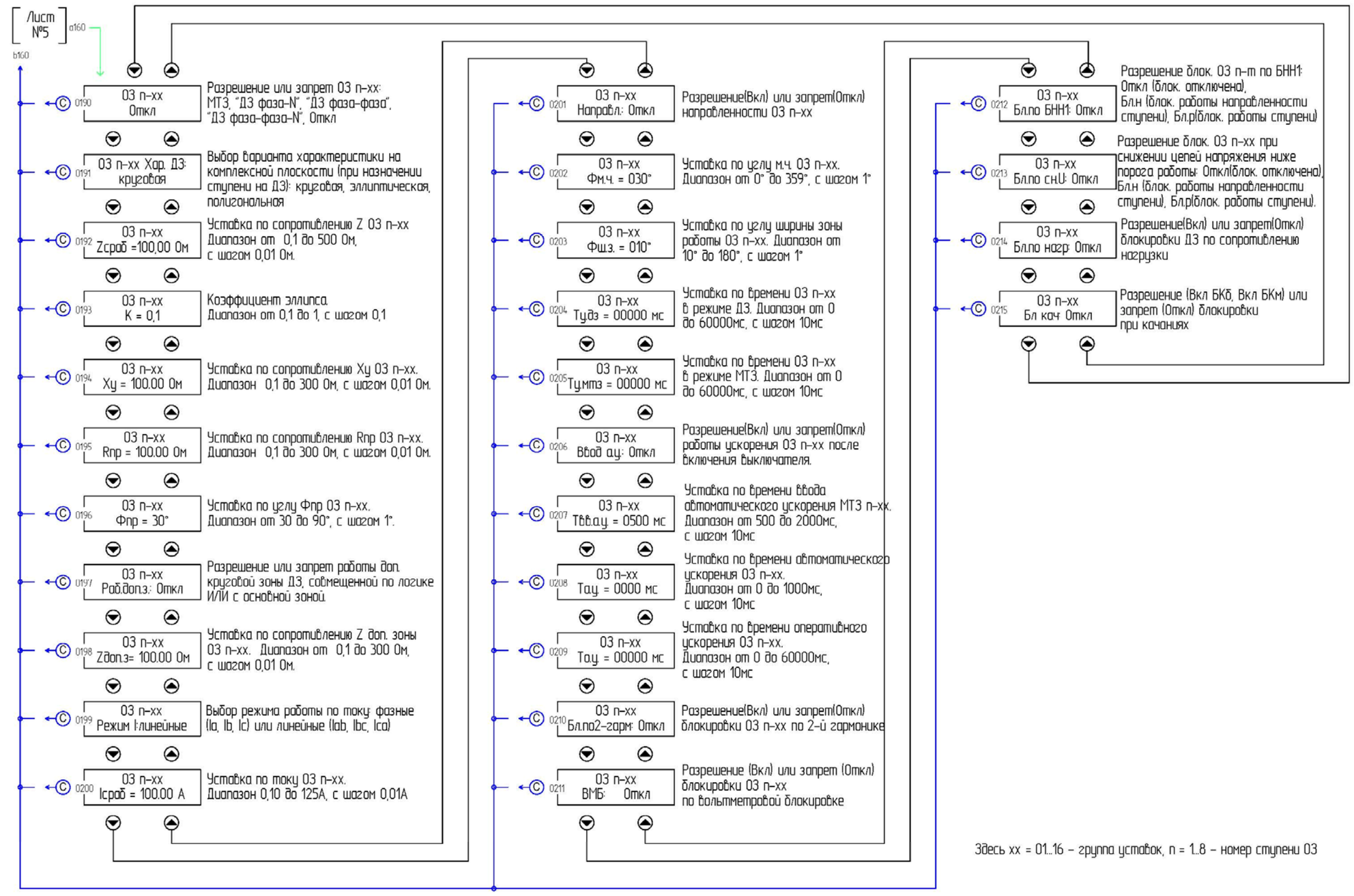
Копировал Формат А3

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Рисунок Е.5

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «ОЗ»



Здесь хх = 01..16 – группа уставок, п = 1..8 – номер ступени ОЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 6

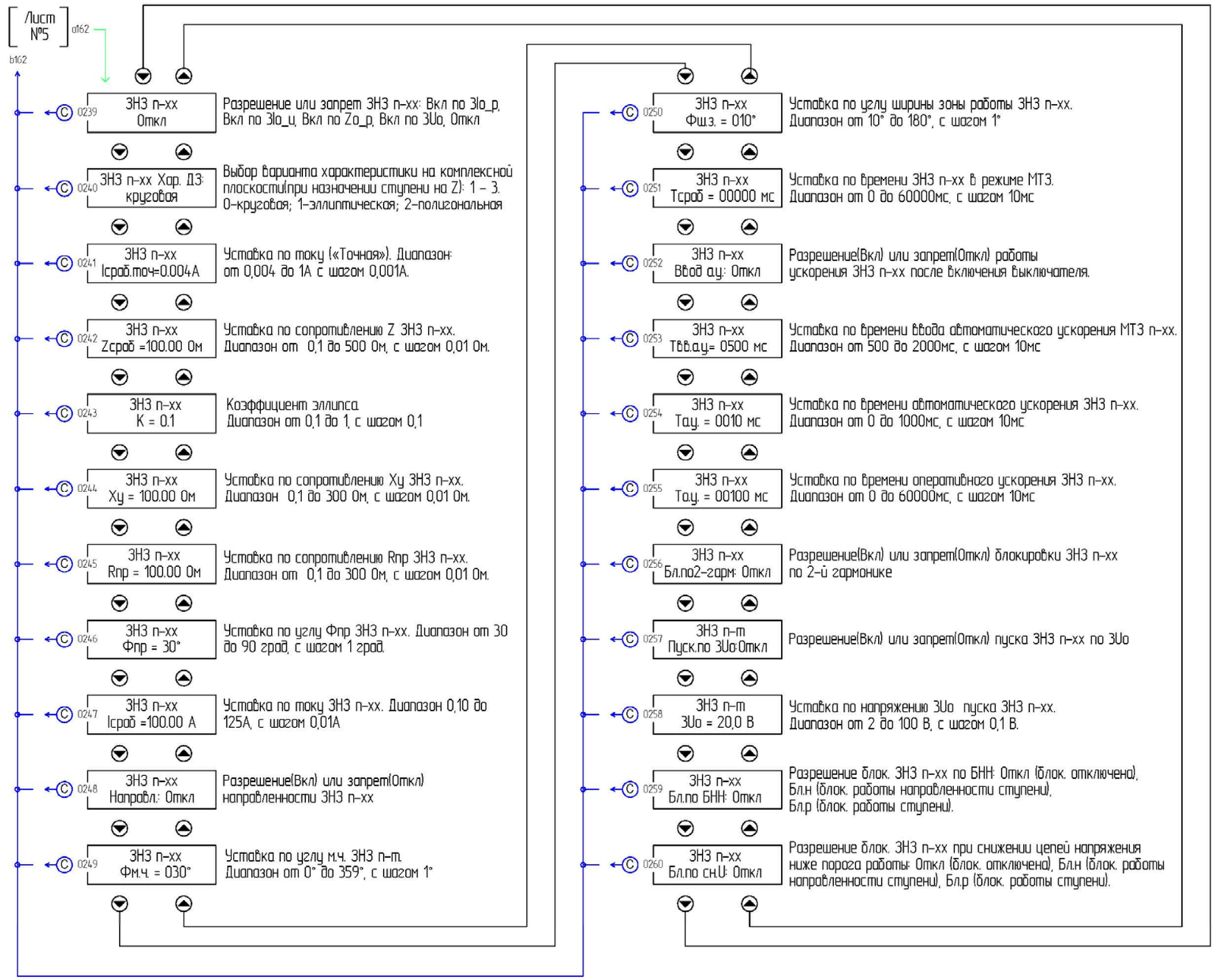
Копировал Формат А3

Рисунок Е.6

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл.

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «ЗНЗ»



Здесь xx = 01..16 – группа уставок, n = 1..8 – номер ступени ЗНЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 7

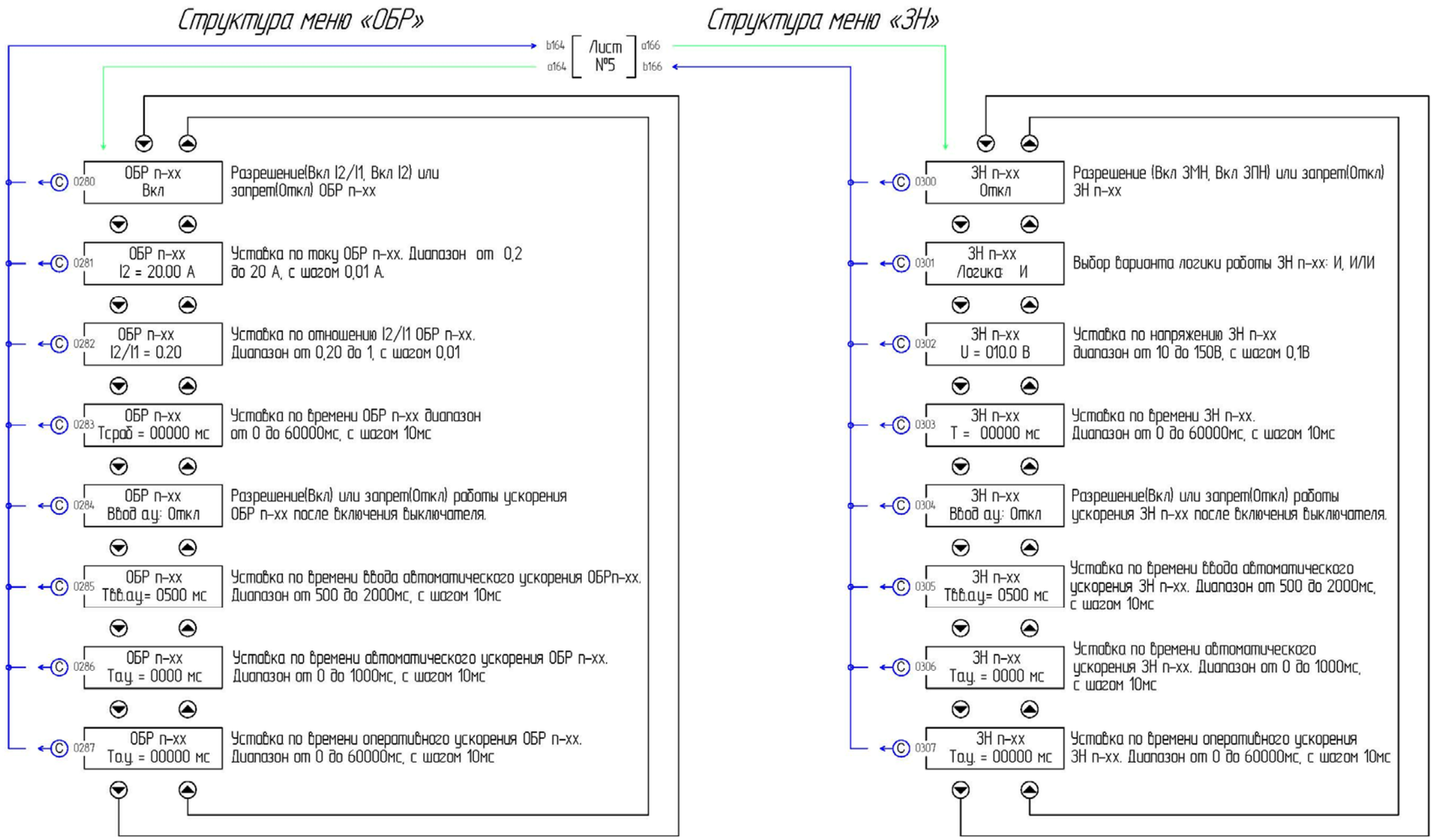
Копировал Формат А3

Рисунок Е.7

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.018 РЭ	Лист 224



Здесь xx = 01..16 – группа уставок, n = 1 или 2 – номер ступени ОБР и ЗН

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 8

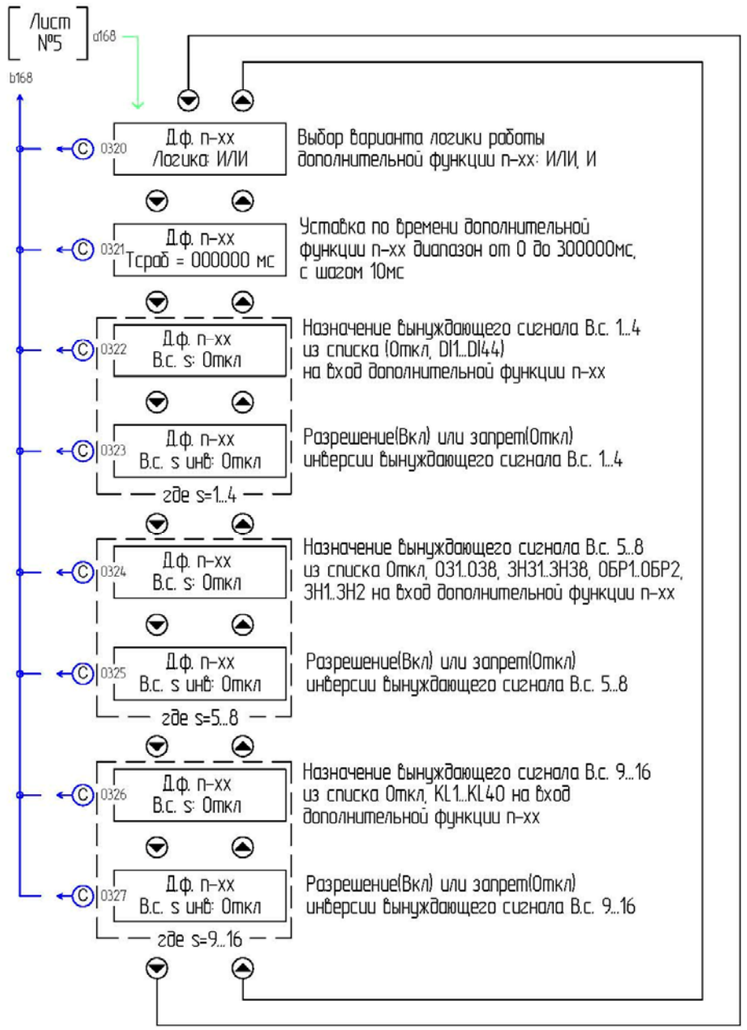
Копировал Формат А3

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Рисунок Е.8

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «Дополнительной функции – Д.ф.»



Здесь xx = 01...16 – группа уставок, n = 1...8 – номер ступени Д.ф.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 9

Копировал Формат А3

Рисунок Е.9

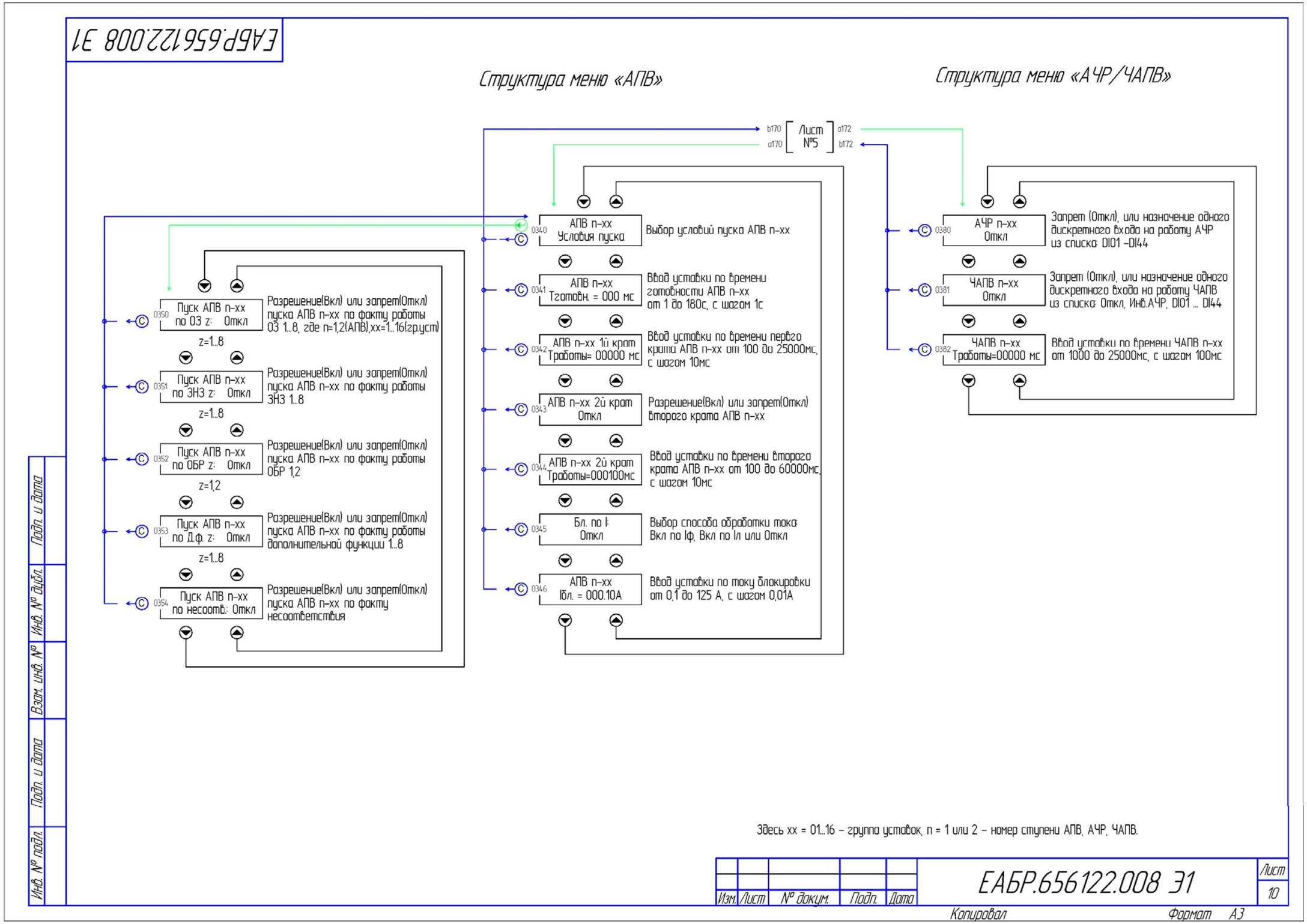
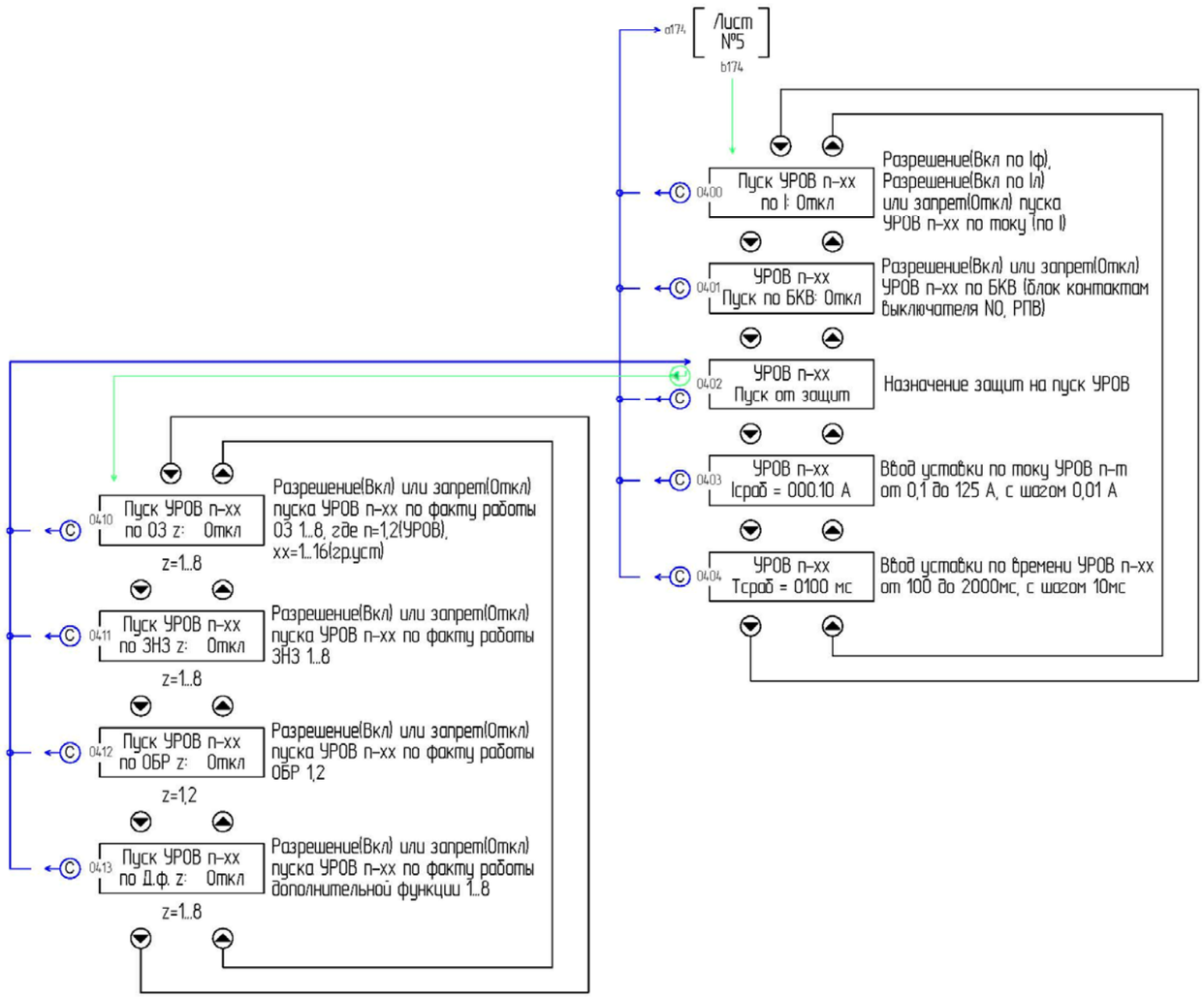

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «АПВ»
Структура меню «АЧР/ЧАПВ»
b170 a170 Лист №5 a172 b172
0340 АПВ n-xx Условия пуска
Выбор условий пуска АПВ n-xx
0341 АПВ n-xx Tготовн. = 000 мс
Ввод уставки по времени готовности АПВ n-xx от 1 до 180с, с шагом 1с
0342 АПВ n-xx 1й крат Tработы= 00000 мс
Ввод уставки по времени первго крата АПВ n-xx от 100 до 25000мс, с шагом 10мс
0343 АПВ n-xx 2й крат Откл
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл) второго крата АПВ n-xx
0344 АПВ n-xx 2й крат Tработы=000100мс
Ввод уставки по времени второго крата АПВ n-xx от 100 до 60000мс, с шагом 10мс
0345 Бл. по I: Откл
Выбор способа обработки тока: Вкл по Iф, Вкл по Iл или Откл
0346 АПВ n-xx Iбл. = 000.10A
Ввод уставки по току блокировки от 0,1 до 125 А, с шагом 0,01А
0350 Пуск АПВ n-xx по ОЗ z: Откл
z=1...8
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл) пуска АПВ n-xx по факту работы ОЗ 1...8, где n=1,2(АПВ),xx=1...16(гр.уст)
0351 Пуск АПВ n-xx по ЗНЗ z: Откл
z=1...8
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл) пуска АПВ n-xx по факту работы ЗНЗ 1...8
0352 Пуск АПВ n-xx по ОБР z: Откл
z=1,2
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл) пуска АПВ n-xx по факту работы ОБР 1,2
0353 Пуск АПВ n-xx по Д.ф. z: Откл
z=1...8
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл) пуска АПВ n-xx по факту работы дополнительной функции 1...8
0354 Пуск АПВ n-xx по несоотв.: Откл
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл) пуска АПВ n-xx по факту несоответствия
0380 АЧР n-xx Откл
Запрет (Откл), или назначение одного дискретного входа на работу АЧР из списка: DI01 -DI44
0381 ЧАПВ n-xx Откл
Запрет (Откл), или назначение одного дискретного входа на работу ЧАПВ из списка: Откл, Инв.АЧР, DI01 ... DI44
0382 ЧАПВ n-xx Tработы=00000 мс
Ввод уставки по времени ЧАПВ n-xx от 1000 до 25000мс, с шагом 100мс
Здесь xx = 01...16 – группа уставок, n = 1 или 2 – номер ступени АПВ, АЧР, ЧАПВ.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 10
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.10

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «УРОВ»



Здесь xx = 01..16 – группа уставок, n = 1 или 2 – номер ступени УРОВ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 11

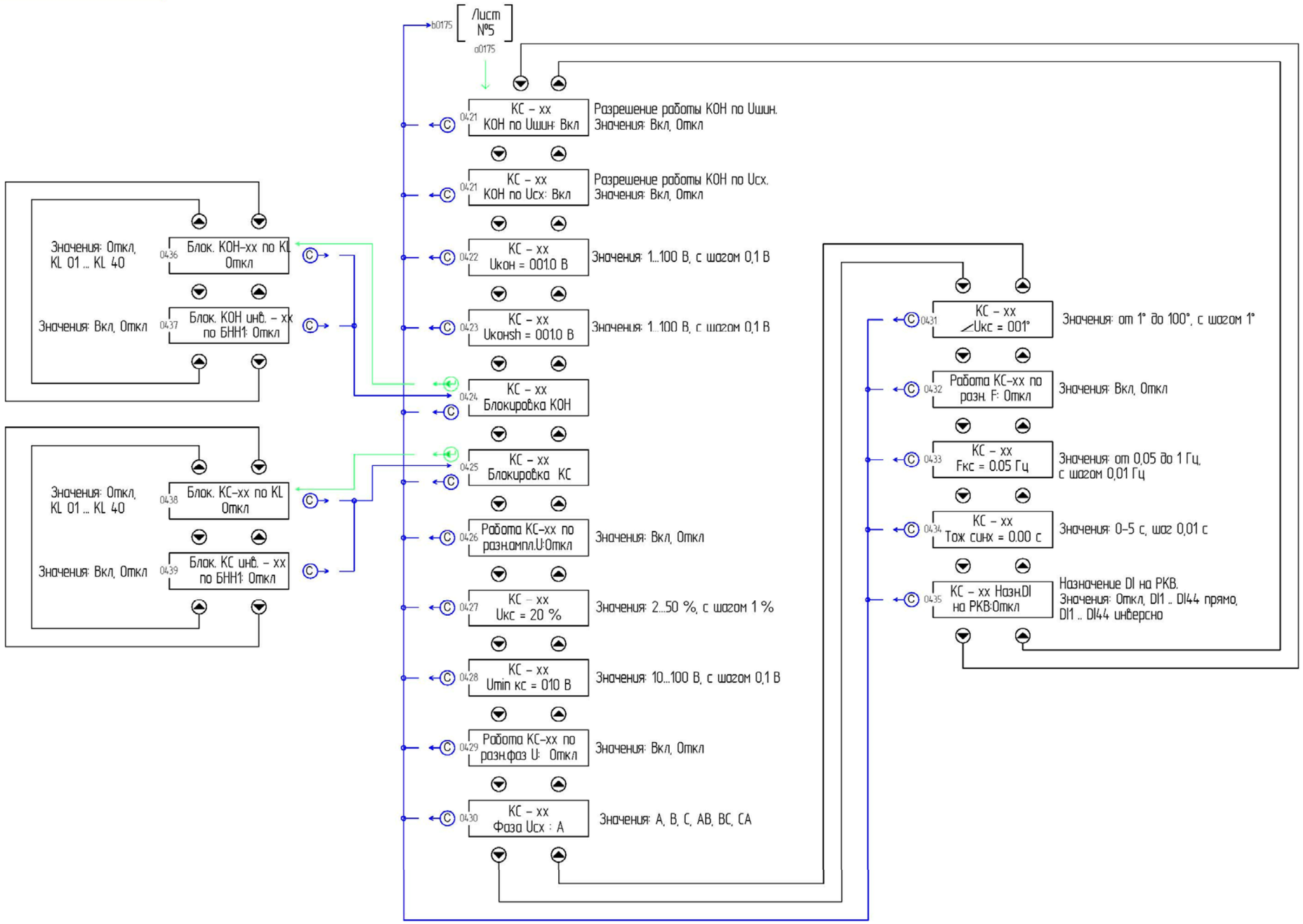
Копировал Формат А3

Рисунок Е.11

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Структура меню «КС»

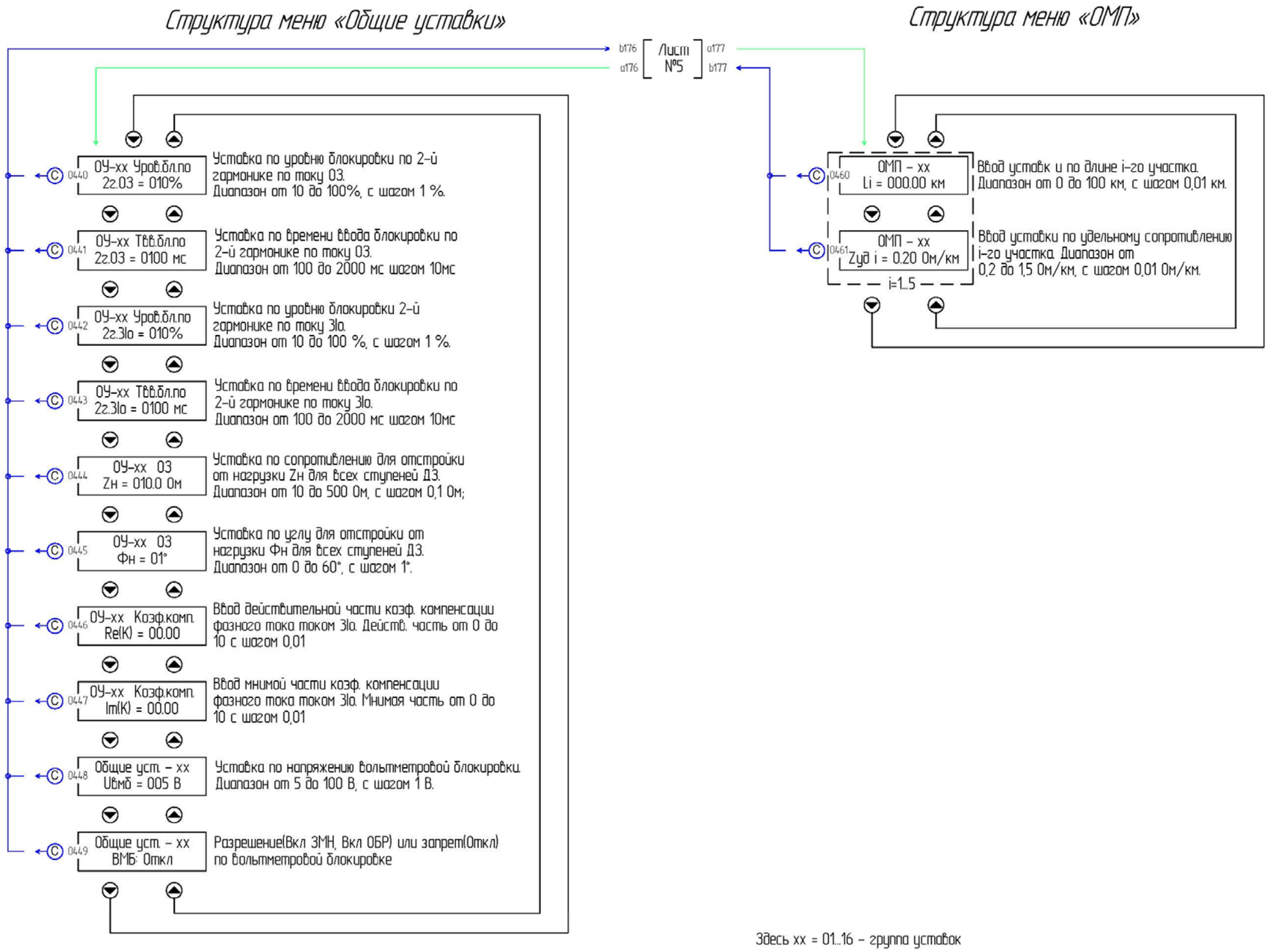


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 12

Копировал Формат А3

Рисунок Е.12

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.



Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 13

Копировал Формат А3

Рисунок Е.13

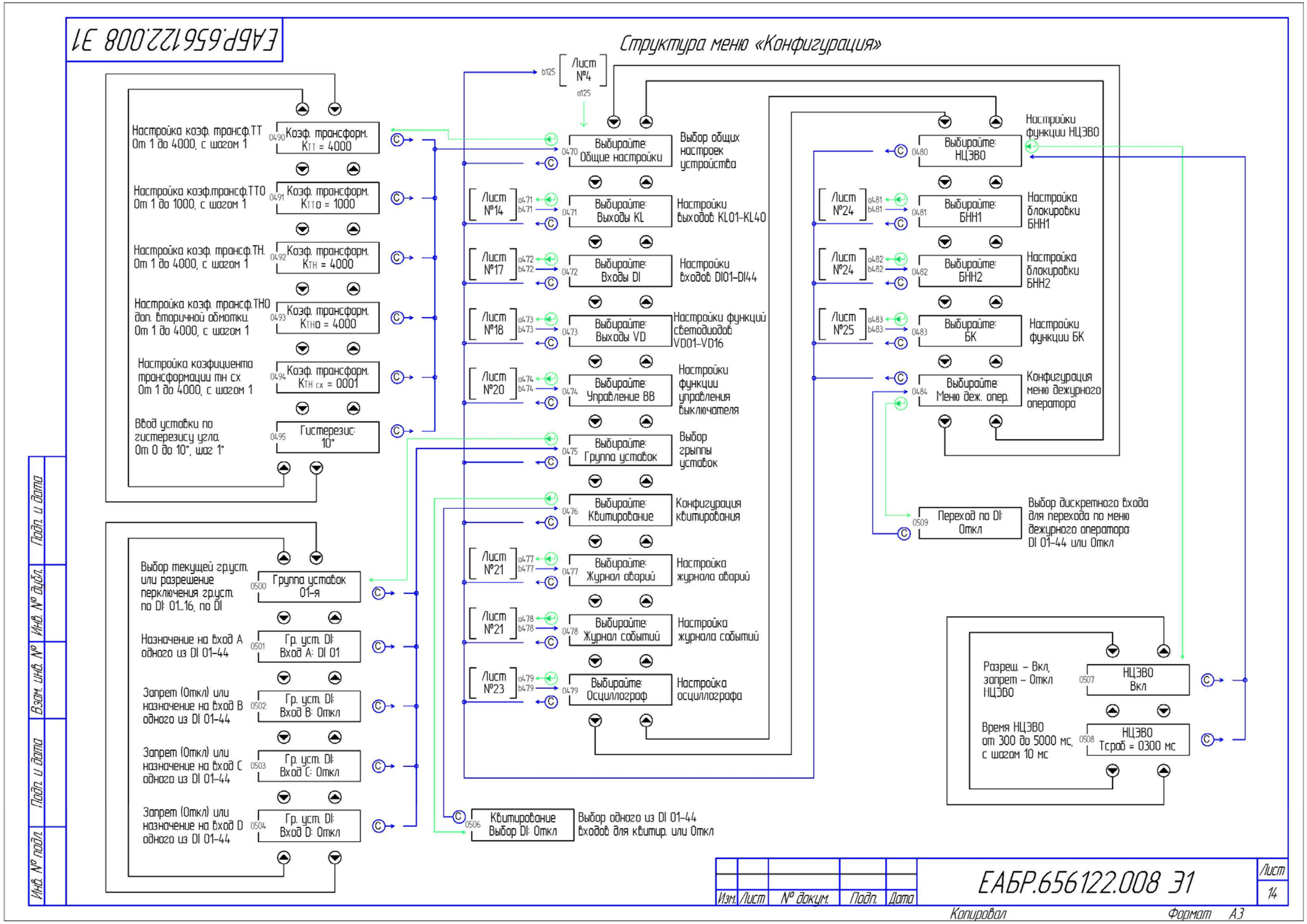
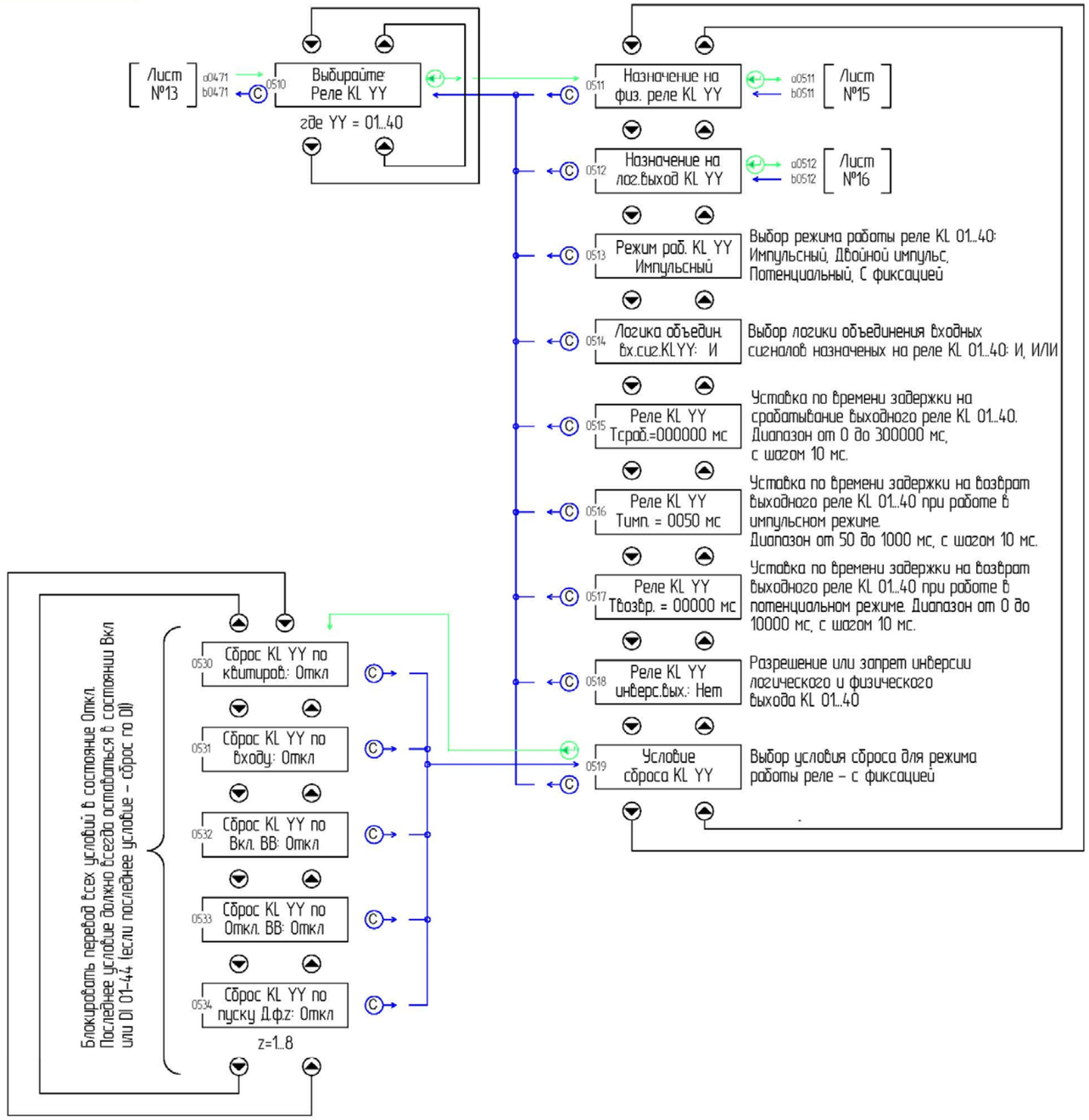

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Конфигурация»
Настройка коэф. трансф.ТТ От 1 до 4000, с шагом 1
0490 Коэф. трансформ. Kтт = 4000
Настройка коэф.трансф.ТТО От 1 до 1000, с шагом 1
0491 Коэф. трансформ. Kтто = 1000
Настройка коэф. трансф.ТН. От 1 до 4000, с шагом 1
0492 Коэф. трансформ. Kтн = 4000
Настройка коэф. трансф.ТНО доп. вторичной обмотки. От 1 до 4000, с шагом 1
0493 Коэф. трансформ. Kтно = 4000
Настройка коэфициента трансформации тн сх От 1 до 4000, с шагом 1
0494 Коэф. трансформ. Kтн сх = 0001
Ввод уставки по гистерезису угла. От 0 до 10°, шаг 1°
0495 Гистерезис: 10°
Выбор текущей гр.уст. или разрешение перключения гр.уст. по DI: 01..16, по DI
0500 Группа уставок 01-я
Назначение на вход A одного из DI 01-44
0501 Гр. уст. DI: Вход A: DI 01
Запрет (Откл) или назначение на вход B одного из DI 01-44
0502 Гр. уст. DI: Вход B: Откл
Запрет (Откл) или назначение на вход C одного из DI 01-44
0503 Гр. уст. DI: Вход C: Откл
Запрет (Откл) или назначение на вход D одного из DI 01-44
0504 Гр. уст. DI: Вход D: Откл
Лист №4
b125
a125
0470 Выбирайте: Общие настройки
Выбор общих настроек устройства
Лист №14
0471 Выбирайте: Выходы KL
Настройки выходов KL01-KL40
Лист №17
0472 Выбирайте: Входы DI
Настройки входов DI01-DI44
Лист №18
0473 Выбирайте: Выходы VD
Настройки функций светодиодов VD01-VD16
Лист №20
0474 Выбирайте: Управление ВВ
Настройки функции управления выключателя
0475 Выбирайте: Группа уставок
Выбор группы уставок
0476 Выбирайте: Квитирование
Конфигурация квитирования
Лист №21
0477 Выбирайте: Журнал аварий
Настройка журнала аварий
Лист №21
0478 Выбирайте: Журнал событий
Настройка журнала событий
Лист №23
0479 Выбирайте: Осциллограф
Настройка осциллографа
0506 Квитирование Выбор DI: Откл
Выбор одного из DI 01-44 входов для квитир. или Откл
0480 Выбирайте: НЦЭВО
Настройки функции НЦЭВО
Лист №24
0481 Выбирайте: БНН1
Настройка блокировки БНН1
Лист №24
0482 Выбирайте: БНН2
Настройка блокировки БНН2
Лист №25
0483 Выбирайте: БК
Настройки функции БК
0484 Выбирайте: Меню деж. опер.
Конфигурация меню дежурного оператора
0509 Переход по DI: Откл
Выбор дискретного входа для перехода по меню дежурного оператора: DI 01-44 или Откл
Разреш. - Вкл, запрет - Откл НЦЭВО
0507 НЦЭВО Вкл
Время НЦЭВО от 300 до 5000 мс, с шагом 10 мс
0508 НЦЭВО Tсраб = 0300 мс
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 14
Копировал
Формат А3
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Подп. и дата
Инв. № подл.

Рисунок Е.14

Структура меню «Настройки выходов KL01...KL40»



В окнах 530, 532–535 изменяемый параметр может принимать значения Вкл или Откл.
В окне 531 изменяемый параметр может принимать значения – DI01 ... DI44, Откл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 15

Копировал Формат А3

Рисунок Е.15

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл

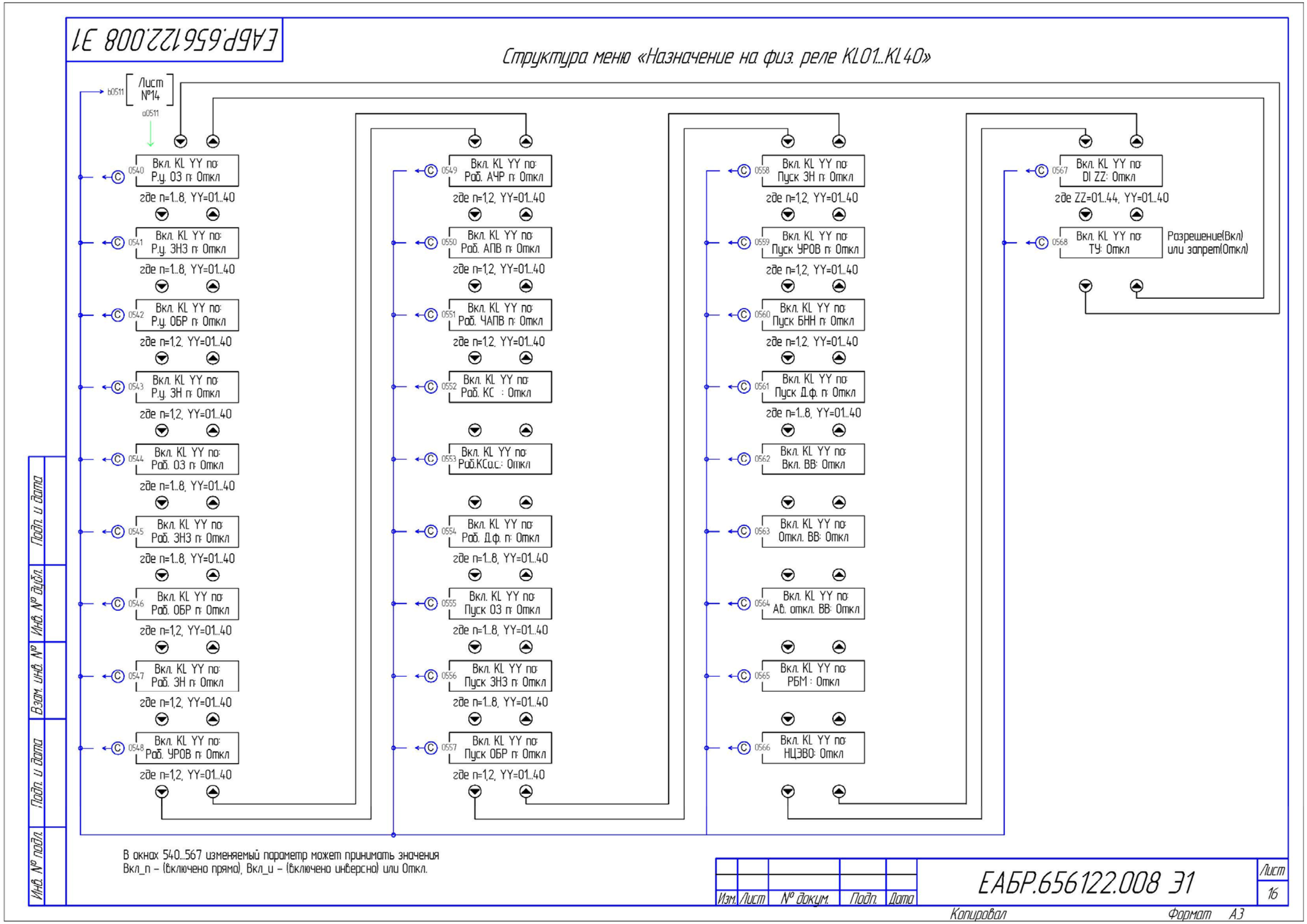
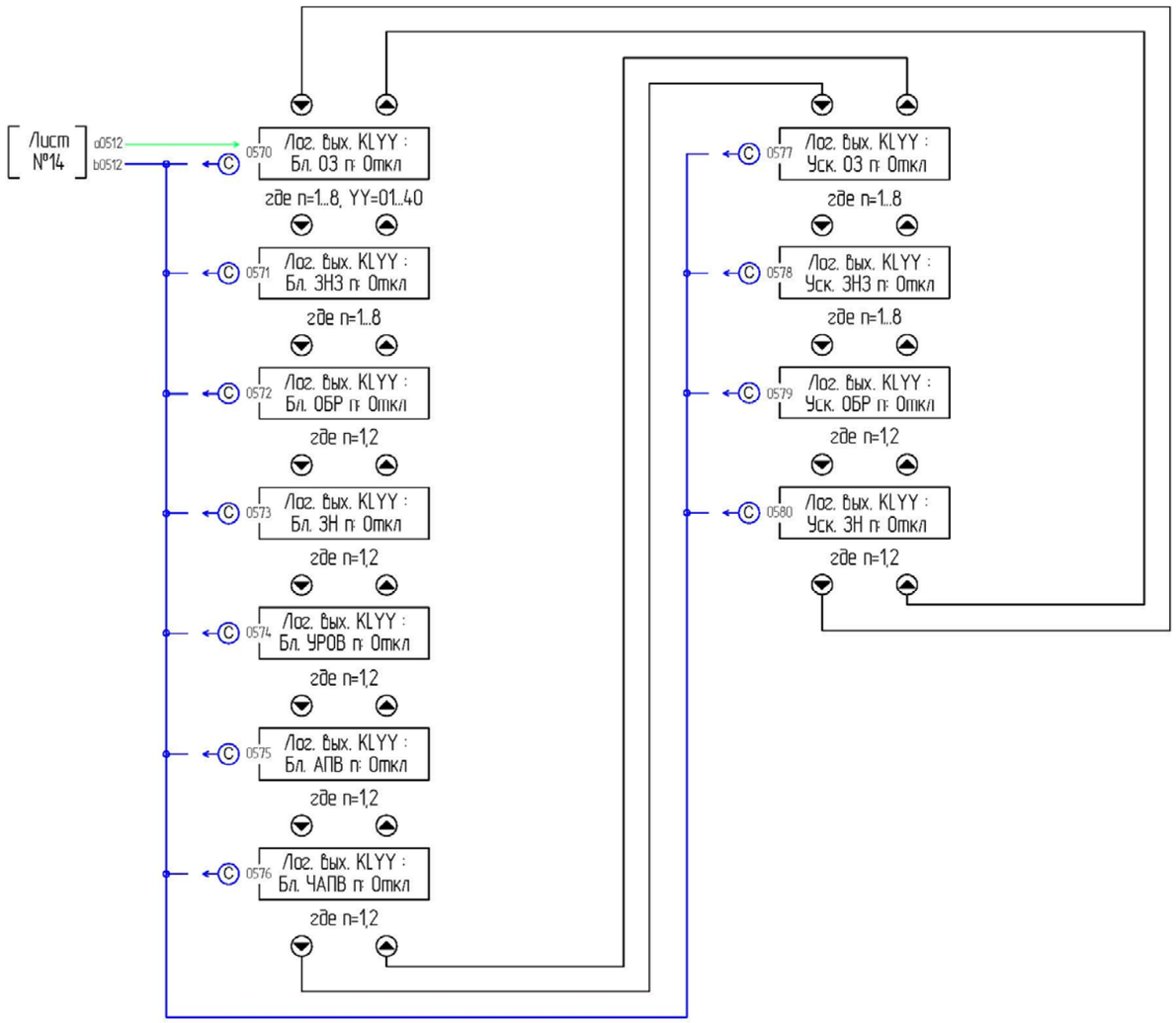

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Назначение на физ. реле KL01...KL40»
Лист №14
b0511
a0511
0540 Вкл. KL YY по: Р.у. О3 n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0541 Вкл. KL YY по: Р.у. ЗНЗ n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0542 Вкл. KL YY по: Р.у. ОБР n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0543 Вкл. KL YY по: Р.у. ЗН n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0544 Вкл. KL YY по: Раб. О3 n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0545 Вкл. KL YY по: Раб. ЗНЗ n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0546 Вкл. KL YY по: Раб. ОБР n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0547 Вкл. KL YY по: Раб. ЗН n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0548 Вкл. KL YY по: Раб. УРОВ n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0549 Вкл. KL YY по: Раб. АЧР n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0550 Вкл. KL YY по: Раб. АПВ n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0551 Вкл. KL YY по: Раб. ЧАПВ n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0552 Вкл. KL YY по: Раб. КС : Откл
0553 Вкл. KL YY по: Раб.КСа.с.: Откл
0554 Вкл. KL YY по: Раб. Д.ф. n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0555 Вкл. KL YY по: Пуск О3 n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0556 Вкл. KL YY по: Пуск ЗНЗ n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0557 Вкл. KL YY по: Пуск ОБР n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0558 Вкл. KL YY по: Пуск ЗН n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0559 Вкл. KL YY по: Пуск УРОВ n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0560 Вкл. KL YY по: Пуск БНН n: Откл
где n=1,2, YY=01..40
0561 Вкл. KL YY по: Пуск Д.ф. n: Откл
где n=1..8, YY=01..40
0562 Вкл. KL YY по: Вкл. ВВ: Откл
0563 Вкл. KL YY по: Откл. ВВ: Откл
0564 Вкл. KL YY по: Ав. откл. ВВ: Откл
0565 Вкл. KL YY по: РБМ : Откл
0566 Вкл. KL YY по: НЦЭВО: Откл
0567 Вкл. KL YY по: DI ZZ: Откл
где ZZ=01..44, YY=01..40
0568 Вкл. KL YY по: ТУ: Откл
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл)
В окнах 540..567 изменяемый параметр может принимать значения Вкл_п – (включено прямо), Вкл_и – (включено инверсно) или Откл.
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 16
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.16

Структура меню «Назначение на лог.выход KL01...KL40»



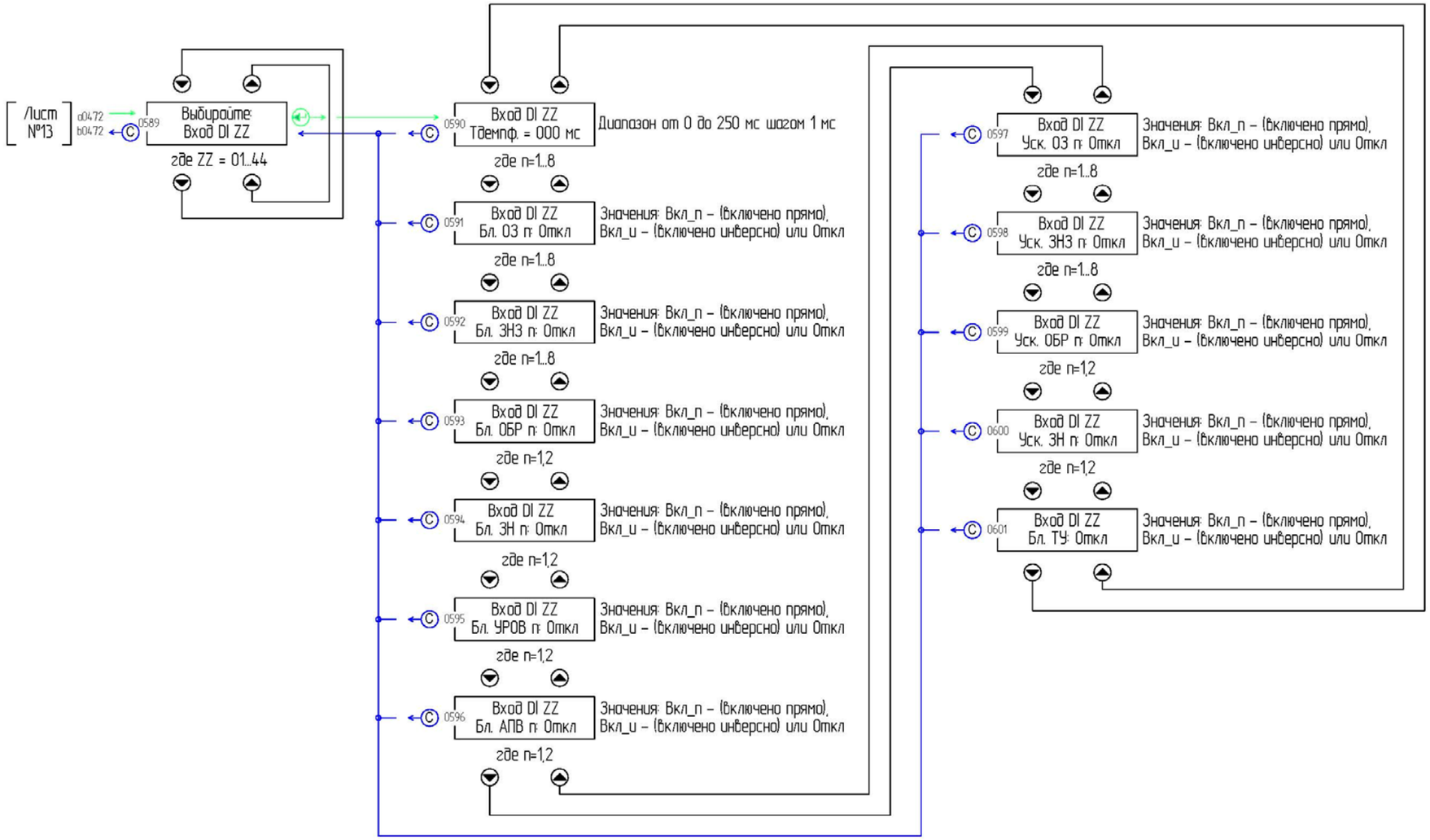
В окнах 570...582 изменяемый параметр может принимать значения Вкл или Откл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 17

Копировал Формат А3

Рисунок Е.17

Структура меню «Настройки входов DI 01...44»



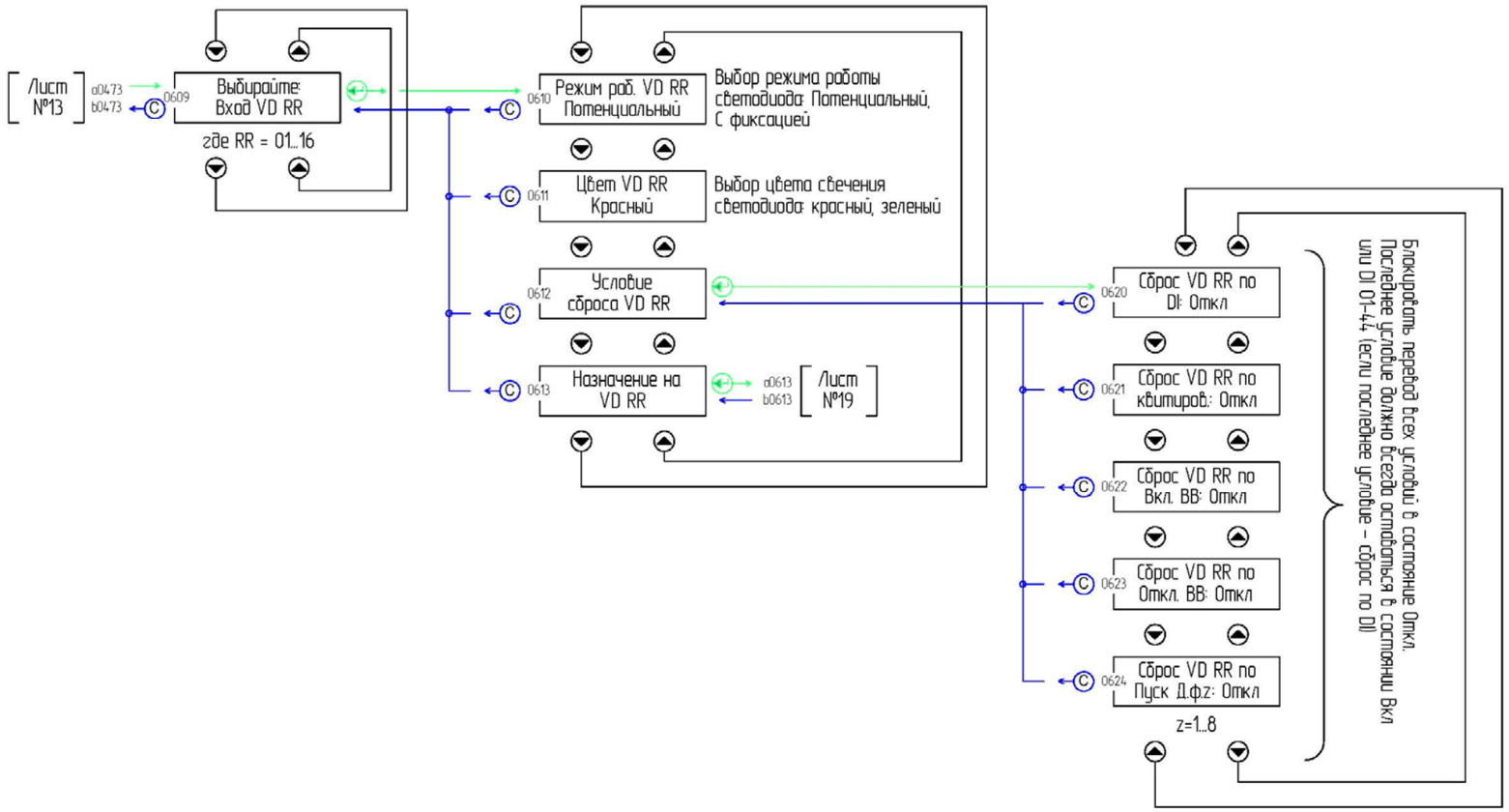
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 18

Копировал Формат А3

Рисунок Е.18

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «Настройки функций светодиодов VD 01...16»



В окне 620 изменяемый параметр может принимать значения: DI01...DI44, Откл.
В окнах 621–624 изменяемый параметр может принимать значения: Вкл или Откл.

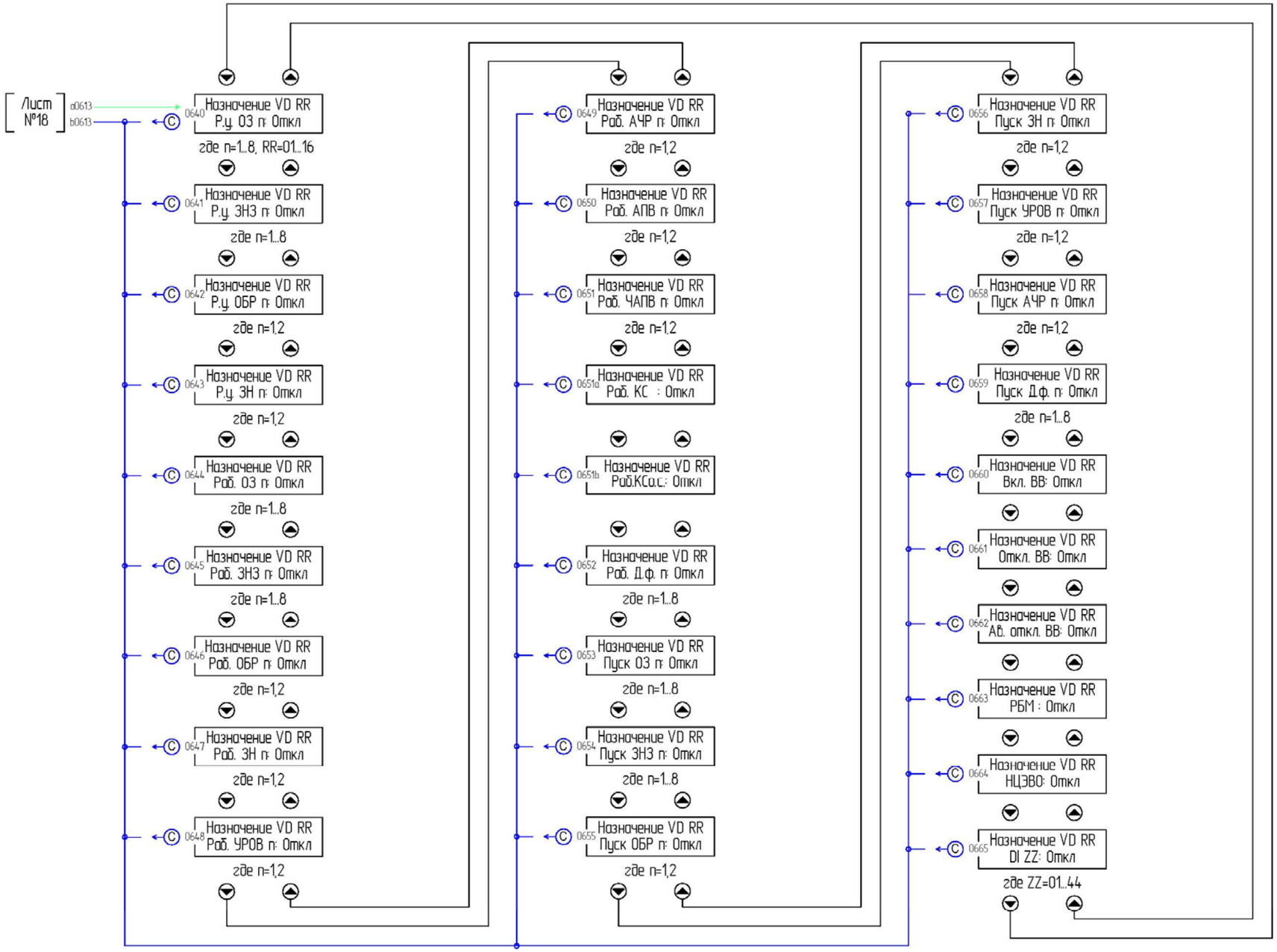
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 19

Копировал Формат А3

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Рисунок Е.19

Структура меню «Назначение на VD 01...16»



В окнах 640...665 изменяемый параметр может принимать значения Вкл_п – (включено прямо), Вкл_и – (включено инверсно) или Откл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 20

Копировал Формат А3

Рисунок Е.20

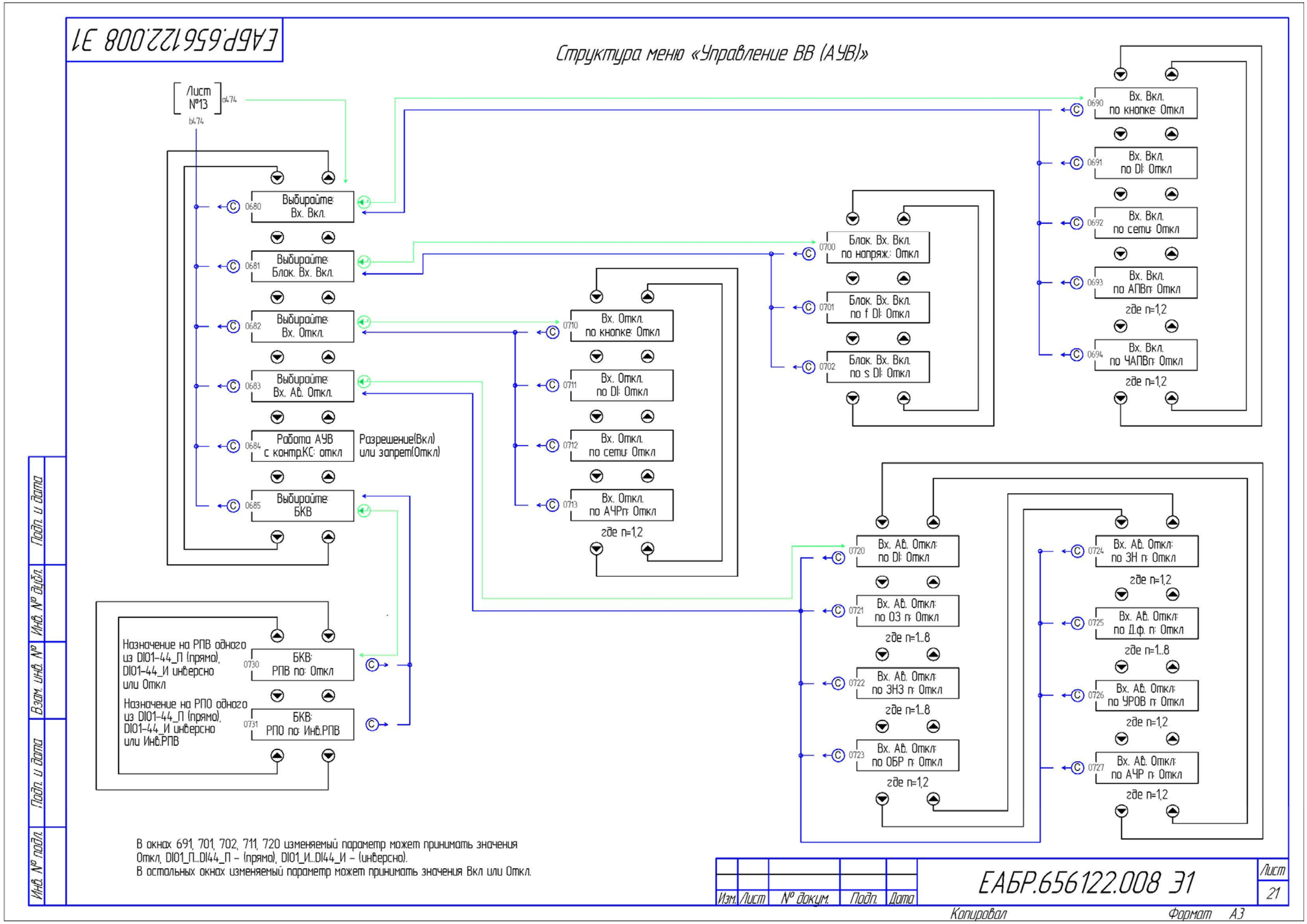

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Управление ВВ (АУВ)»
Лист №13
Выбирайте: Вх. Вкл.
Выбирайте: Блок. Вх. Вкл.
Выбирайте: Вх. Откл.
Выбирайте: Вх. АВ. Откл.
Работа АУВ с контр.КС: откл
Разрешение(Вкл) или запрет(Откл)
Выбирайте: БКВ
Назначение на РПВ одного из DI01-44_П (прямо), DI01-44_И инверсно или Откл
БКВ: РПВ по: Откл
Назначение на РПО одного из DI01-44_П (прямо), DI01-44_И инверсно или Инв.РПВ
БКВ: РПО по: Инв.РПВ
Вх. Откл. по кнопке: Откл
Вх. Откл. по DI: Откл
Вх. Откл. по сети: Откл
Вх. Откл. по АЧРn: Откл
где n=1,2
Блок. Вх. Вкл. по напряж.: Откл
Блок. Вх. Вкл. по f DI: Откл
Блок. Вх. Вкл. по s DI: Откл
Вх. Вкл. по кнопке: Откл
Вх. Вкл. по DI: Откл
Вх. Вкл. по сети: Откл
Вх. Вкл. по АПВn: Откл
Вх. Вкл. по ЧАПВn: Откл
Вх. АВ. Откл: по DI: Откл
Вх. АВ. Откл: по ОЗ n: Откл
где n=1..8
Вх. АВ. Откл: по ЗНЗ n: Откл
Вх. АВ. Откл: по ОБР n: Откл
Вх. АВ. Откл: по ЗН n: Откл
Вх. АВ. Откл: по Д.ф. n: Откл
Вх. АВ. Откл: по УРОВ n: Откл
Вх. АВ. Откл: по АЧР n: Откл
В окнах 691, 701, 702, 711, 720 изменяемый параметр может принимать значения Откл, DI01_П...DI44_П – (прямо), DI01_И...DI44_И – (инверсно).
В остальных окнах изменяемый параметр может принимать значения Вкл или Откл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 21
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.21

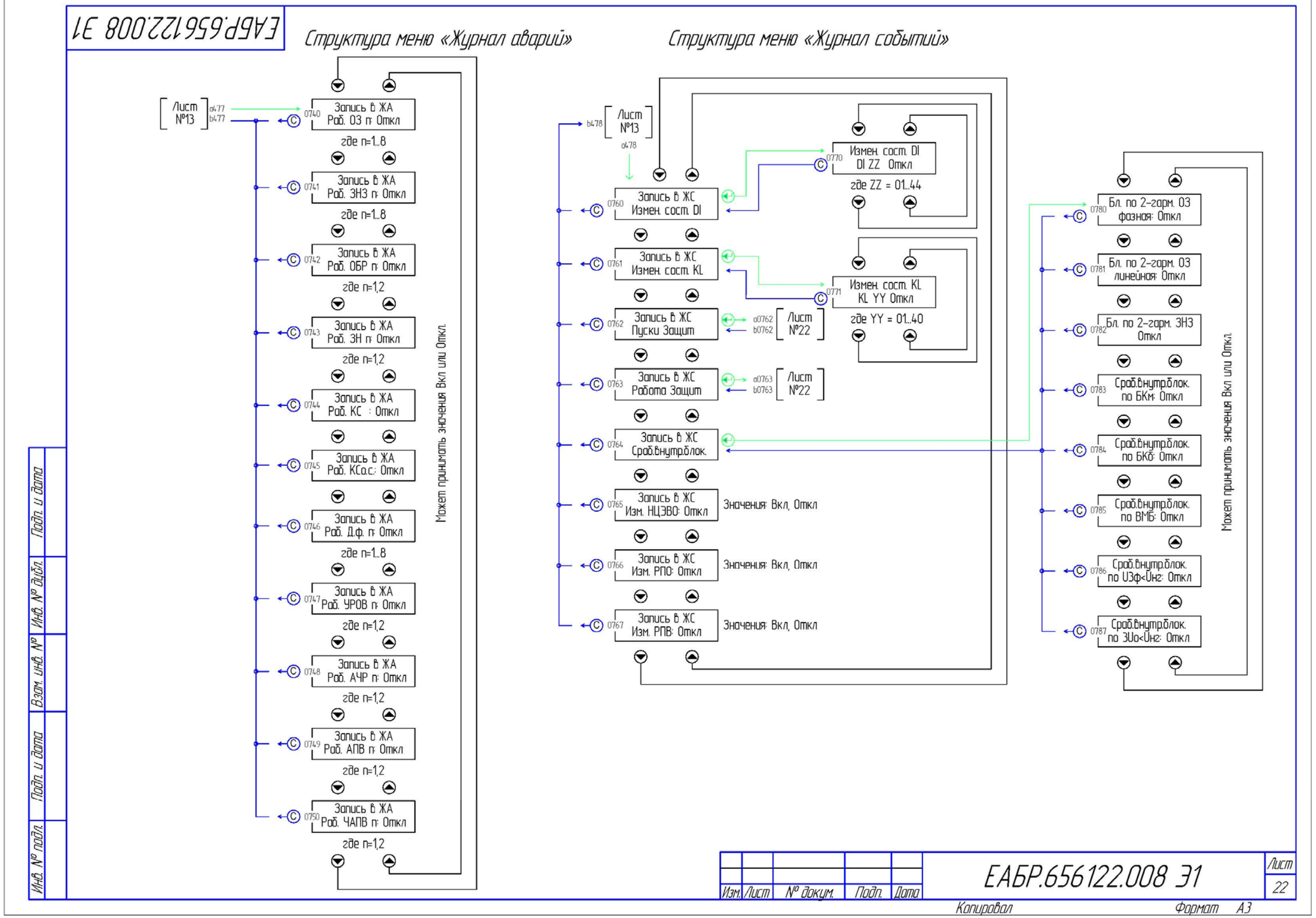

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Журнал аварий»
Структура меню «Журнал событий»
Лист №13
Запись в ЖА Раб. ОЗ n: Откл
где n=1..8
Запись в ЖА Раб. ЗНЗ n: Откл
где n=1..8
Запись в ЖА Раб. ОБР n: Откл
где n=1,2
Запись в ЖА Раб. ЗН n: Откл
где n=1,2
Запись в ЖА Раб. КС : Откл
Запись в ЖА Раб. КСо.с.: Откл
Запись в ЖА Раб. Д.ф. n: Откл
где n=1..8
Запись в ЖА Раб. УРОВ n: Откл
где n=1,2
Запись в ЖА Раб. АЧР n: Откл
где n=1,2
Запись в ЖА Раб. АПВ n: Откл
где n=1,2
Запись в ЖА Раб. ЧАПВ n: Откл
где n=1,2
Может принимать значения Вкл или Откл.
Лист №13
Запись в ЖС Измен. сост. DI
Измен. сост. DI DI ZZ Откл
где ZZ = 01..44
Запись в ЖС Измен. сост. KL
Измен. сост. KL KL YY Откл
где YY = 01..40
Запись в ЖС Пуски Защит
Лист №22
Запись в ЖС Работа Защит
Лист №22
Запись в ЖС Сраб.внутр.блок.
Запись в ЖС Изм. НЦЭВО: Откл
Значения: Вкл, Откл
Запись в ЖС Изм. РПО: Откл
Значения: Вкл, Откл
Запись в ЖС Изм. РПВ: Откл
Значения: Вкл, Откл
Бл. по 2-гарм. ОЗ фазная: Откл
Бл. по 2-гарм. ОЗ линейная: Откл
Бл. по 2-гарм. ЗНЗ Откл
Сраб.внутр.блок. по БКм: Откл
Сраб.внутр.блок. по БКб: Откл
Сраб.внутр.блок. по ВМБ: Откл
Сраб.внутр.блок. по UЗф<Uнг: Откл
Сраб.внутр.блок. по 3Uo<Uнг: Откл
Может принимать значения Вкл или Откл.
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 22
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.22

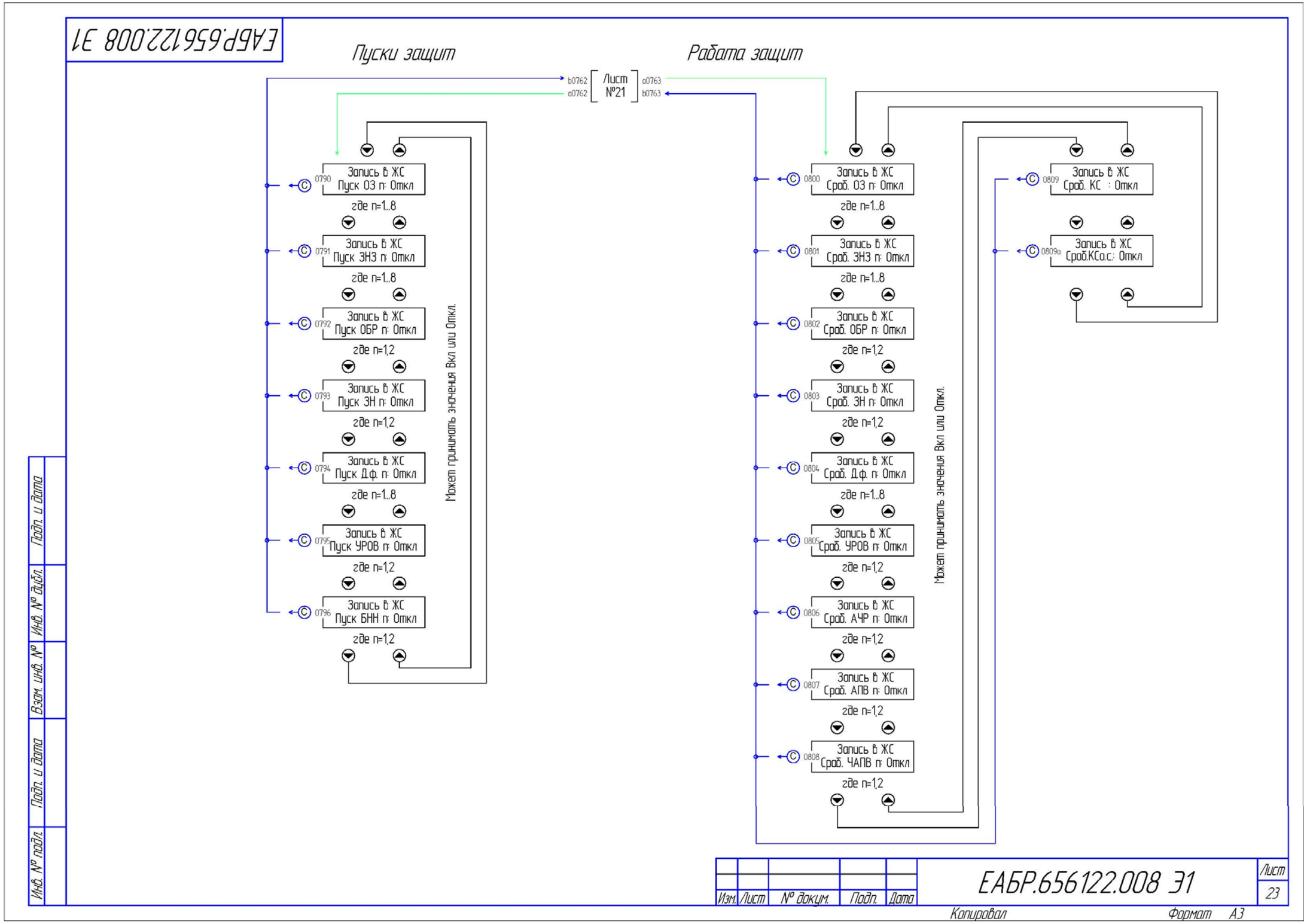

ЕАБР.656122.008 Э1
Пуски защит
Работа защит
b0762
a0762
Лист №21
a0763
b0763
0790 Запись в ЖС Пуск ОЗ n: Откл
где n=1..8
0791 Запись в ЖС Пуск ЗНЗ n: Откл
где n=1..8
0792 Запись в ЖС Пуск ОБР n: Откл
где n=1,2
0793 Запись в ЖС Пуск ЗН n: Откл
где n=1,2
0794 Запись в ЖС Пуск Д.ф. n: Откл
где n=1..8
0795 Запись в ЖС Пуск УРОВ n: Откл
где n=1,2
0796 Запись в ЖС Пуск БНН n: Откл
где n=1,2
Может принимать значения Вкл или Откл.
0800 Запись в ЖС Сраб. ОЗ n: Откл
где n=1..8
0801 Запись в ЖС Сраб. ЗНЗ n: Откл
где n=1..8
0802 Запись в ЖС Сраб. ОБР n: Откл
где n=1,2
0803 Запись в ЖС Сраб. ЗН n: Откл
где n=1,2
0804 Запись в ЖС Сраб. Д.ф. n: Откл
где n=1..8
0805 Запись в ЖС Сраб. УРОВ n: Откл
где n=1,2
0806 Запись в ЖС Сраб. АЧР n: Откл
где n=1,2
0807 Запись в ЖС Сраб. АПВ n: Откл
где n=1,2
0808 Запись в ЖС Сраб. ЧАПВ n: Откл
где n=1,2
Может принимать значения Вкл или Откл.
0809 Запись в ЖС Сраб. КС : Откл
0809a Запись в ЖС Сраб.КСо.с.: Откл
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 23
Копировал
Формат А3
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Рисунок Е.23

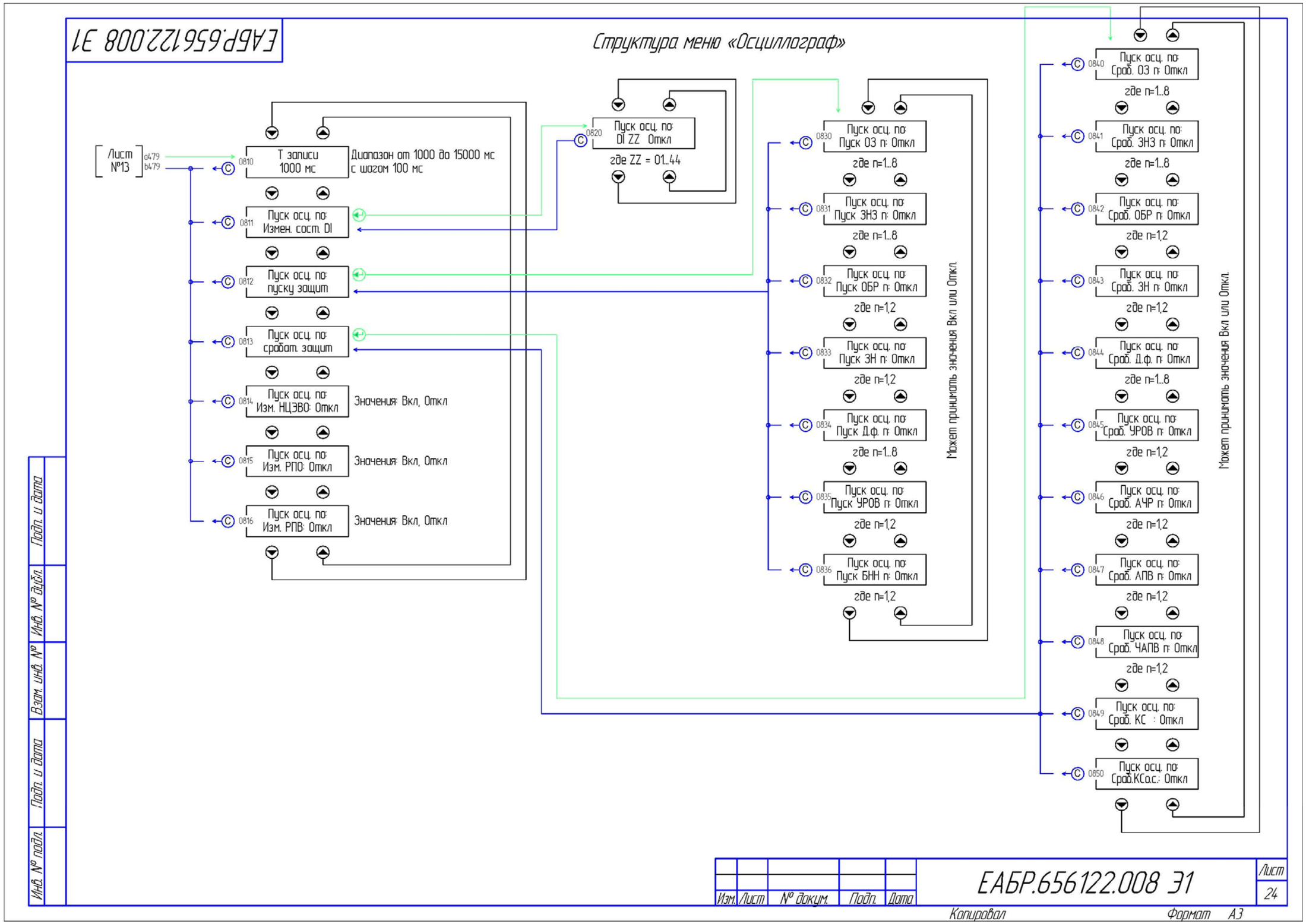
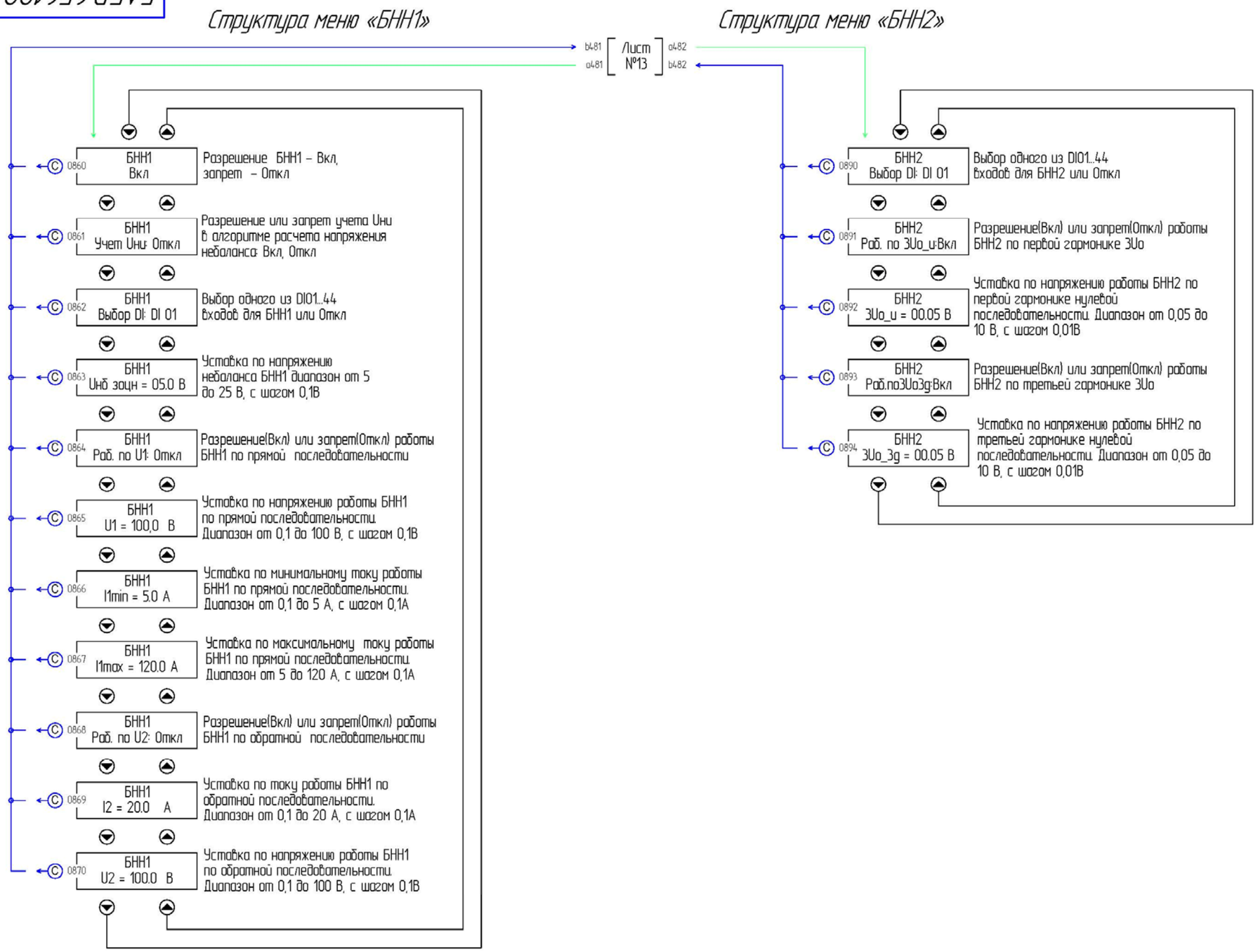

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Осциллограф»
Лист №13
o479
b479
0810 Т записи 1000 мс
Диапазон от 1000 до 15000 мс с шагом 100 мс
0811 Пуск осц. по: Измен. сост. DI
0812 Пуск осц. по: пуску защит
0813 Пуск осц. по: срабат. защит
0814 Пуск осц. по: Изм. НЦЭВО: Откл
Значения: Вкл, Откл
0815 Пуск осц. по: Изм. РПО: Откл
Значения: Вкл, Откл
0816 Пуск осц. по: Изм. РПВ: Откл
Значения: Вкл, Откл
0820 Пуск осц. по: DI ZZ Откл
где ZZ = 01...44
0830 Пуск осц. по: Пуск О3 n: Откл
0831 Пуск осц. по: Пуск ЗНЗ n: Откл
0832 Пуск осц. по: Пуск ОБР n: Откл
0833 Пуск осц. по: Пуск ЗН n: Откл
0834 Пуск осц. по: Пуск Д.ф. n: Откл
0835 Пуск осц. по: Пуск УРОВ n: Откл
0836 Пуск осц. по: Пуск БНН n: Откл
где n=1...8
где n=1,2
Может принимать значения Вкл или Откл.
0840 Пуск осц. по: Сраб. О3 n: Откл
0841 Пуск осц. по: Сраб. ЗНЗ n: Откл
0842 Пуск осц. по: Сраб. ОБР n: Откл
0843 Пуск осц. по: Сраб. ЗН n: Откл
0844 Пуск осц. по: Сраб. Д.ф. n: Откл
0845 Пуск осц. по: Сраб. УРОВ n: Откл
0846 Пуск осц. по: Сраб. АЧР n: Откл
0847 Пуск осц. по: Сраб. АПВ n: Откл
0848 Пуск осц. по: Сраб. ЧАПВ n: Откл
0849 Пуск осц. по: Сраб. КС : Откл
0850 Пуск осц. по: Сраб.КСо.с.: Откл
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 24
Копировал
Формат А3
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Рисунок Е.24



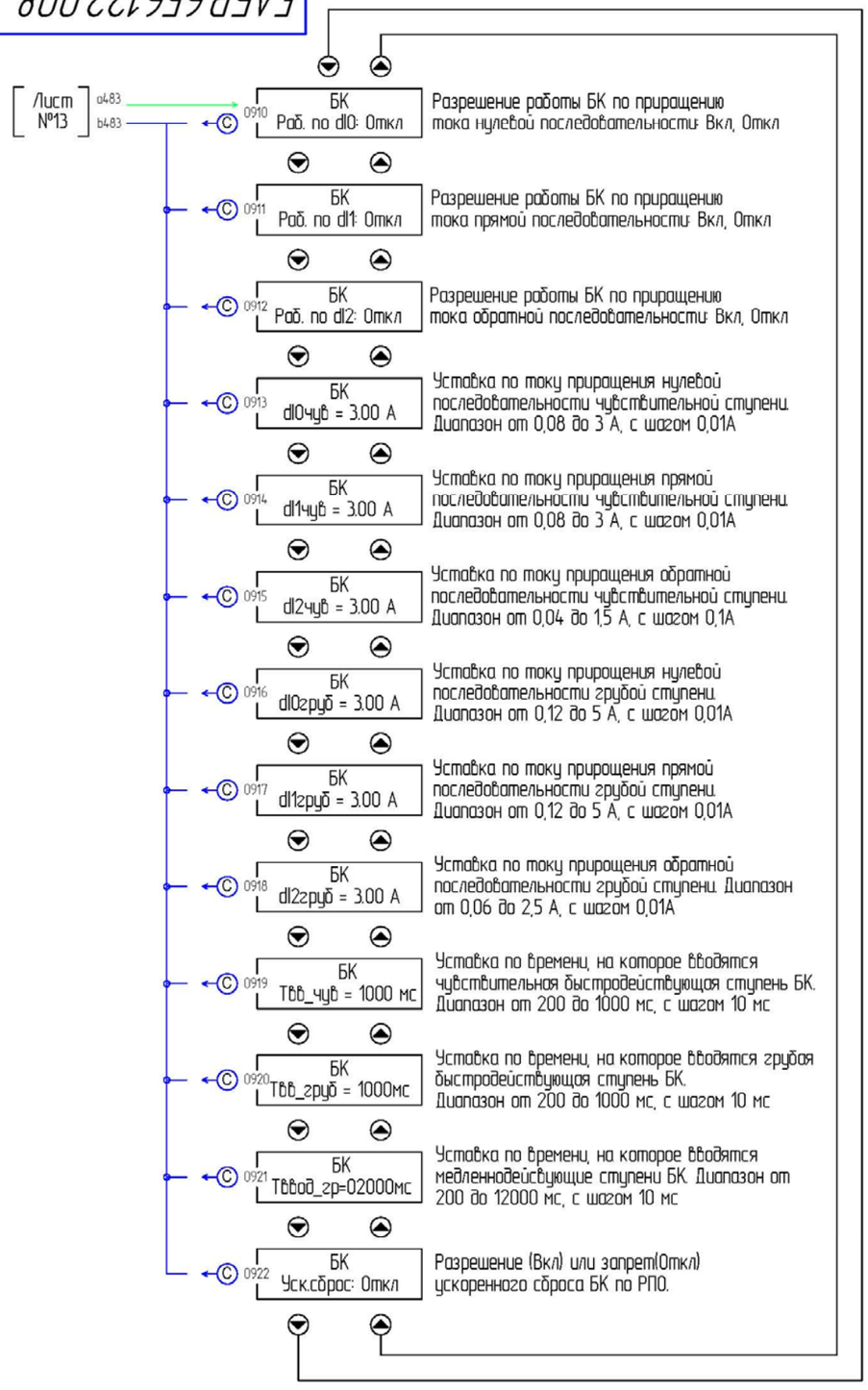
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 25

Копировал Формат А3

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Рисунок Е.25

Структура меню «БК»



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 26

Копировал Формат А3

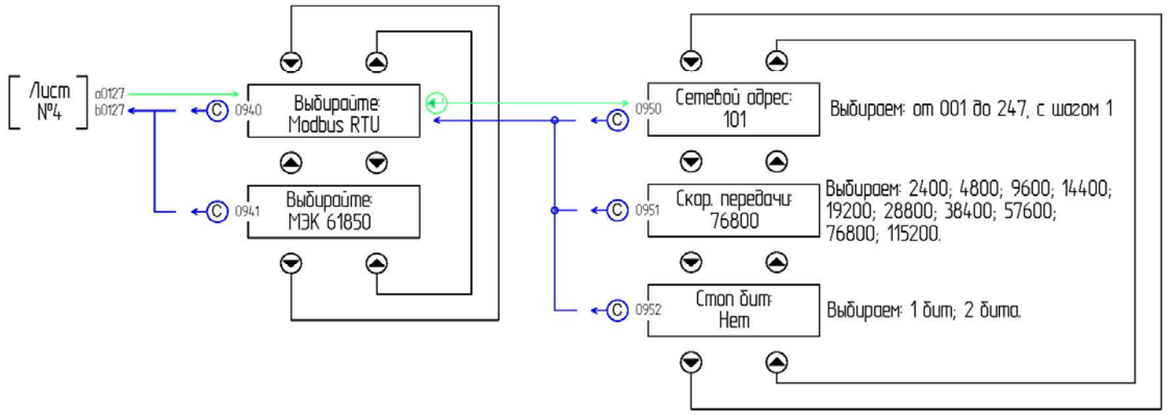
Рисунок Е.26

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл

ЕАБР.656122.008 Э1

Структура меню «Связь»



Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.008 Э1	Лист 27

Копировал Формат А3

Рисунок Е.27

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЕАБР.656122.018 РЭ	Лист 244

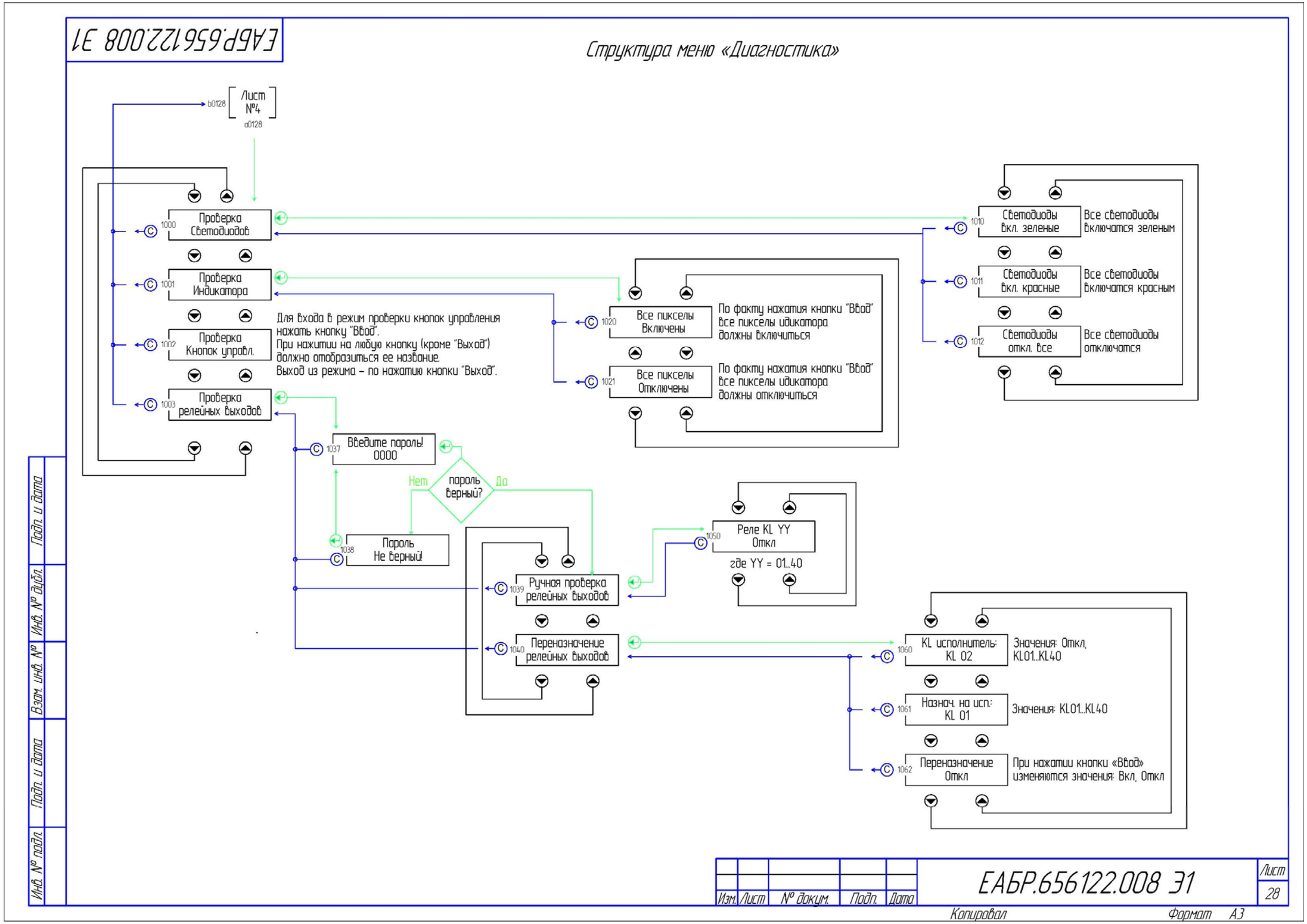

ЕАБР.656122.008 Э1
Структура меню «Диагностика»
b0128
Лист №4
a0128
1000 Проверка Светодиодов
1001 Проверка Индикатора
1002 Проверка Кнопок управл.
1003 Проверка релейных выходов
Для входа в режим проверки кнопок управления нажать кнопку "Ввод".
При нажатии на любую кнопку (кроме "Выход") должно отобразиться ее название.
Выход из режима – по нажатию кнопки "Выход".
1020 Все пикселы Включены
По факту нажатия кнопки "Ввод" все пикселы индикатора должны включиться
1021 Все пикселы Отключены
По факту нажатия кнопки "Ввод" все пикселы индикатора должны отключиться
1010 Светодиоды вкл. зеленые
Все светодиоды включатся зеленым
1011 Светодиоды вкл. красные
Все светодиоды включатся красным
1012 Светодиоды откл. все
Все светодиоды отключатся
1037 Введите пароль! 0000
пароль верный?
Нет
Да
1038 Пароль Не верный!
1039 Ручная проверка релейных выходов
1040 Переназначение релейных выходов
1050 Реле KL YY Откл
где YY = 01..40
1060 KL исполнитель: KL 02
Значения: Откл, KL01..KL40
1061 Назнач. на исп.: KL 01
Значения: KL01..KL40
1062 Переназначение Откл
При нажатии кнопки «Ввод» изменяются значения: Вкл, Откл
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
ЕАБР.656122.008 Э1
Лист 28
Копировал
Формат А3

Рисунок Е.28