Устройство релейной защиты TOPAZ DRP-35

Руководство по эксплуатации

ПЛСТ.656122.001 РЭ

Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Обозначения и сокращения. 5
2 Описание и работа 7
2.1 Назначение изделия 7
2.2 Технические характеристики 8
2.2.1 Конструкция 8
2.2.2 Условия эксплуатации 9
2.2.3 Устойчивость к механическим воздействиям 9
2.2.4 Безопасность 10
2.2.5 Электромагнитная совместимость 11
2.2.6 Надежность 13
2.2.7 Питание 13
2.2.8 Интерфейсы связи и протоколы обмена данными 14
2.2.9 Синхронизация времени 16
2.2.10 Дискретные выходы 16
2.2.11 Дискретные входы 17
2.2.12 Каналы аналогового измерения 17
2.2.13 Метрологические характеристики измерений 18
2.2.14 Временные характеристики устройства 18
2.3 Комплектность 19
2.4 Устройство и работа 19
2.4.1 Просмотр параметров и конфигурирование устройства 20
2.4.2 Работа с клавиатурой и дисплеем устройства 20
2.4.3 Дистанционное управление функциями РЗА 21
2.4.4 Регистрация аварийных событий 21
3 Маркировка и пломбирование 22
4 Упаковка 23
5 Техническое обслуживание 23
6 Функции релейной защиты и автоматики 23
6.1 Максимальная токовая защита 26
6.1.1 Ускорение МТЗ 29
6.1.2 Орган направления мощности 31
6.1.3 Пуск по напряжению (вольтметровая блокировка) 34
6.1.4 Функция «загрубления» по току 36
6.2 Логическая защита шин 37
6.3 Защита от однофазных замыканий на землю 39
6.3.1 Ступень ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности 39

6.3.2 Ступень ЗОЗЗ по току нулевой последовательности 41
6.3.3 Ступень ЗОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности 46
6.4 Защита от несимметричного режима или обрыва фазы 48
6.5 Небалансная защита 50
6.6 Защита от перегрузки по току 51
6.7 Защита минимального напряжения 54
6.8 Защита максимального напряжения от повышения напряжения нулевой последовательности 55
6.9 Защита от повышения напряжения 57
6.10 Контроль наличия/отсутствия напряжения 59
6.11 Контроль исправности цепей переменного напряжения 61
6.11.1 Контроль исправности цепей переменного напряжения в терминалах, имеющих как цепи напряжения, так и цепи тока 61
6.11.2 Контроль исправности цепей переменного напряжения в терминалах, имеющих только цепи напряжения 64
6.12 Устройство резервирования отказа выключателя 68
6.13 Защита от дуговых замыканий 71
6.14 Автоматическое повторное включение 72
6.15 Автоматический ввод резерва 77
6.16 Автоматическое восстановление нормального режима 82
6.17 Автоматическая частотная разгрузка 86
6.17.1 АЧР в терминале защиты и автоматики линии 86
6.17.2 АЧР в терминале ТН или в терминале АЧР 93
6.18 Автоматика управления выключателем 99
6.18.1 Режимы управления 99
6.18.2 Управление выключателем 99
6.18.3 Мониторинг состояния выключателя 102
6.18.4 Мониторинг состояния привода 103
6.19 Орган направления мощности 105
6.20 Автоматика ограничения снижения напряжения 107
6.21 Дистанционная защита 111
6.21.1 Дистанционная защита от междуфазных КЗ 111
6.21.2 Ускорение ДЗ 113
6.21.3 Дистанционная защита от двойных замыканий на землю 116
6.22 Токовая направленная защита нулевой последовательности 124
6.22.1 Орган направления мощности 126
6.22.2 Ускорение ТНЗНП 127

6.22.3 Функция «загрубления» по току 130
6.23 Блокировка при качаниях 130
7 Регистратор аварийных событий 133
7.1 Описание файлов конфигурации РАС 137
7.1.1 Общие 137
7.1.2 Управление и диагностика 141
7.1.3 Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SV 142
7.1.4 Запись в дискретные каналы COMTRADE из SCL-дерева 143
7.1.5 Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SCL-дерева 145
8 Системное конфигурирование 146
9 Текущий ремонт 147
10 Транспортирование и хранение 147
11 Утилизация 147
12 Использование по назначению 147
12.1 Подготовка изделия к использованию и меры безопасности 147
12.2 Монтаж 148
Приложение А. Габаритные и установочные размеры устройства 149
Приложение Б. Назначение индикаторов, кнопок, клемм, портов и схемы подключения устройства 150
Приложение В. Карта заказа 166
Приложение Г. Схема конфигурирования основных функций 167

1 Обозначения и сокращения.

Сокращения, используемые в тексте:

АВНР – автоматическое восстановление нормального режима;
АВР – автоматическое включение резерва;
АОСН – автоматика ограничения снижения напряжения;
АПВ – автоматическое повторное включение;
АПК – автоматика проверки канала;
АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;
АТ – автотрансформатор;
АУ – автоматическое ускорение;
АУВ – автоматика управления выключателем;
АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
АЧРС – автоматическая частотная разгрузка по скорости снижения частоты;
БК – блокировка при качаниях;
ВМБ – вольтметровая блокировка;
БНН – блокировка при неисправностях цепей напряжения;
БНТ – бросок намагничивающего тока;
БСК – батарея статических конденсаторов;
ВВ – вводной выключатель;
ВЛ – воздушная линия;
ВН – высшее напряжение;
ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи;
ВЧ – высокочастотный;
ДЗ – дистанционная защита;
ДЗВТ – Дистанционная защита от двойных замыканий на землю;
ДЗЛ – продольная дифференциальная защита линии;
ДЗО – дифференциальная защита ошиновки;
ДЗШ – дифференциальная защита шин;
ДФЗ – дифференциально-фазная защита;
ЗДЗ – защита от дуговых замыканий;
ЗМН – защита минимального напряжения;
ЗНР – защита от неполнофазного режима;
ЗОФ – защита от обрыва фаз;
ЗПН – защита от повышения напряжения;
ЗПТ – защита от перегрузки по току;
ИО – измерительный орган;
КЗ – короткое замыкание;
КЗП – колебательные затухающие помехи;
КИВ – контроль изоляции вводов;
КИЦН – контроль исправности цепей напряжения;
КНН – контроль наличия напряжения;
КОН – контроль отсутствия напряжения;
КА – коммутационный аппарат;
КР – компенсационный реактор;
ЛЗШ – логическая защита шин;
ЛУ – логический узел;
ЛЭП – линия электропередачи;
МП – микропроцессорный;

МТЗ – максимальная токовая защита;
НбЗ – небалансная защита;
НН – низшее напряжение;
ОАПВ – однофазное автоматическое повторное включение;
ОЗЗ – однофазное замыкание на землю;
ОНМ – орган направления мощности;
ОСФ – орган сравнения фаз;
ОУ – оперативное ускорение;
ПАВ – схема полуавтоматического включения;
ПАР – параметры аварийного режима;
ПО – пусковой орган;
ПОН – пусковой орган напряжения;
ПРД – передатчик;
ПС – подстанция;
ПУ – пусковое устройство;
РАС – регистратор аварийных событий
РЗА – релейная защита и автоматика;
РПВ – реле положения выключателя –«включено»;
РПН – регулирование под нагрузкой;
РПО – реле положения выключателя – «отключено»;
РС – реле сопротивления;
СВ – секционный выключатель;
СН – среднее напряжение;
ТАПВ – трехфазное автоматическое повторное включение;
ТЗ – техническое задание;
ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности;
ТЗОП – токовая защита обратной последовательности;
ТМП – трансформаторно-преобразовательный блок;
ТН – трансформатор напряжения;
ТНЗНП – токовая направленная защита нулевой последовательности;
ТНЗОП – токовая направленная защита обратной последовательности;
ТТ – трансформатор тока;
ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности;
ТУ – технические условия;
УРЗА – устройство релейной защиты и автоматики;
УРОВ – устройство резервирования при отказе выключателя;
ФОВ - фиксация отключения выключателя;
ЦН – цепи напряжения;
ЧАПВ – частотное автоматическое повторное включение;
ЧАПВС – частотная автоматика повторного включения по скорости повышения частоты;
ШП – шинки питания;
ШР – шунтирующий реактор.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления со сведениями о конструкции, принципе действия, технических характеристиках устройства РЗА 6 – 35 кВ релейной защиты TOPAZ DRP-35 (далее по тексту – устройство) и его составных частей. В настоящем РЭ содержатся указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования, а также схемы подключения устройства к цепям питания, телемеханики и передачи данных.

При эксплуатации устройства, помимо требований настоящего РЭ, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

К эксплуатации устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

Конструкция устройства выполнена по модульному принципу, что позволяет поставлять устройства с различной аппаратной конфигурацией. Конфигурация устройства согласовывается при оформлении заказа на поставку, согласно требуемых выполняемых функций РЗА конкретного присоединения.

В СВЯЗИ С ПОСТОЯННОЙ РАБОТОЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ, В КОНСТРУКЦИЮ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОГУТ БЫТЬ ВНЕСЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ, НЕ УХУДШАЮЩИЕ ЕГО ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И НЕ ОТРАЖЕННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ.

2 Описание и работа

2.1 Назначение изделия

Устройство является комбинированным микропроцессорным терминалом релейной защиты и автоматики.

Устройство предназначено для выполнения функций защиты, автоматики и сигнализации электрических установок напряжением 6 – 35 кВ трехфазного переменного тока частотой 50 Гц.

Устройство предназначено для установки на подстанциях и распределительных пунктах.

Реализованные в устройстве алгоритмы функций защиты и автоматики разработаны в соответствии со стандартом МЭК 61850.

Устройство объединяет различные функции защиты, измерения, контроля, местного и дистанционного управления, такие как:

- выполнение функций защит, автоматики и управления;
- локально или удаленно по линиям связи производить задание уставок, ввод/вывод защит и автоматики;
- положение выключателя, контроль исправности цепей управления;
- функцию осциллографа-регистратора;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы с блокировкой дискретных выходов при возникновении неисправности;
- прием и выдачу дискретных сигналов управления, сигнализации и блокировок.

Функции защит, автоматики и управления, выполняемые устройством, реализованы с помощью свободно конфигурируемой логики.

Свободно конфигурируемая логика позволяет реализовать как типовые, так и не типовые проектные решения схем РЗА. Для этой цели применяются функции защит и автоматики в сочетании с логическими элементами, таймерами и триггерами. В устройстве предусмотрена

возможность свободного назначения сигналов на дискретные входы/выходы, светодиоды и кнопки.

Набор встроенных функций защиты, управления, автоматики и сигнализации, реализуемых устройством, зависит от модификации, согласно коду заказа (Приложение В. Карта заказа). Модификация устройства выбирается в зависимости от принятых проектных решений в соответствии с действующими нормативными документами.

Перечень реализуемых функций устройства:

- блок выполнения измерений и цифровой фильтрации;
- оперативное управление выключателем
- автоматика управления выключателем (АУВ);
- максимальная токовая защита (МТЗ)
- логическая защита шин (ЛЗШ);
- защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ);
- защита от несимметричного режима или обрыва фазы (ЗОФ);
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита максимального напряжения от повышения напряжения нулевой последовательности (ЗПН);
- защита от дуговых замыканий (ЗДЗ);
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);
- автоматическое повторное включение (АПВ);
- АПВ после действия автоматики (ЧАПВ/ЧАПВС/АПВН);
- автоматическое включение резерва (АВР);
- автоматическое восстановление нормального режима (АВНР);
- контроль исправности цепей переменного напряжения (КИЦН);
- автоматическая частотная разгрузка (АЧР);
- автоматическая частотная разгрузка по скорости снижения частоты (АЧРС);
- небалансная защита
- защита от перегрузки по току
- защита от повышения напряжения
- контроль наличия/отсутствия напряжения (КОН/КНН)
- орган направления мощности (ОНМ);
- автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН);
- блоки программируемой гибкой логики;
- дистанционная защита (ДЗ);
- дистанционная защита от двойных замыканий на землю (ДЗДВ);
- токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП);
- блокировка при качаниях.

2.2 Технические характеристики

2.2.1 Конструкция

Конструкция устройства выполнена по модульно-кассетному принципу, позволяющему поставлять устройства с различной аппаратной конфигурацией и обеспечивающему возможность быстрой замены плат без полной разборки устройства. Корпус устройства выполнен из металла, не поддерживающего горение согласно ГОСТ 12.1.004, в соответствии с РД 34.35.310 (п. 4.8), с учетом ГОСТ 12.2.007; ГОСТ 27483; ГОСТ 27484; ГОСТ 27924 и Федерального закона № 123-ФЗ. Лицевая панель и клеммные колодки выполнены из пластика, не поддерживающего горение. Масса устройства не более 5 кг.

Степень защиты от проникновения внутрь твердых частиц, пыли и воды IP21 по ГОСТ 14254-2015. Вентиляционные отверстия расположены на боковых поверхностях корпуса. Принудительная вентиляция не требуется. Габаритные размеры корпуса (ДхШхВ) 289,9x220x265,2 мм (6U). Способ крепления утопленный (монтаж в панель)/заднего присоединения. Конструкция корпуса обеспечивает двухстороннее обслуживание. На передней части устройства расположены дисплей, светодиодные индикаторы состояния, неисправности и срабатывания устройства, кнопочная клавиатура управления, разъемы USB.

Внешний вид устройства приведен в «Приложение А. Габаритные и установочные размеры устройства» (стр. 149) настоящего РЭ.

2.2.2 Условия эксплуатации

По устойчивости к климатическим воздействиям устройство соответствует ГОСТ 15543.1 и РД 34.35.310. Для устройства предусмотрены исполнения УХЛ3.1 и О4 по ГОСТ 15150-69.

Климатические условия эксплуатации для исполнения УХЛ3.1:

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 55^{0}С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха минус 25^{0}С;
- относительная влажность при +25^{0}С – до 98%.

Климатические условия эксплуатации для исполнения О4:

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 55^{0}С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 1^{0}С;
- относительная влажность при +35^{0}С – до 98%.

Нормальными климатическими условиями эксплуатации считаются:

- температура окружающего воздуха – (25±10)^{0}С;
- относительная влажность – от 45 до 80%;
- атмосферное давление – от 630 до 800 мм рт. ст.

Условия эксплуатации устройства исключают воздействие прямого солнечного излучения, прямое попадание атмосферных осадков, конденсацию влаги и наличие агрессивной среды. Высота над уровнем моря при эксплуатации до 2000 м.

Устройство предназначено для эксплуатации в районах с атмосферой типа 2 (промышленная), где среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, а концентрация сернистого газа в воздухе не превышает норм, оговоренных ГОСТ 15150-69.

2.2.3 Устойчивость к механическим воздействиям

По устойчивости к механическим воздействиям устройство соответствует ГОСТ 17516.1. Характеристики устойчивости к механическим воздействиям приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Характеристики устойчивости к механическим воздействиям

Наименование показателя	Значение
Группа механического исполнения: - без рядом расположенных коммутационных аппаратов - в комплектных распределительных устройствах с коммутационными аппаратами	 М40 М43
Вибрация, частота, Гц, /амплитуда ускорения, м/с^2: - без рядом расположенных коммутационных аппаратов	 0,5-100/5 1,0-100/10

Наименование показателя	Значение
- в комплектных распределительных устройствах с коммутационными аппаратами	
Удары одиночного действия, пиковое ускорение, м/с^2 /длительность действия ударного ускорения, мс: - без рядом расположенных коммутационных аппаратов - в комплектных распределительных устройствах с коммутационными аппаратами	 30/2-20 100/2-20
Сейсмостойкость по ГОСТ 30546.1, баллов, не хуже при уровне установки над нулевой отметкой, м	9 0-10

2.2.4 Безопасность

По электробезопасности устройство соответствует нормам ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.6-75 и ГОСТ 12.2.007.7-75. По способу защиты человека устройство относится к классу 01 (ГОСТ 12.2.007.0-75, п. 2.1).

Все контактные вводы (выводы) устройства РЗА, имеющие напряжения свыше 36 В, защищены от случайного прикосновения.

В устройстве предусмотрен винт для подключения защитного заземления по ГОСТ 12.1.030-81 к общему контуру заземления. В устройстве обеспечивается непрерывность цепи защитного заземления. Электрическое сопротивление между болтом для заземления и любой его металлической частью, подлежащей заземлению, не превышает 0,1 Ом.

Устройство по прочности электрической изоляции соответствует требованиям ГОСТ 30328-95 (МЭК 255-5-77) и ГОСТ IEC 60255-5.

Сопротивление изоляции между каждой независимой цепью (гальванически не связанной с другими цепями) и корпусом, соединенным со всеми остальными независимыми цепями не менее 100 МОм при напряжении постоянного тока 500 В.

Электрическая изоляция каждой из входных или выходных независимых цепей устройства по отношению ко всем остальным независимым цепям и корпусу выдерживает без повреждений испытательное напряжение действующим значением 2,0 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция внутренних измерительных и логических цепей, а также цепей цифровых связей с внешними устройствами с номинальным напряжением не более 60 В (гальванически не связанных с другими независимыми цепями) относительно корпуса и других независимых цепей выдерживает без повреждений испытательное напряжение действующим значением 0,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция каждой из входных и выходных цепей устройства по отношению к корпусу и другим независимым цепям выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения следующих параметров:

- амплитуда — 5,0 кВ с допустимым отклонением 10 %;
- длительность переднего фронта — 1,2 мкс ± 30 %;
- длительность полуспада заднего фронта — 50 мкс ± 20 %;
- длительность интервала между импульсами — не менее 5 с.

Электрическая изоляция внутренних измерительных и логических цепей, цепей цифровых связей с внешними устройствами с номинальным напряжением не более 60 В (гальванически не связанных с входными, выходными и внутренними цепями) относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих следующие параметры:

- амплитуда — 1,0 кВ с допустимым отклонением 10 %;

- длительность переднего фронта — 1,2 мкс ±30 %;
- длительность полуспада заднего фронта — 50 мкс ±20 %;
- длительность интервала между импульсами — не менее 5 с.

2.2.5 Электромагнитная совместимость

Устройство соответствует требования к электромагнитной совместимости согласно ГОСТ Р 51317.6.5, СТО 56947007-29.240.044-2010 и письма АО «ЦИУС ЕЭС» от 24.09.2013 № Ц0/ИД/1009 «О нормативных документах по обеспечению ЭМС». Параметры помехоустойчивости приведены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры помехоустойчивости

Наименование показателя	Значение
Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты по ГОСТ Р 50648, порт корпуса: - степень жесткости - напряженность непрерывного МППЧ, А/м - напряженность кратковременного (1 с) МППЧ, А/м	 СЖ5 100 1000
Устойчивость к импульсному магнитному полю 2 по ГОСТ 30336, порт корпуса: - степень жесткости - напряженность ИМП (пиковое значение), А/м	 СЖ4 300
Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю по ГОСТ Р 50652 порт корпуса: - степень жесткости - напряженность ЗКМП (пиковое значение), А/м	 СЖ5 100
Устойчивость к электростатическим разрядам по ГОСТ 30804.4.2, порт корпуса: степень жесткости - контактный: испытательное напряжение, кВ - воздушный: испытательное напряжение, кВ	 СЖ3 6 8
Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю по ГОСТ 30804.4.3, порт корпуса: - степень жесткости - напряженность испытательного поля, В/м - полоса частот немодулированного сигнала, МГц	 СЖ3 10 80-1000 и 1400-6000
Устойчивость к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 30804.4.4, сигнальные порты соединения с высоковольтным оборудованием и линиями связи; порты электропитания переменного и постоянного тока; порт функционального заземления: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ сигнальные порты локального соединения: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ сигнальные порты полевого соединения: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ	 СЖ Х 4 СЖ3 1 СЖ4 2

Наименование показателя	Значение
Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ 51317.4.5, сигнальные порты соединения с высоковольтным оборудованием и линиями связи; порты электропитания переменного тока: по схеме «провод - провод»: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ по схеме «провод - земля»: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ сигнальные порты локального соединения: по схеме «провод - провод»: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ по схеме «провод - земля»: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ сигнальные порты полевого соединения; порты электропитания постоянного тока: по схеме «провод - провод»: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ по схеме «провод - земля»: - степень жесткости - амплитуда импульсов, кВ	 СЖ 3 2 СЖ4 4 СЖ1 0,5 СЖ2 1 СЖ2 1 СЖ3 2
Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ 51317.4.6, все сигнальные порты; порты электропитания переменного и постоянного тока; порт функционального заземления: - степень жесткости - испытательное напряжение, В	 СЖ3 10
Устойчивость к колебательным затухающим помехам по ГОСТ 51317.4.12 <u>повторяющиеся КЗП:</u> сигнальные порты соединения с высоковольтным оборудованием и линиями связи; порты электропитания переменного и постоянного тока: - степень жесткости - частота колебаний, МГц - по схеме «провод-провод»: испытательное напряжение, кВ - по схеме «провод-земля»: испытательное напряжение, кВ сигнальные порты полевого соединения - степень жесткости - частота колебаний, МГц - по схеме «провод-провод»: испытательное напряжение, кВ - по схеме «провод-земля»: испытательное напряжение, кВ <u>однократные КЗП:</u> сигнальные порты соединения с высоковольтным оборудованием и линиями связи; порты электропитания переменного и постоянного тока: - степень жесткости	 СЖ3 1 ± 10 % 1 2,5 СЖ2 1 ± 10 % 0,5 1

Наименование показателя	Значение
- частота колебаний, КГц - по схеме «провод-провод»: испытательное напряжение, кВ - по схеме «провод-земля»: испытательное напряжение, кВ сигнальные порты полевого соединения - степень жесткости - частота колебаний, КГц - по схеме «провод-провод»: испытательное напряжение, кВ - по схеме «провод-земля»: испытательное напряжение, кВ	СЖ4 100 ± 10 % 2 4 СЖ3 100 ± 10 % 1 2
Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц по ГОСТ 51317.4.16, сигнальные порты (кроме локальных соединений); порты электропитания постоянного тока: - - частота, Гц - - степень жесткости - - длительная помеха, испытательное напряжение, В - - кратковременная (1 с) помеха, испытательное напряжение, В	 50 СЖ4 30 100
Эмиссия радиопомех по ГОСТ 30805.22 (порт корпуса): - - класс устройства	 А

2.2.6 Надежность

Устройство является восстанавливаемым, ремонтируемым изделием, предназначенным для круглосуточной эксплуатации в стационарных условиях в производственных помещениях. Режим работы устройства непрерывный. Продолжительность непрерывной работы не ограничена. Устройство в части требований по надежности соответствует ГОСТ 4.148-85 и ГОСТ 27.003-90.

Среднее время восстановления работоспособности на объекте эксплуатации (без учета времени прибытия персонала и при наличии ЗИП) не более 2 часов.

По числу возможных состояний (по работоспособности) устройство относится к изделиям вида 2 по ГОСТ 27.003-90.

Устройство производит самодиагностику аппаратной и программной части при включении, и затем постоянно в фоновом режиме. При выявлении неисправности устройство формирует сигнал неисправности с указанием причины.

Время готовности устройства с момента подачи оперативного питания не более 10 секунд.

Память для хранения конфигурации, уставок, осциллограмм, журнала событий – энергонезависимая.

Неисправность памяти, используемой для регистрации аварийных событий, каналов связи с ПК, АСУ ТП ПС не приводит к потере работоспособности устройства РЗА.

2.2.7 Питание

Электропитание устройства производится от сети оперативного постоянного тока, от сети переменного оперативного тока, или от сети переменного тока, в зависимости от исполнения по питанию, указанном в заказной кодировке (Приложение В. Карта заказа). Устройство имеет защиту от подачи напряжения питания обратной полярности. Устройство не дает сбои, не выходит из строя и не производит ложных срабатываний при подключении и (или) отключении источника питания.

Устройство сохраняет работоспособность, заданные параметры и программы действия после перерывов питания любой длительности с последующим восстановлением.

Номинальное напряжение оперативного тока, в зависимости от исполнения по питанию, согласно код заказа:

- «TOPAZ DRP-35-01-A-B-**1**-D E» – 110 В постоянного тока
- «TOPAZ DRP-35-01-A-B-**2**-D E» – 220 В постоянного тока
- «TOPAZ DRP-35-01-A-B-**3**-D E» – 220 В переменного тока

Характеристики питания приведены в таблице 3.

Таблица 3. Характеристики питания

Параметр	Значение
Допустимые длительные отклонения напряжения, %	-20…+10
Допустимый уровень (размах) пульсаций, %	12
Провалы напряжения электропитания в течение 1,0 с, % от номинального	30
Допустимый перерыв питания без перезапуска не менее, с	0,5
Потребляемая мощность, Вт: - в нормальном режиме - в режиме срабатывания	 40 60

2.2.8 Интерфейсы связи и протоколы обмена данными

Устройство имеет следующие интерфейсы связи:

- 2 интерфейса RS-485 (2х-проводный интерфейс);
- 1 или 2 интерфейса Ethernet (тип и количество согласно карте заказа);
- 2 интерфейса USB.

Каналы связи устройства могут быть использованы для передачи данных аварийных отключений, контроля текущего состояния устройства, просмотра и изменения уставок, а также дистанционного управления выключателем.

На задней панели устройства расположены порты связи (RS-485, Ethernet), предназначенные для подключения устройства в АСУ ТП. Через порты Ethernet также возможно осуществлять конфигурирование и параметрирование устройства, считывание осциллограмм, файлов конфигурации устройства, журнала событий, системного журнала, журнала изменения уставок. Основной тип портов связи – Ethernet (оптический или электрический). Последовательные порты связи типа RS-485 (электрический) используются для совместимости с существующими АСУ ТП, которые используют последовательные каналы связи.

Порты RS-485 и Ethernet, работают параллельно независимо друг от друга (на различных скоростях передачи данных, с разными физическими адресами, с применением различных протоколов информационного обмена). Режим работы портов определяется конфигурацией устройства и изменяется через ИЧМ и программу-конфигуратор.

Физические интерфейсы портов связи, их тип и количество определяются индивидуально для каждого типоисполнения устройства, а также в соответствии с картой заказа.

К портам Ethernet также возможно подключение компьютера (ноутбука) с целью конфигурирования и параметрирования.

На передней панели расположены изолированные порты связи типа USB-A и USB-B. Версия USB портов - 2.0 «HI-SPEED».

Порт USB-B предназначен для служебного пользования. К данному порту осуществляется подключение компьютера (ноутбука) к устройству через стандартный кабель USB A-B. Подключение к терминалу через данный порт могут производить только представители фирмы-разработчика или персонал прошедший специальное обучение.

Порт USB-A используется для сохранения на внешний флэш-накопитель осциллограмм, b журнала событий.

Интерфейсы связи и протоколы обмена данными устройства выполнены в соответствии с концепцией развития РЗА электросетевого комплекса (Протокол ПАО «Россети» от 22.06.2015 № 356пр), СТО 56947007-29.240.036-2009, СТО 56947007-29.130.01.092-2011.

Передача данных осуществляется в соответствии со следующими стандартами и протоколами:

- ГОСТ Р МЭК 60870-5-103;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-104;
- IEC 61850 (GOOSE, MMS)

При работе с использованием стандарта IEC 61850-8-1 структура данных соответствует IEC 61850-7. Реализация протокола IEC 61850 соответствует требованиям второй редакции протокола в части 6, 7-1, 7-2, 7-3, 7-4 и 8-1.

Стандарт IEC 61850 определяет тип файла ICD (IED Capability Description) для описания возможностей, параметров коммуникации ИЭУ (интеллектуальное электронное устройство).

Файл ICD хранится на карте памяти устройства и состоит из четырех основных частей:

- Заголовок (Header);
- Связь (Communication);
- Устройство (IEDs);
- Шаблоны типов данных (DataTypeTemplates).

Диагностические данные также могут передаваться посредством протокола SNMPv2 или SNMPv3 с возможностью выбора версии протокола через настройки устройства. Протокол SFTP используется для доступа к файловой системе устройства.

2.2.8.1 Характеристики портов Ethernet 100 Base-T (электрический)

Исполнение порта с интерфейсом Ethernet 100 Base-T, согласно IEEE 802.3i, используется для подключения устройство в локальную вычислительную сеть предприятия по линии связи на основе витой пары;

- тип разъема - RJ45;
- скорость обмена данными - до 100 Мбит/с;
- режим - дуплексный;
- дальность связи - до 100 м;
- поддержка VLAN – есть;
- поддержка PRP – есть.

2.2.8.2 Характеристики портов Ethernet 100 Base-F (оптический)

Для организации связи с АСУ ТП в условиях сложной электромагнитной обстановки применяется исполнение порта, работающего по оптоволоконному кабелю, которое обеспечивает гальваническую изоляцию и наибольшую помехоустойчивость канала связи.

- тип коннектора – LC или SFP (согласно коду заказа),
- тип оптоволокна – одномодовое или многомодовое (согласно коду заказа),
- диаметр оптоволокна - 62,5/125 мкм на NA= 0,275, 50/125 мкм на NA= 0,2;
- длина волны - 1270-1380 (792-865) нм;
- мощность передатчика – не менее - 20 дБм;
- чувствительность приемника – -31 дБм;
- дальность связи – до 2 км;
- скорость обмена данными - до 100 Мбит/с.
- поддержка VLAN – есть;
- поддержка PRP – есть.

2.2.8.3 Характеристики портов RS-485

Исполнение порта с интерфейсом RS-485 используется для организации полудуплексного обмена информацией с устройствами по двухпроводной линии связи на основе витой пары;

- прочность изоляции - 500 В RMS (1 мин);
- количество устройств в линии – до 32;
- полная длина линии связи – до 1200 м.
- скорость обмена данными - до 115200 бит/с;

2.2.9 Синхронизация времени

Синхронизация часов реального времени устройства осуществляется посредством протокола RFC 5905 NTPv4 (SNTPv4) и протоколов передачи данных (ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, ГОСТ Р МЭК 60870-5-103). Также в устройстве предусмотрен порт 1PPS для синхронизации времени по выделенной шине 1 PPS

Абсолютная погрешность синхронизации часов устройства с системным временем не более 1 мс. Погрешность внутренних часов устройства при пропадании оперативного тока или потере внешней синхронизации составляет не более 1 секунды в сутки.

При потере оперативного питания или связи с верхним уровнем, происходит автоматическое восстановление точного времени (синхронизация времени) при их восстановлении.

2.2.10 Дискретные выходы

В устройстве предусмотрено:

- 2 нормально замкнутых дискретных выхода (для сигнализации неисправности устройства);
- 12 нормально разомкнутых гальванически изолированных дискретных выходов (без общей точки);
- 4 гальванически изолированных дискретных выхода с переключающимися контактами.

Выходные контактные устройства обеспечивают гальваническое разделение устройства с внешними цепями.

Назначение дискретных выходов зависит от типоисполнения устройства, согласно карте заказа, приведенной в «Приложение В. Карта заказа» настоящего РЭ. Расположение и схемы подключения дискретных выходов устройства, а также назначение, согласно типоисполнению, приведены в «Приложение Б. Назначение индикаторов, кнопок, клемм, портов и схемы подключения устройства» настоящего РЭ.

Технические характеристики дискретных выходов устройства приведены в таблице 4.

Таблица 4. Технические характеристики дискретных выходов устройства

Параметр	Значение
В цепях постоянного тока напряжением 220В (для исполнения 220В=), τ =20мс	
Длительно допустимый ток, А	1
Коммутационная способность, Вт	30
Коммутационная износостойкость контактов, циклов, не менее	10000
В цепях постоянного тока напряжением 220В (для исполнения 220В=), τ =50мс	
Длительно допустимый ток, А	5
Коммутационная способность контактов на замыкание: - при токе до 10 А в течение, с - при токе до 15 А в течение, с - при токе до 30 А в течение, с	 1,0 0,3 0,2

Параметр	Значение
- при токе до 40 А в течение, с	0,03
Коммутационная способность контактов на размыкание, А, не менее	0,25
Коммутационная износостойкость контактов, циклов, не менее	2000

2.2.11 **Дискретные входы**

В устройстве предусмотрено:

- 16 дискретных входов, разбитых на 2 группы по 8 ТС с общей точкой;
- 8 гальванически изолированных дискретных входов (без общей точки).

Назначение дискретных входов зависит от типоисполнения устройства, согласно карте заказа, приведенной в «Приложение В. Карта заказа» настоящего РЭ. Расположение и схемы подключения дискретных входов устройства, а также назначение, согласно типоисполнению, приведены в «Приложение Б. Назначение индикаторов, кнопок, клемм, портов и схемы подключения устройства» настоящего РЭ.

Технические характеристики дискретных входов приведены в таблице 5

Таблица 5. Технические характеристики дискретных входов

Параметр	Значение
Напряжение срабатывания, В	(0,7 - 0,8) Uном
Напряжение возврата, В	(0,6 - 0,7) Uном
Диапазон регулировки программной задержки срабатывания, мс	0 -20
Аппаратная задержка срабатывания не более, мс	5
Шаг регулировки задержки срабатывания, не более, мс	1
Входное сопротивление при закрытом рабочем состоянии дискретного входа не более, кОм	60
Количество электричества импульса режекции4 не менее, мкКл	200

2.2.12 **Каналы аналогового измерения**

Аналоговые входные цепи устройства гальванически развязаны от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока и напряжения.

Количество и тип каналов аналогового измерения, зависят от карты заказа устройства, согласно «Приложение В. Карта заказа» и приведены в таблице 6. Технические характеристики аналоговых входов приведены в таблице 7.

Таблица 6. Количество и тип аналоговых входов, в зависимости от типоисполнения

Типоисполнение, согласно коду заказа	Количество каналов измерения напряжения	Каналы измерения тока фаз		Каналы измерения тока НП	
		Кол-во	$I_{ном}$, А	Кол-во	$I_{ном}$, А
TOPAZ DRP-35-01-A-**1**-C-D E	4	3	5	1	5
TOPAZ DRP-35-01-A-**2**-C-D E	4	3	1	1	1
TOPAZ DRP-35-01-A-**3**-C-D E	4	3	5	1	1
TOPAZ DRP-35-01-A-**4**-C-D E	4	3	1	1	0,2
TOPAZ DRP-35-01-A-**5**-C-D E	5	3	5	нет	-
TOPAZ DRP-35-01-A-**6**-C-D E	5	3	1	нет	-
TOPAZ DRP-35-01-A-**7**-C-D E	4	нет	-	нет	-

Таблица 7. Технические характеристики аналоговых входов

Наименование параметра	Значение
Номинальное переменное напряжение, линейное, В	100
Номинальный переменный ток, А	согласно таблице 6
Номинальная частота, Гц	50
Перегрузочная способность входов напряжения, длительно: - для фазных входов - для входа «разомкнутый треугольник»	 1,5 $U_н$ 1,8 $U_н$
Динамический диапазон измерения каналов тока, А: - каналов измерения токов фаз - канала измерения тока НП	 0,01 - 40 0,01 - 10
Перегрузочная способность токовых входов, А: - длительно - кратковременно (1 с)	 2 40
Диапазон частоты, Гц	45 – 55
Потребление на фазу, не более, ВА - по цепям измерения тока при $I_н$ - по цепям измерения напряжения при $U_н$	 0,5 0,5

2.2.13 Метрологические характеристики измерений

Относительная погрешность определения магнитуды тока и напряжения не превышает 1,5%. Абсолютная погрешность определения разности фаз двух сигналов не более 2 градусов.

При отличии частоты основной гармоники от 50 Гц, в диапазоне частот 45-55 Гц, дополнительная погрешность определения магнитуды основной гармоники не превышает 3%, а абсолютная дополнительная погрешность определения разности фаз двух сигналов не превышает 3 градусов.

При наличии в сигнале тока апериодической составляющей с начальным значением амплитуды равным периодической составляющей и постоянной времени – 0,1 с (худший случай) дополнительная погрешность определения магнитуды не превышает 3,5%, а абсолютная дополнительная погрешность определения разности фаз двух сигналов не превышает 1 градуса.

Относительная погрешность измерения скорости изменения магнитуды напряжения не превышает 3%.

Абсолютная погрешность измерения частоты 0,02 Гц. Абсолютная погрешность измерения скорости изменения частоты не более 0,05 Гц/с.

Абсолютная погрешность синхронизации часов устройства с системным временем не более 1 мс. Погрешность внутренних часов устройства при пропадании оперативного тока или потери внешней синхронизации не более 1 с/сутки. Погрешность регистрации дискретных сигналов не более 1 мс.

2.2.14 Временные характеристики устройства

Временные характеристики срабатывания блоков устройства приведены в таблице 8. Описания программируемых блоков приведены в разделе 6 настоящего РЭ.

Таблица 8. Временные характеристики устройства

Параметр	Значение
Собственное время срабатывания функций, мс, не более	40
Собственное время возврата, мс, не более	30
Погрешность отсчета выдержек времени, мс, не более	±5

2.3 Комплектность

Комплект поставки указывается в индивидуальном паспорте устройства.

В стандартный комплект поставки входят:

1) устройство;
2) паспорт;
3) руководство по эксплуатации*

Примечание: * – руководство по эксплуатации поставляется по требованию;

2.4 Устройство и работа

Все функции устройства выполняются без деградации при любых отказах каналов связи с верхним уровнем иерархического управления.

Устройства могут быть использованы в виде отдельных автономных устройств РЗА, совместимых с существующими традиционными устройствами или в качестве устройства нижнего уровня АСУ ТП.

В устройстве предусмотрена возможность выполнения дополнительных функций на базе использования имеющейся в нем информации (функции осциллографа, регистрации событий и др.), а также выдачи необходимого объема информации для анализа правильности действия РЗА и для создания координированных систем контроля и управления или использования в АСУ ТП.

Устройство передает информацию на верхний уровень АСУ ТП в объеме, определенном требованиями ПАС «ФСК ЕЭС». Информация, передаваемая из устройства в АСУ ТП:

- о текущем состоянии всех программных ключей;
- о текущем состоянии режима управления;
- о небисправности устройства РЗА;
- о блокировке устройства по результатам самодиагностики;

Основные типы неоперативной технологической информации, передаваемой в АСУ ТП:

- данные осциллограмм;
- информация из журналов событий устройства;
- информация о неисправности устройства.

Основные типы оперативной технологической информации, передаваемой в АСУ ТП:

- текущие значения электрических величин;
- токи аварийного отключения выключателей;
- данные ОМП;
- положение коммутационных аппаратов

Поддержка функции дистанционного управления устройствами из АСУ ТП по протоколу IEC 61850-8-1 включает в себя следующие возможности:

- задание параметров и настроек устройства;
- изменение режима работы АПВ;
- оперативный ввод/вывод функций (оперативного ускорения, ТО, пуска УРОВ) или всего устройства и других оперативных «виртуальных» накладок;
- прочие функции по согласованию с заказчиком на этапе рабочего проектирования.

Устройство обеспечивает возможность регистрации, вывода и передачи на верхний уровень АСУ ТП следующих данных:

- текущие параметры защищаемого оборудования (аналоговые и дискретные входные сигналы);
- состояние ввода/вывода, уставки (включая конфигурацию защиты) устройства;
- результаты работы устройства пуски, срабатывания защит и автоматики);
- результаты самодиагностики;

Кроме этого предусмотрена возможность регистрации, вывода, передачи на верхний уровень АСУ ТП и на внешнюю ПЭВМ, подключаемую к устройству, параметров аварийных событий и данных цифрового осциллографирования.

Устройство выполняет заложенные алгоритмы защит циклически, с периодом не более чем 5 мс. Период исполнения контролируется системой самодиагностики.

Используемые алгоритмы цифровой обработки сигналов обеспечивают отсутствие дополнительной погрешности при наличии высших гармоник во входном сигнале.

Для выделения высших гармонических составляющих применяется фильтр Фурье с окном равным 20 мс.

Состав выводимой информации зависит от объема и функций обработки входных сигналов, вида защищаемого оборудования и общей структуры построения системы защит.

Каждая последующая версия прикладного программного обеспечения МП РЗА полнофукционально поддерживает работу с предыдущими версиями ПО.

2.4.1 Просмотр параметров и конфигурирование устройства

Пользователи имеют возможность конфигурирования работы устройства: выбирать различные варианты взаимодействия между функциями защит в самом устройстве, с внешними устройствами и режимами объекта защиты, вводить в работу дополнительные функции (такие, как задание условий пуска аварийной регистрации и т.п.).

Для обеспечения защиты от несанкционированного доступа изменение параметров устройства возможно только после аутентификации пользователя.

В устройстве предусмотрено разграничение прав и полномочий доступа пользователей.

Доступны следующие уровни доступа:

- **Гость** – Только просмотр информации;
- **Оператор** – Просмотр информации и сброс сигнализации;
- **Инженер** – Просмотр информации, сброс сигнализации, изменение уставок и параметров настройки;
- **Системный** – Полный доступ к устройству.

Также у пользователя имеется возможность чтения файлов осциллограмм.

Любые операции пользователей (например, по изменению данных, изменению параметров настройки т.д.) регистрируются в базе данных событий с указанием даты и времени.

Ведение журнала событий осуществляется в энергонезависимой памяти без возможности очищения (стирания, редактирования).

2.4.2 Работа с клавиатурой и дисплеем устройства

Устройство имеет встроенный интерфейс человек-машина (ИЧМ) с дисплеем и клавиатурой. Функции ИЧМ включают в себя

- ввод, изменение (с обязательным подтверждением паролем) и отображение уставок и других параметров настройки;
- отображение текущих действующих значений входных аналоговых величин, частоты, активной и реактивной мощности и в зависимости от функционала расчетных величин, используемых в алгоритме (например диффиренциальный и тормозной ток, угол между напряжениями при АПВ с КС);
- отображение результатов саморегистрации функционирования МП РЗА;
- ввод в действие и вывод из действия отдельных функций РЗА, входящих в состав МП РЗА;

- корректировку календаря и часов службы времени МП РЗА (если таковая предусмотрена);
- вывод значений моментов времени трех последних срабатываний каждой из функций, входящих в состав МП РЗА;
- вывод информации о расстоянии до места повреждения (если функция ОМП предусмотрена);
- вывод кода неисправности, выявленной средствами внутренней диагностики, чтение (просмотр) журнала событий

Переключение управления устройством с дистанционного на местное доступно только с использованием ИЧМ. Для местной работа с устройством без использования дополнительного оборудования используются встроенные дисплей и клавиатура.

После входа с соответствующими правами оперативному персоналу доступны следующие действия:

- ввод/вывод защит
- изменение уставок
- сохранение осциллограмм и журнала событий на внешний флеш накопитель
- оперирование функциональными кнопками и кнопками управления выключателем

Действия, которые без авторизации:

- ввод и отображение уставок и параметров;
- отображение текущих действующих параметров электрической сети;
- отображение результатов саморегистрации функционирования устройства;
- просмотр значений моментов времени последних срабатываний защит;

2.4.3 Дистанционное управление функциями РЗА

Устройство имеет возможность управлять функциями РЗА с помощью «виртуальных ключей». «Виртуальные ключи» выполнены в логике терминала. Состояние «виртуального ключа» хранится в энергонезависимой памяти устройства и не изменяет свое состояние при снятии оперативного тока или перезагрузке.

Управление «виртуальным ключом» выполняется:

- по месту с помощью кнопок терминала;
- дистанционно, путём управления из системы управления верхнего уровня.

Перевод управления осуществляется кнопкой «М/Д» на лицевой панели устройства.

В положении «МЕСТНОЕ», управление функциями АУВ возможно только кнопками терминала. В положении «ДИСТАНЦИОННОЕ» управление функциями АУВ осуществляется из системы управления верхнего уровня;

Состояние «виртуального ключа» отображается с помощью светодиодов на лицевой панели, показывающие состояние функции, управляемой данным ключом.

2.4.4 Регистрация аварийных событий

По усмотрению пользователя регистрируются:

- все аналоговые сигналы, как поступающие на устройство, так и расчетные;
- состояния дискретных входов и выходов, функций защит и автоматики, а также внутренние логические сигналы.

Условия пуска регистратора:

- по срабатыванию заданного логического (внутреннего) сигнала;
- по срабатыванию заданного дискретного (внешнего) сигнала;
- при действии на отключение вне зависимости от заданных условий пуска;

- измеренные и/или расчетные аналоговые величины.

Регистрация аварийных событий может вестись как в относительном времени (отсчитываемом от начала события в МП РЗА), так и в абсолютном астрономическом времени, синхронизируемом системой времени АСУ ТП энергообъекта.

Момент начала (пуска) регистрации определяется задаваемым пользователем набором внешних сигналов и внутренних параметров, определяющих функционирование устройства.

Регистрация (запись значения параметра с присвоением времени) производится не реже чем через 1 мс по каждому из параметров, выведенных на регистрацию. Погрешность регистрации дискретных сигналов не более 1 мс. Частота дискретизации сигналов не менее 20 выборок на период. Задержка времени пуска от начала аварийного процесса не должна превышать 10 мс

Предусмотрена запись параметров до начала регистрации (доаварийная запись) в течение времени от 0,1 до 0,5 с, устанавливаемого пользователем. Длительность записи после начала регистрации (аварийная запись) задаваемая, до 5 с. Полное время регистрации до 10 с, задаваемое.

Запись осциллограммы, при длительности процесса, превышающей полное время регистрации в одной осциллограмме, продолжается при сохранении условий пуска осциллографа, при этом полное время регистрации не превышает 35с. Количество сохраняемых осциллограмм зависит от их длительности, не менее 30.

Удаление данных регистрации (осциллограмм и записей журнала событий) осуществляется только вытеснением новыми записями старых без возможности выборочного удаления осциллограмм.

В регистраторе аварийных событий реализована блокировка от длительного пуска. Блокировка автоматически выводит из работы только длительно сработанный пусковой орган.
Если условия пуска сохраняются, то запись продолжается, но не более времени блокировки от длительного пуска.

Формат зарегистрированных данных соответствует IEC 60255-24 Edition 2.0 2013-04 с учетом требований п.4.5 СТО 59012820.29.020.006-2015 в редакции приказа №310 от 13.12.2017.

Формирование осциллограмм осуществляется в формате COMTRADE с поддержкой выдачи осциллограмм в АСУ ТП по протоколу IEC 61850-8-1 с использованием сервиса getFile, а также через встроенный SFTP-сервер.

Состав и именование файлов осциллограмм осуществляется в соответствии с требованиями, приведенными в р. 6.1.25.1 СТО 56947007-29.120.70.241-2017 «Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА».

При формировании осциллограммы на основе данных, получаемых в виде SV потока, устройство учитвает метку времени, соответствующую номеру SV пакета и вставляет значения в осциллограмму в соответствии с временем создания SV пакета, а не временем получения его приёмником.

Работа регистратора и операции с выводом и переписыванием информации не влияют на функционирование устройства.

Подробное описание работы компонента РАС приведено в разделе 7.

3 Маркировка и пломбирование

Маркировка устройства выполнена способом, обеспечивающим ее сохранность на все время эксплуатации устройства. Перечень информации, содержащейся в маркировке:

- наименование и условное обозначение;
- исполнение по напряжению оперативного питания;
- исполнение по интерфейсу линии связи;
- назначение светодиодов устройства;

- назначение клеммных соединений и разъемов устройства.
- заводской номер;
- товарный знак;
- дата изготовления;

Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним электрическим элементам корпус устройства следует опломбировать путем нанесения саморазрушающейся наклейки.

4 Упаковка

Устройства размещается в коробке из гофрированного картона.

Эксплуатационная документация уложена в потребительскую тару вместе с устройством.

В потребительскую тару вложена товаросопроводительная документация, в том числе упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и условное обозначение;
- дату упаковки;
- подпись лица, ответственного за упаковку.

5 Техническое обслуживание

В соответствии с требованиями соответствующих РД 34.35.613 и РД 34.35.617 (далее - Правила) в процессе эксплуатации устройства необходимо в установленные сроки и в полном объеме проводить следующие виды технического обслуживания:

Проверка при новом включении

Проверка устройств РЗА (в том числе вторичных цепей, измерительных трансформаторов, элементов приводов коммутационных аппаратов) проводится при новом включении защищаемого электрооборудования (или после реконструкции действующего) для оценки исправности аппаратуры и вторичных цепей, правильности схем соединений, настройки заданных параметров защиты, работоспособности устройств РЗА в целом.

Программа работ при новом включении устройств РЗА принимается в соответствии с действующими Правилами.

Внеочередная проверка

Внеочередная проверка проводится при частичном изменении схем, состава устройства, при замене отдельных элементов или при реконструкции устройств РЗА, при необходимости проверки и (или) изменения уставок или характеристик защиты.

Послеаварийная проверка

Послеаварийная проверка проводится для выяснения причин отказов функционирования или неясных действий устройств РЗА.

Периодическая проверка

Периодическая проверка проводится для оценки исправности аппаратуры и вторичных цепей (в том числе измерительных трансформаторов, элементов приводов коммутационных аппаратов), работоспособности устройств РЗА в целом.

6 Функции релейной защиты и автоматики

Функции РЗА устройства реализуются с помощью логических блоков. Конфигурирование функций РЗА выполняется с помощью программы «TOPAZ Model Creator». ПО «TOPAZ Model

Creator» описано в «TOPAZ MODEL CREATOR. Руководство оператора». В данном разделе описаны функции РЗА устройства и способы их построения.

Перечень логических блоков устройства приведен в таблице 9.

Таблица 9. Перечень логических блоков.

Название	Описание
Блоки первичных измерений	
U4RMXU	Блок вычисления параметров основной гармоники трехфазной системы напряжений.
I4RMXU	Блок вычисления параметров основной гармоники трехфазной системы токов.
I4U4RMXU	Блок вычисления параметров основной гармоники трехфазных системы токов и напряжений.
U1RMXN	Блок вычисления параметров основной гармоники одной фазы напряжения.
I1RMXN	Блок вычисления параметров основной гармоники одной фазы тока.
MHAI	Блок вычисления параметров высших гармоник трехфазной системы
MHAN	Блок вычисления параметров высших гармоник одной фазы.
PHAR	Узел универсального реле высших гармоник с выдержкой времени
P1PHAR	Узел универсального однофазного реле высших гармоник с выдержкой времени.
Блоки произвольных измерений	
MSQI	Блок разложения трехфазных систем векторов тока и напряжения на симметричные составляющие.
MMXU	Блок вычисления производных параметров режима электрической сети
Оперативное управление выключателем	
CSWI	Блок оперативного управления выключателем
Автоматика управления выключателем.	
XCBR	Блок автоматики управления выключателем
SCBR	Блок диагностики состояния выключателя
SOPM	Блок диагностики состояния привода
Токовые защиты	
P1PTOC	Максимальное токовое реле с выдержкой времени с работой по одной фазе тока
APTOC	Блок максимального токового реле с выдержкой времени с работой по трехфазной системе токов или току нулевой последовательности

Название	Описание
PVOC	Блок, дополняющий АРТОС встроенным ПОН.
BPTOC	Блок максимального токового реле с выдержкой времени с работой по току небаланса, току обратной последовательности или соотношении тока обратной последовательности к току прямой последовательности.
Защиты по напряжению	
PTOV	Блок максимального реле напряжения с выдержкой времени.
P1PTOV	максимальное реле напряжения с выдержкой времени с работой по одной фазе напряжения.
PTUV	Блок минимального реле напряжения с выдержкой времени.
P1PTUV	минимальное реле напряжения с выдержкой времени с работой по одной фазе напряжения.
PVRC	Блок максимального реле скорости изменения напряжения с выдержкой времени.
Частотные защиты	
PTOF	Блок максимального реле частоты с выдержкой времени.
PTUF	Блок минимального реле частоты с выдержкой времени.
PFRC	Блок максимального реле скорости изменения частоты с выдержкой времени.
Автоматическое повторное включение	
TRREC	АПВ после действия защит
FVRREC	АПВ после действия автоматики разгрузки
CFVRREC	Узел автоматического повторного включения после действия АЧР, АЧРС, АОСН (централизованного типа)
Контроль цепей напряжения	
VVSPVC	Контроль ЦН с использованием напряжений звезды и треугольника
VCSPVC	Контроль ЦН с использованием напряжений звезды и треугольника, а также фазных токов.
Блоки с программируемой логикой	
APTRC	Узел формирования общего отключения
GAPC	Блок общего назначения с определяемой пользователем логикой.
Другие блоки защиты автоматики	
SARC	Блок дуговой защиты
RBRF	Блок УРОВ

Название	Описание
AATS	Блок АВР/АВНР
SVPI	Блок определения наличия/отсутствия напряжения на СШ
RDIR	Орган направления мощности
PPDIS	Трехфазный дистанционный орган от междуфазных КЗ
SPDIS	Однофазный дистанционный орган
RPSB	Детектор качаний в энергосистеме
PSDE	Чувствительное реле ОЗЗ

6.1 Максимальная токовая защита

Устройство содержит многоступенчатую максимальную токовую защиту (МТЗ). Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб МТЗ***».

Значение срабатывания ИО тока ступеней МТЗ определяется уставкой «***Iср МТЗ***».

Выдержка времени на срабатывание ступеней МТЗ определяется уставкой «***Тср МТЗ***».

Каждая из ступеней может быть выполнена с пуском/без пуска по напряжению (используется ЛУ PVOC). Пуск по напряжению вводится уставкой «***РежимПОН МТЗ***».

Каждая из ступеней может быть выполнена направленной. Направленность ступени вводится уставкой «***Реж.напр МТЗ***».

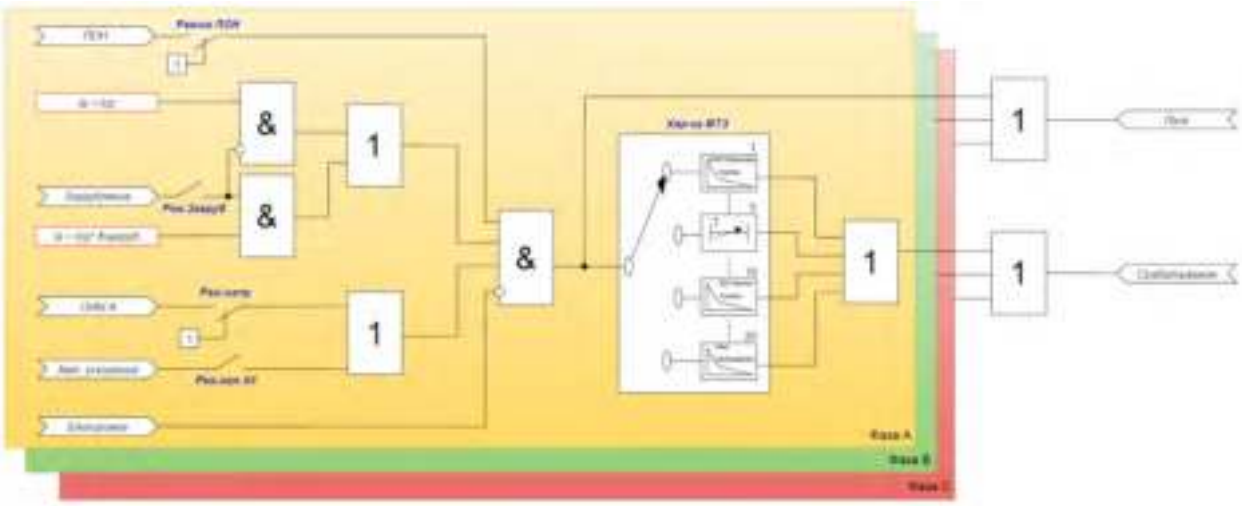


Рисунок 1 – Логическая схема работы ступени МТЗ

При пуске любой ступени МТЗ, действующей на отключение, формируется сигнал «***Пуск общий МТЗ***».

Для каждой ступени предусмотрена функция «загрубления» по току, которая вводится в работу уставкой «***Реж.Загруб МТЗ***». Функция «загрубления» активируется по факту пропадания РПО или блоком детекции броска тока намагничивания.

Каждая ступень МТЗ имеет как зависимую характеристику выдержки времени, так и независимые. Выбор характеристики выдержки времени осуществляется уставкой «***Хар-ка МТЗ***». Для выбора доступно 20 характеристик.

Зависимая выдержка времени на срабатывание для характеристик с 1 по 16 определяется по выражению:

$$T_{\text{ср}} = \left(\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{\text{ср}}}\right)^{\text{C}} - E} + B \right) * K_t$$

где *I* – измеряемое значение;

Iср – уставка срабатывания пускового органа;

Kt – множитель времени;

A, *B*, *C*, *E* – коэффициенты, определяющие форму кривой срабатывания (см. табл. 1).

Таблица 10 – Коэффициенты, определяющие форму кривой выдержки времени

Номер хар-ки	Название характеристики	A	B	C	D	E
1	ANSI Extremely Inverse	28,2	0,1217	2	29,1	1
2	ANSI Very Inverse	19,61	0,491	2	21,6	1
3	ANSI Normal Inverse	0,0086	0,0185	0,02	0,46	1
4	ANSI Moderately Inverse	0,0515	0,114	0,02	4,85	1
5	Независимая	-	-	-	-	-
6	ANSI Long Time Extremely Inverse	64,07	0,25	2	30	1
7	ANSI Long Time Very Inverse	28,55	0,712	2	13,46	1
8	ANSI Long Time Inverse	0,086	0,185	0,02	4,6	1
9	IEC Normal Inverse	0,14	0	0,02	-	1
10	IEC Very Inverse	13,5	0	1	-	1
11	IEC Inverse	0,14	0	0,02	-	1
12	IEC Extremely Inverse	80	0	2	-	1
13	IEC Short Time Inverse	0,05	0	0,04	-	1
14	IEC Long Time Inverse	120	0	1	-	1
15	Независимая	-	-	-	-	-
16	RI типа	-4.2373	0	-1	-	1.4364

Зависимая выдержка времени на срабатывание для 17 характеристики (RXIDG – типа) определяется по выражению:

$$T_{\text{ср}} = 5{,}8 - 1{,}35 * \ln\left(\frac{I}{I_{\text{ср}} * K_t}\right)$$

Зависимая выдержка времени на срабатывание для 18 характеристики (Крутая, аналог РТВ-1) определяется по выражению:

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{30 * \left(\frac{I}{I_{\text{ср}}} - 1\right)^3} + T_{\text{уст}}$$

где $T_{уст}$ – уставка по времени срабатывания

Зависимая выдержка времени на срабатывание для 19 характеристики (Пологая, аналог РТ-80, РТВ – IV) определяется по выражению:

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{20 * \left(\frac{\left(\frac{I}{I_{\text{ср}}} - 1 \right)}{6} \right)^{1,8}} + T_{\text{уст}}$$

Таблица 11 – Перечень уставок ступени МТЗ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб МТЗ	APTOC.Mod	Ввод в работу ступени МТЗ	1 – Включено 5 – Отключено
Iср МТЗ	APTOC.StrVal	Ток срабатывания МТЗ	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
Тср МТЗ	APTOC.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание МТЗ	От 0 до 1 000 000 мс
Реж.напр МТЗ	APTOC.DirMod	Выбор режима направленности ступени МТЗ	1 – Ненаправленная ступень 2 – Вперед 3 – Назад
Кзагруб МТЗ	APTOC.StrValMult	Коэффициент «загрубления» уставки по току	От 1 до 10 о.е.
Хар-ка МТЗ	APTOC.TmACrv	Характеристика срабатывания	1- ANSI Extremely Inverse 2- ANSI Very Inverse 3- ANSI Normal Inverse 4- ANSI Moderately Inverse 5- Независимая 6- ANSI Long Time Extremely Inverse 7- ANSI Long Time Very Inverse 8- ANSI Long Time Inverse 9- IEC Normal Inverse 10- IEC Very Inverse 11- IEC Inverse 12- IEC Extremely Inverse 13- IEC Short Time Inverse 14- IEC Long Time Inverse 15- Независимая 16- RI типа 17- RXIDG типа 18- Крутая (аналог РТВ-1)

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
			19- Пологая (аналог РТ-80, РТВ-IV) 20-Пользовательская характеристика
Квремени МТЗ	АРТОС.TmMult	Коэффициент времени	От 0 до 1 о.е.
РежРазреш МТЗ	АРТОС.EnaOp	Режим разрешающего входа МТЗ	0 – Отключено 1 – Включено

Для построения конфигурации МТЗ используются следующие логические узлы (ЛУ):
1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, I4RMXN;
2. ЛУ ступени МТЗ – АРТОС или ЛУ ступени МТЗ со встроенным ПОН – PVOC.

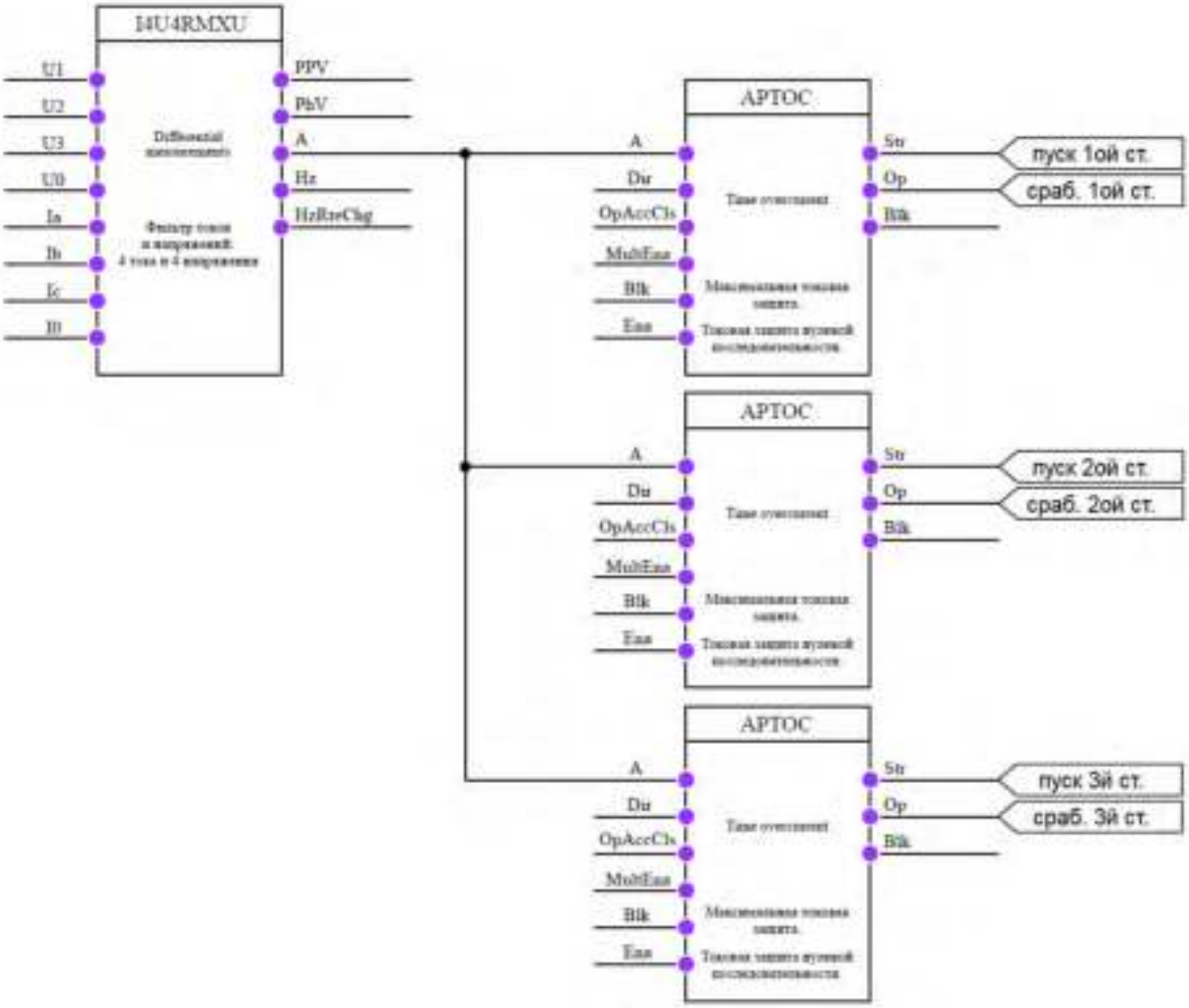


Рисунок 2 – Конфигурация трехступенчатой МТЗ

6.1.1 Ускорение МТЗ

В устройстве реализовано автоматическое ускорение (АУ) и оперативное ускорение (ОУ) ступеней МТЗ. В качестве ускоряемой ступени может быть выбрана любая ступень.

Режим АУ вводится уставкой «***Ввод АУ МТЗ***». АУ активируется по факту пропадания сигнала РПО на время, определяемое уставкой «***Твввода АУ МТЗ***». Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени при АУ определяется уставкой «***Тср АУ МТЗ***». Автоматическое

ускорение может быть с контролем отсутствия напряжения на линии. Данный контроль вводится в работу уставкой «***КонтУлинии***». Режим вывода направленности ступени МТЗ при АУ осуществляется через уставку «***Реж.нап.АУ МТЗ***».

Режим ОУ вводится оперативным ключом «***Ввод ОУ МТЗ***». Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени при ОУ определяется уставкой «***Тср ОУ МТЗ***».

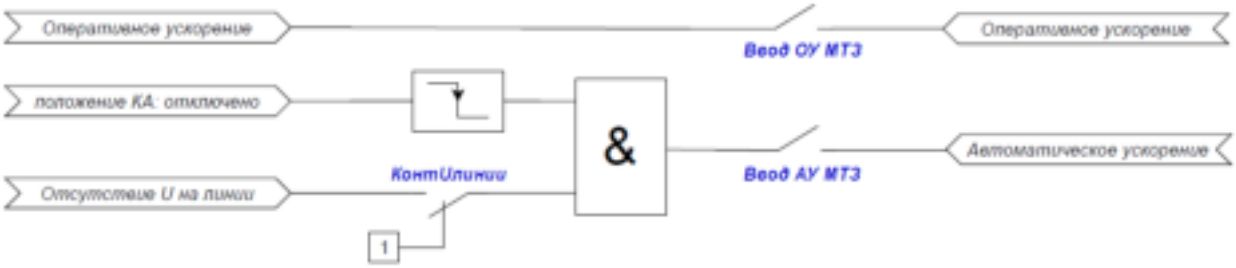


Рисунок 3 – Логическая схема ускорения МТЗ

Таблица 12 – Перечень уставок ускорения МТЗ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Ввод АУ МТЗ	PSOF.EnaMod	Автоматическое ускорение ступени МТЗ	0 – Отключено 1 – Включено
Твввода АУ МТЗ	PSOF.ActTmmsCls	Время действия автоматического ускорения МТЗ	От 0 до 1 000 000 мс.
Тср АУ МТЗ	PSOF.OpDlTmmsCls	Выдержка времени на срабатывание ступени МТЗ при АУ	От 0 до 1 000 000 мс.
КонтУлинии	PSOF.OpMod	Контроль напряжения на линии при АУ	0 – Отключено 1 – Включено
Реж.нап.АУ МТЗ	APTOC.NDirModCls	Вывод направленности при АУ	0 – АУ направленная 1 – АУ ненаправленная
Ввод ОУ МТЗ	PSOF.ManAcc	Ключ активации ОУ	0 – Отключено 1 – Включено
Тср ОУ МТЗ	PSOF.OpDlTmmsMan	Выдержка времени на срабатывание ступени МТЗ при ОУ	От 0 до 1 000 000 мс.

Для реализации автоматического ускорения ступеней МТЗ дополнительно необходимы следующие ЛУ:

1. ЛУ управления выключателем – XCBR;
2. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
3. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
4. ЛУ ускорения действия защит – PSOF.

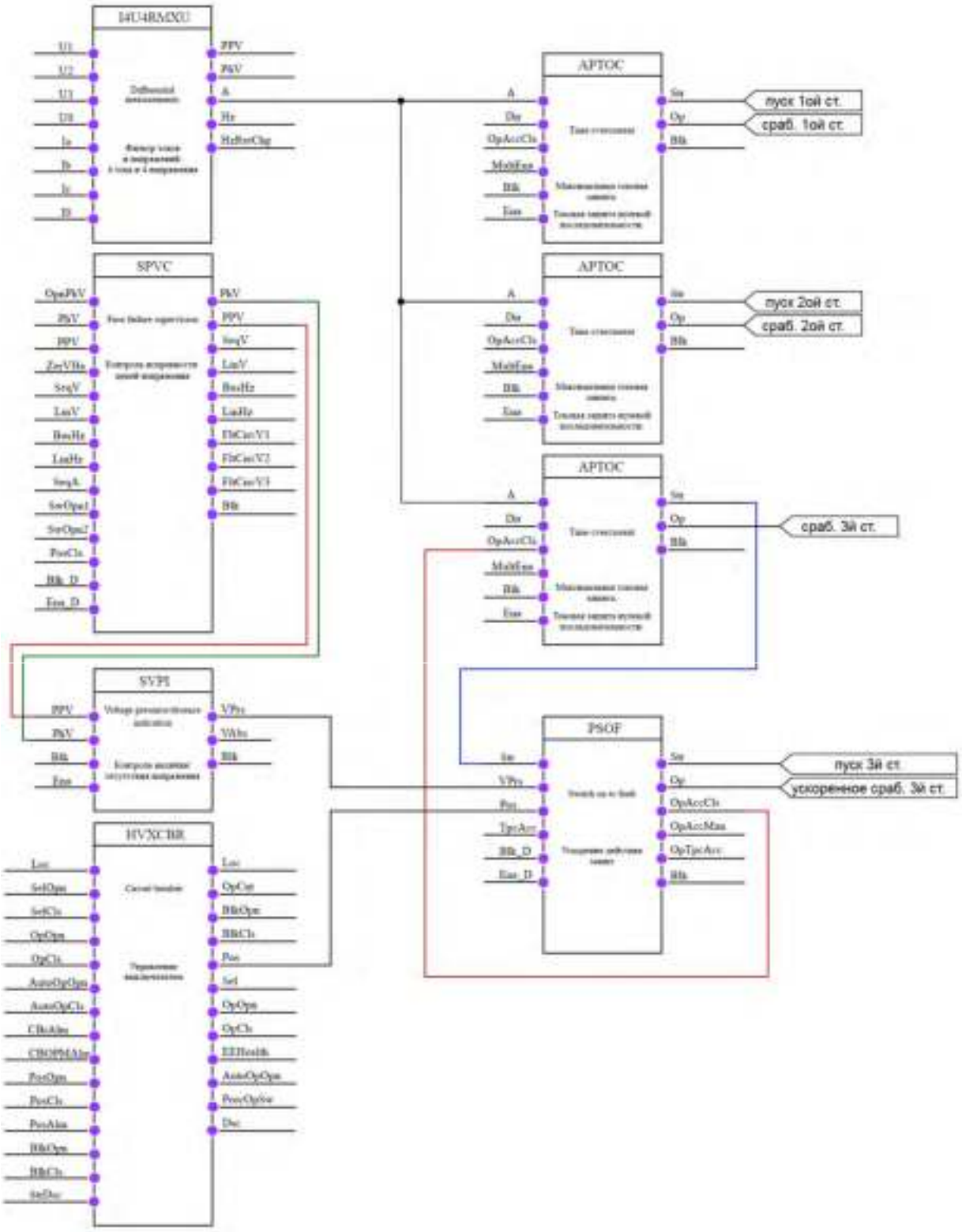


Рисунок 4 – Конфигурация трехступенчатой МТЗ с реализацией ускорения третьей ступени

6.1.2 Орган направления мощности

Орган направления мощности (ОНМ) включает независимые органы для каждой фазы и определяет направление тока, как в условиях нормального режима, так и в условиях режима КЗ. Для сохранения направленности ОНМ при близких КЗ, когда напряжение близко к нулю, используется напряжение предаварийного режима (контур памяти). Основной функцией органа направления мощности является блокировка срабатывания ступеней при коротком замыкании

«за спиной». Для определения направления тока ОНМ использует фазный ток (рабочая величина) и междуфазное напряжение (поляризующая величина). Для поляризации фазного тока используется междуфазное напряжение двух других фаз (кросс-поляризация).

Защищаемая фаза	Рабочий ток	Напряжение поляризации
Фаза А	*Ia*	*Ubc*
Фаза В	*Ib*	*Uca*
Фаза С	*Ic*	*Uab*

При обнаружении неисправности цепей напряжения максимальная токовая защита может перейти в ненаправленный режим работы или заблокировать работу ступеней, выбор действия осуществляется уставкой «***ОНМнеиспрЦН***».

ОНМ имеет регулируемые уставки:

1. Угол максимальной чувствительности («***φ м.ч.***») - отсчитывается против часовой стрелки от поляризующей величины.

2. Верхняя и нижняя границы зоны прямого направления («***max∠пр.нап***» и «***min∠пр.нап***». Отсчитываются от линии максимальной чувствительности.

3. Верхняя и нижняя границы зоны обратного направления («***max∠об.нап***» и «***min∠об.нап***»). Отсчитываются от линии максимальной чувствительности.

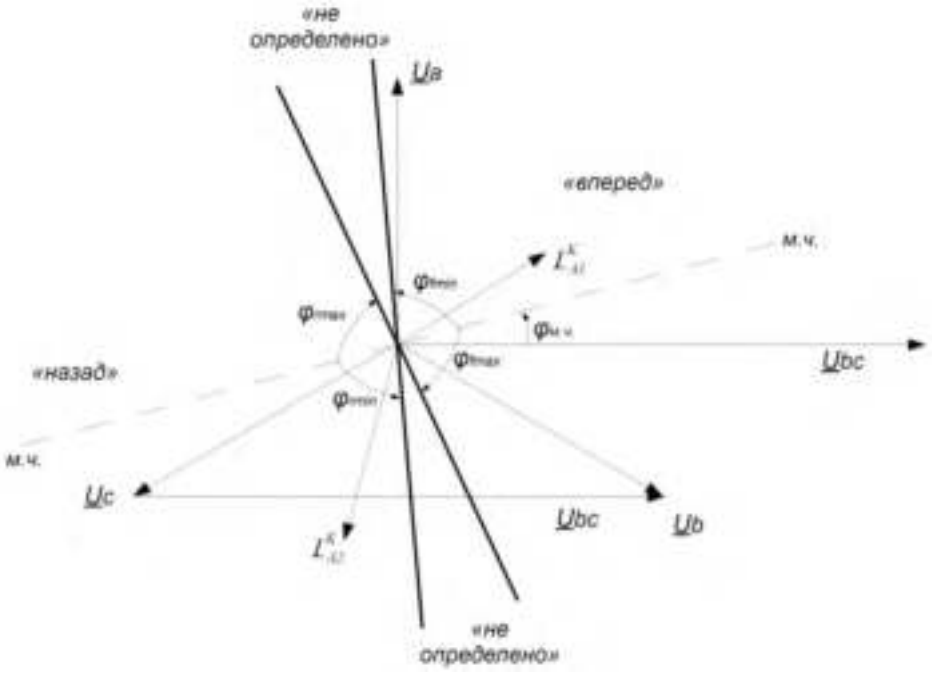


Рисунок 5 – Диаграмма работы органа направления мощности

Минимальный рабочий ток, необходимый для работы ОНМ, определяется уставкой «***Imin ОНМ***». Минимальное рабочее напряжение, необходимое для работы ОНМ, определяется уставкой «***Umin ОНМ***». Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения определяется уставкой «***Кпред.реж ОНМ***».

Таблица 13 – Перечень уставок ОНМ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
ОНМнеиспрЦН	APTOC.VCFMod	Сигнал на выходе блока ОНМ при неисправности ЦН	1 – Блокировка
			2 – Разрешение
φ м.ч.	RDIR.ChrAng	Угол максимальной чувствительности	От -180 до 180 градусов

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
max∠пр.нап	RDIR.MaxFwdAng	Максимальный угол в прямом направлении	От 0 до 90 градусов
min∠пр.нап	RDIR.MinFwdAng	Минимальный угол в прямом направлении	От -90 до 0 градусов
max∠об.нап	RDIR.MaxRvAng	Максимальный угол в обратном направлении	От 0 до 90 градусов
min∠об.нап	RDIR.MinRvAng	Минимальный угол в обратном направлении	От -90 до 0 градусов
Imin ОНМ	RDIR.BlkValA	Минимальный рабочий ток ОНМ	От 0 до 50 000 А
Umin ОНМ	RDIR.BlkValV	Минимальное рабочее напряжение ОНМ	От 0 до 1 500 000 В
Кпред.реж	RDIR.PreFltCff	Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения	От 0 до 1 о.е.

Для реализации органа направления мощности необходимо дополнительно использовать ЛУ RDIR (ЛУ, в котором реализована функция ОНМ).

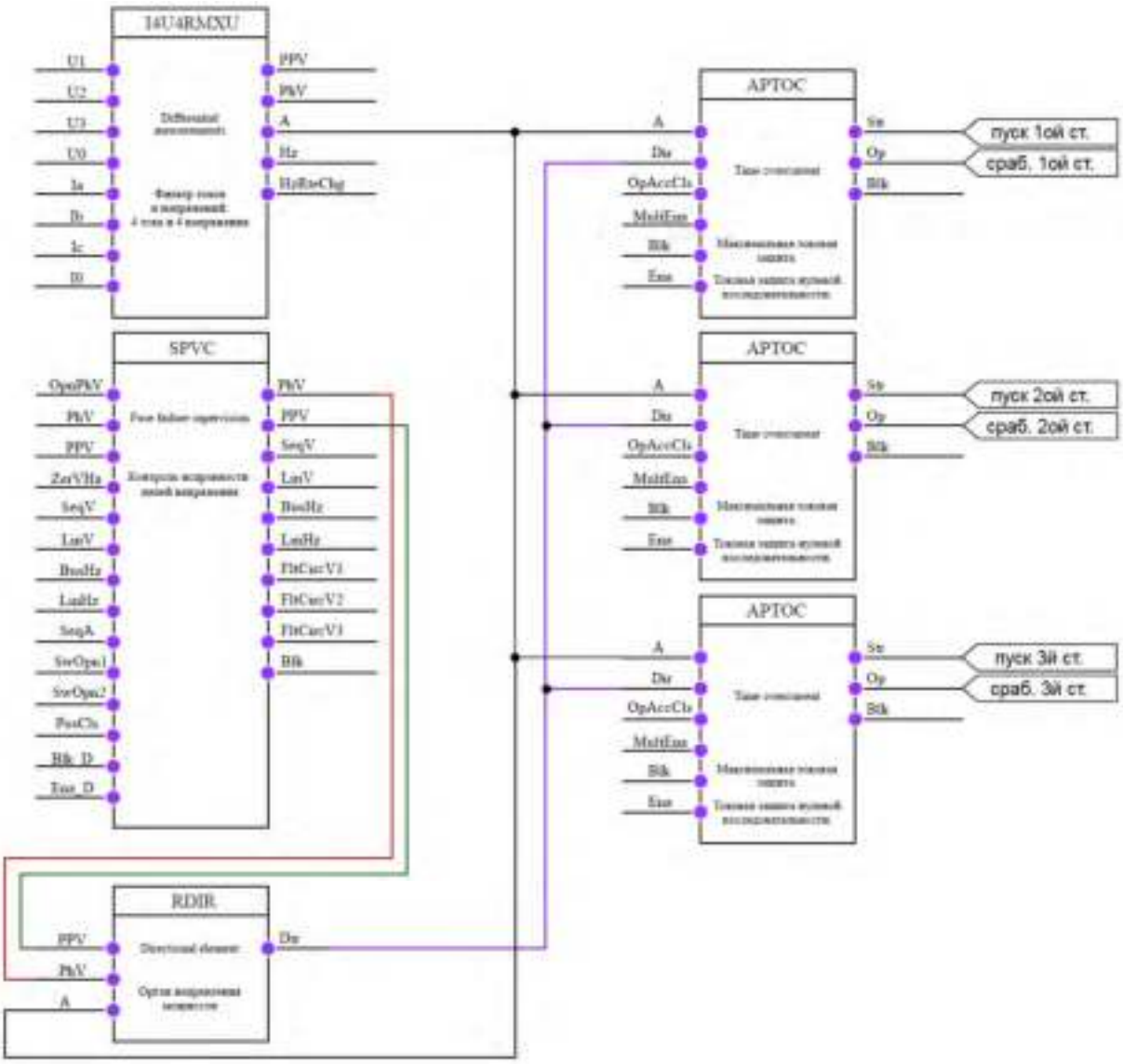


Рисунок 6 – Конфигурация направленной трехступенчатой МТЗ

6.1.3 Пуск по напряжению (вольтметровая блокировка)

При использовании максимальных токовых защит иногда возникает сложность в обнаружении удаленных коротких замыканий. Если при удаленном коротком замыкании в устройстве протекает ток ниже уставки срабатывания ступени, то вольтметровая блокировка (ВМБ) может быть использована для повышения чувствительности защиты. Также контроль снижения напряжения может быть использован для контроля срабатывания дуговой защиты. Пуск по снижению любого из линейных напряжений может быть дополнен комбинированным пуском по повышению напряжения обратной последовательности. Ввод комбинированного пуска по напряжению обратной последовательности производится уставкой «***РежимПОН МТЗ***».

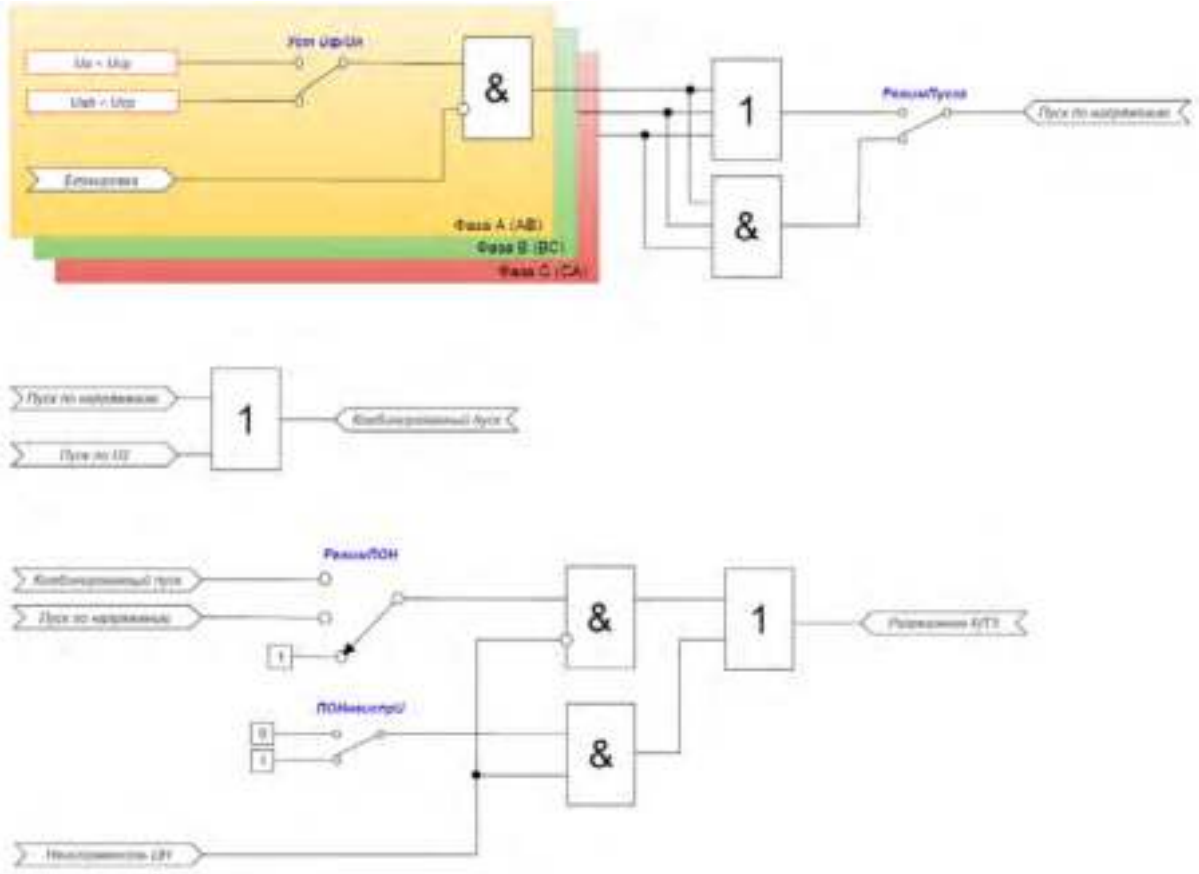


Рисунок 7 – Логическая схема работы пускового органа по напряжению

При обнаружении неисправности цепей напряжения сигнал пуска по напряжению может заблокировать работу ступеней или разрешить, выбор действия осуществляется уставкой «***ПОНнеиспрU***».

Таблица 14 – Перечень уставок ПОН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
РежимПОН МТЗ	PVOC.VCMod	Выбор режима работы ПОН	1 – ПОН выведен
			2 – Комбинированный пуск
			3 – Пуск по напряжению
ПОНнеиспрU	PVOC.VCFailMod	Сигнал на выходе блока ПОН при неисправности ЦН	1 – Блокировка
			2 – Разрешение
Уст Uф/Uл	PVOC.isPPV	Селектор фазные/линейные напряжения	0 – Фазные
			1 – Линейные
РежПускаU	PVOC.StrModV	Выбор режима пуска	1 – Трехфазный
			2 – Однофазный
Uср МТЗ	PVOC.StrValV	Напряжение срабатывания вольтметровой блокировки	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
U2/U0_ср	PVOC.StrValNegV	Напряжение срабатывания комбинированного пуска по U2	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В

Для реализации МТЗ с ПОН необходимо дополнительно использовать ЛУ PVOC, MSQI и VCSPVC.

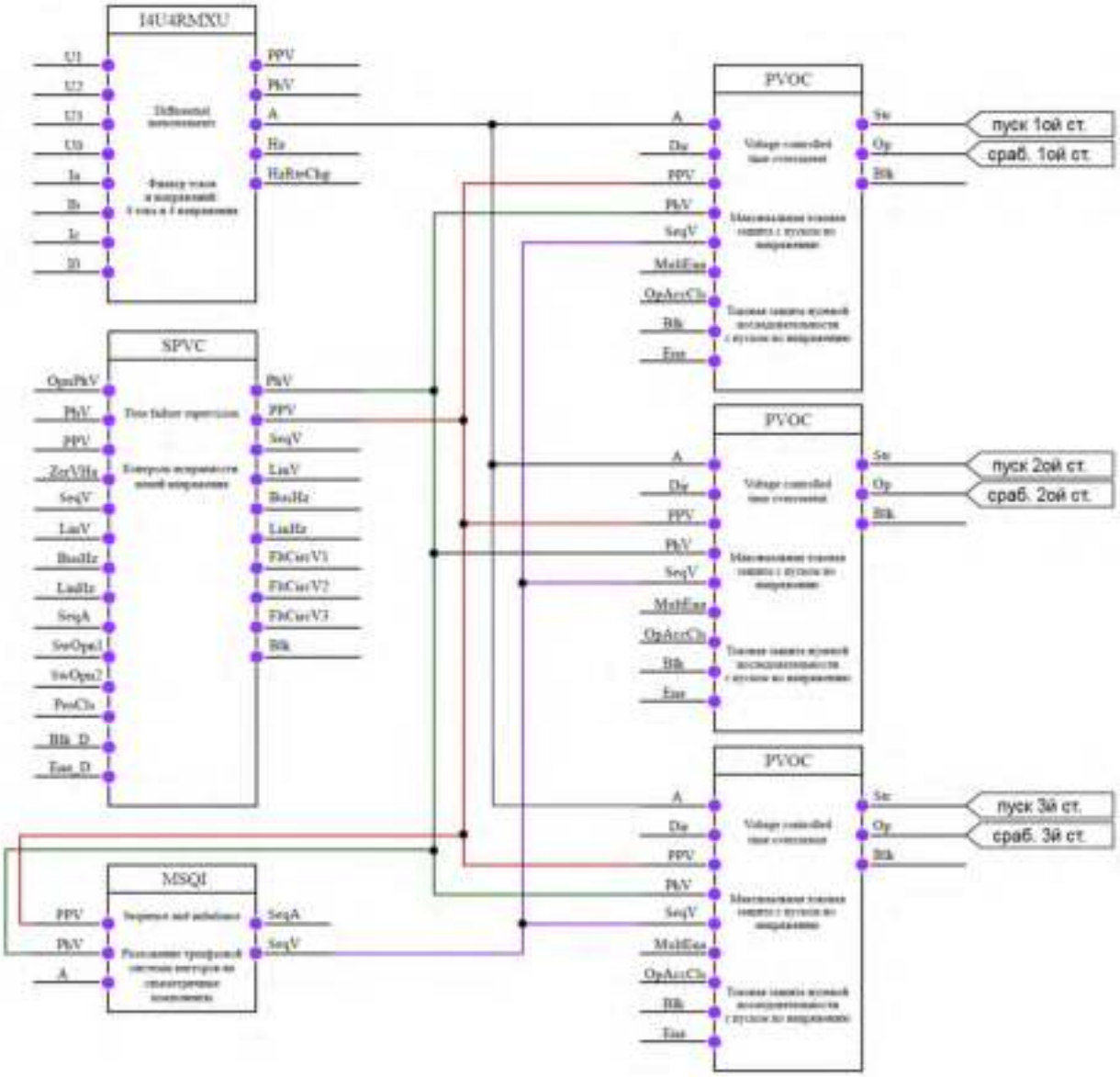


Рисунок 8 – Конфигурация трехступенчатой МТЗ с ПОН

6.1.4 Функция «загрубления» по току

Для реализации «загрубления» по току от блока детекции БНТ дополнительно необходимо использовать следующие ЛУ: Фильтр высших гармоник – MHAI и Универсальное реле высших гармоник – PHAR.

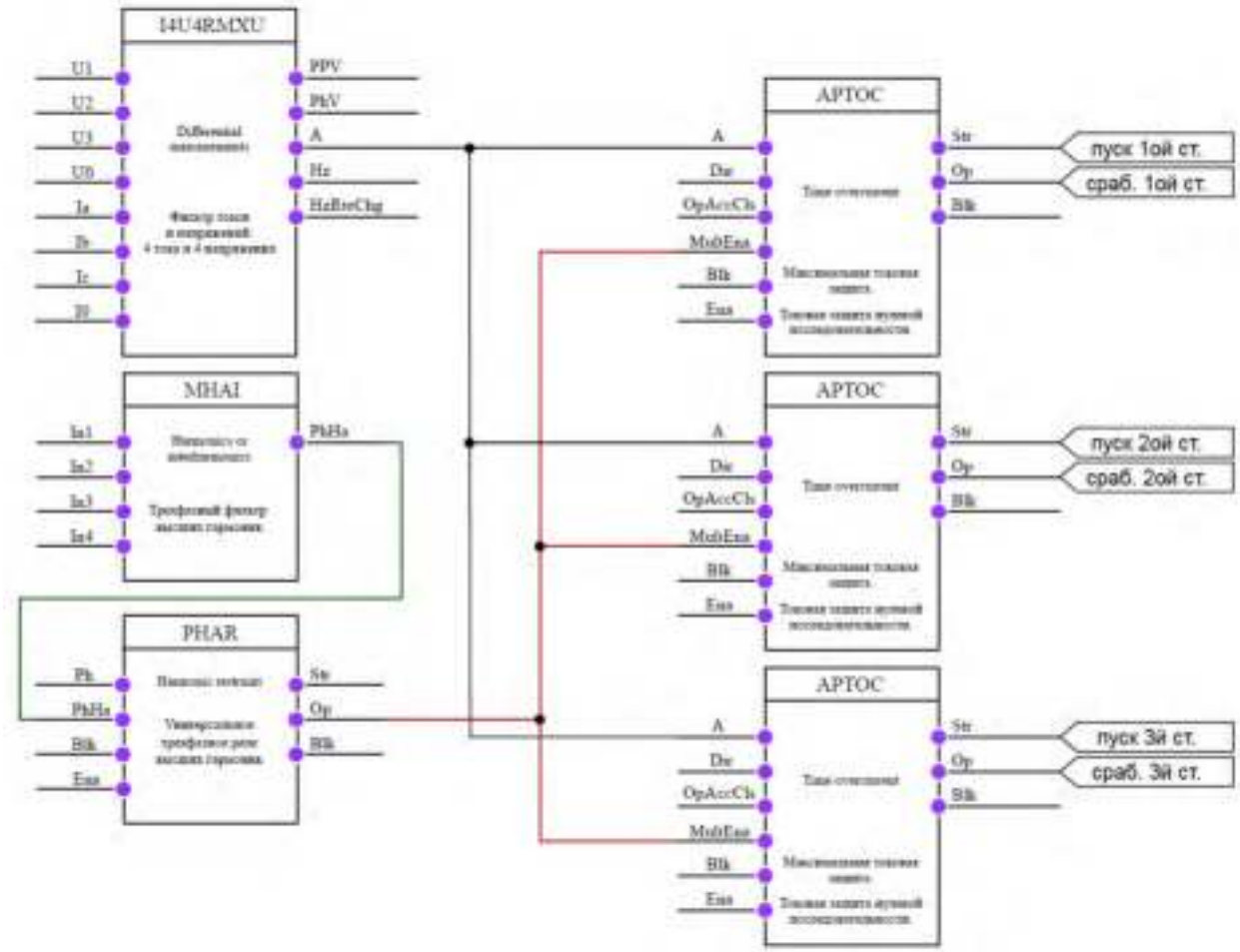


Рисунок 9 – Конфигурация трехступенчатой МТЗ с функцией «загрубления» по току от блока детекции БНТ

6.2 Логическая защита шин

Логическая защита шин вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЛЗШ***».

Устройство позволяет организовать как параллельную, так и последовательную схему работы ЛЗШ. Последовательная схема предусматривает использование нормально замкнутых контактов реле «***Пуск общий МТЗ***» у устройств защиты отходящих присоединений, параллельная схема предусматривает использование нормально разомкнутых контактов реле.

Предусмотрен контроль целостности схемы ЛЗШ. При наличии сигнала блокировки ЛЗШ в течении времени, превышающем 5 секунд, выдается сигнал о неисправности схемы ЛЗШ.

Работа ЛЗШ может быть выполнена с пуском/без пуска по напряжению. Пуск по напряжению вводится программной накладкой «***РежимПОН ЛЗШ***».

Таблица 15 – Перечень уставок ЛЗШ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
УстРежРаб ЛЗШ	PVOC.Mod	Ввод в работу ЛЗШ	1 – Включено
			5 – Отключено
РежимПОН ЛЗШ	PVOC.VCMod	Работа ЛЗШ с пуском по напряжению	1 – ПОН выведен
			2 – Комбинированный пуск

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
			3 – Пуск по напряжению
Iср ЛЗШ	PVOC.StrVal	Ток срабатывания ЛЗШ	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
Тср ЛЗШ	PVOC.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ЛЗШ	От 0 до 1 000 000 мс
РежРазреш ЛЗШ	PVOC.EnaOp	Режим разрешающего входа ЛЗШ	0 – Отключено
			1 – Включено

Схема организации логической защиты шин на подстанции приведена на рисунках 10 и 11.

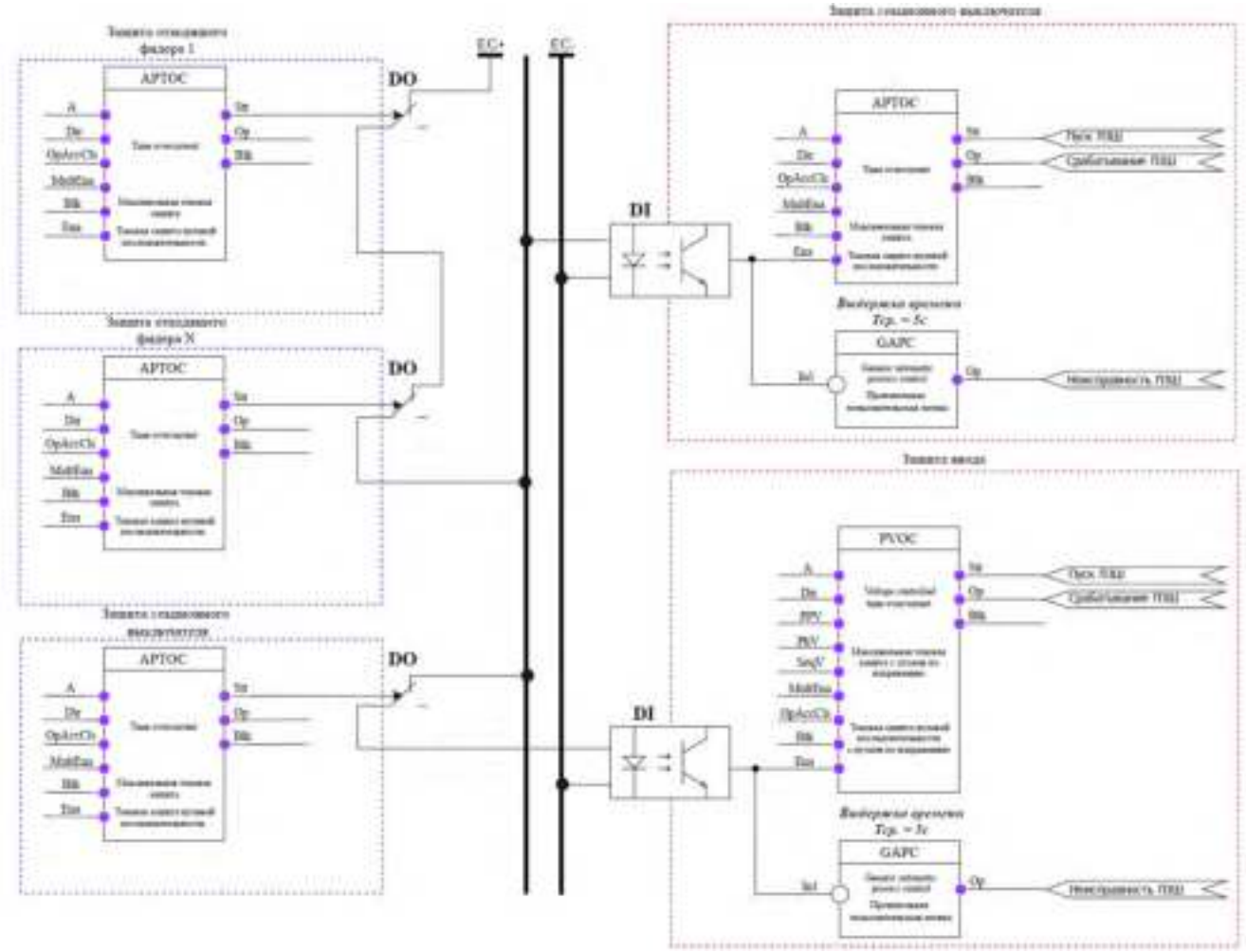


Рисунок 10 –Последовательная схема организации работы ЛЗШ (PVOC.Ena_D – разрешающий вход. Активируется через уставку «РежРазреш ЛЗШ»)

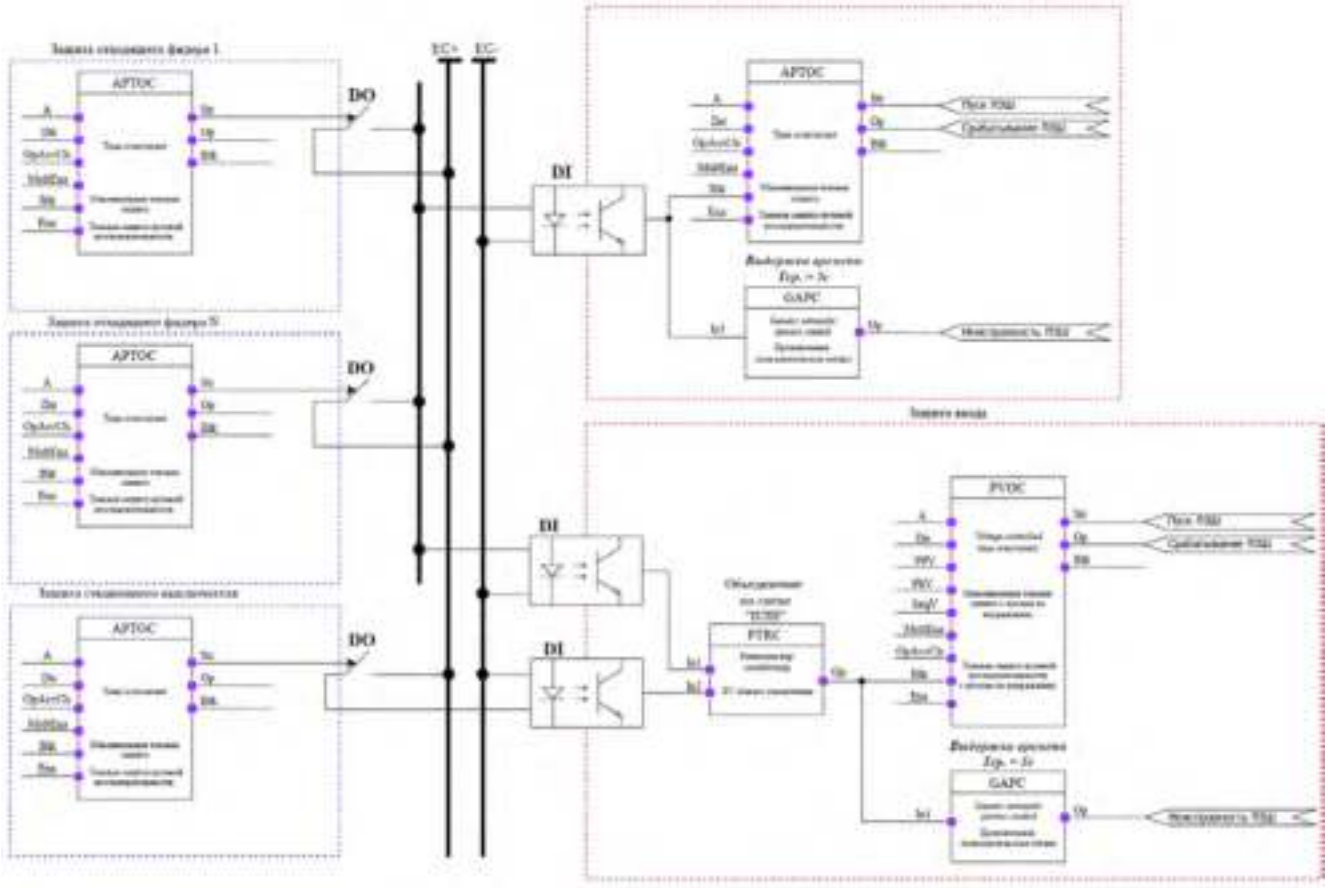


Рисунок 11 –Параллельная схема организации работы ЛЗШ (PVOC.Blk_D – блокирующий вход)

6.3 Защита от однофазных замыканий на землю

Устройство содержит многоступенчатую защиту от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ). Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЗОЗЗ***».

Каждая ступень может быть выполнена одним из следующих способов:

- по напряжению нулевой последовательности 3Uo;
- по току нулевой последовательности 3Io;
- по току нулевой последовательности с пуском от напряжения нулевой последовательности;
- по направлению мощности нулевой последовательности;
- по направлению активной мощности нулевой последовательности.

6.3.1 Ступень ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности

Значение срабатывания ИО напряжения ступеней ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности определяется уставкой «***Uср ЗОЗЗ***».

Выдержка времени на срабатывание ступеней ЗОЗЗ определяется уставкой «***Тср ЗОЗЗ***».

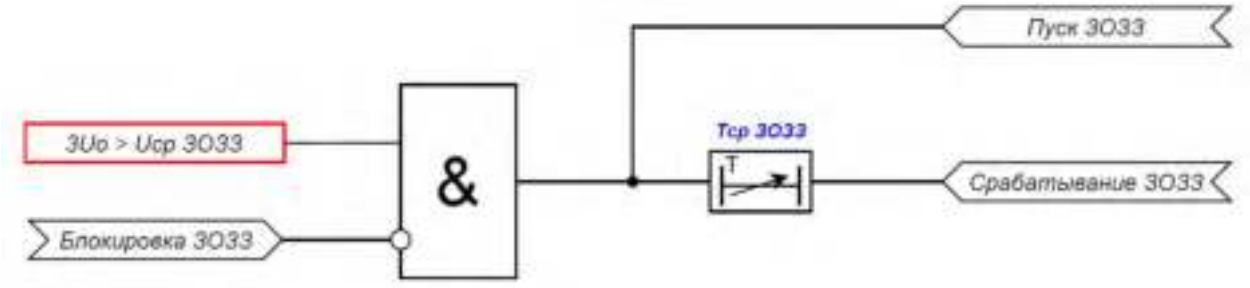


Рисунок 12 – Логическая схема работы ступени ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности

Таблица 16 – Перечень уставок ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗОЗЗ	PTOV.Mod	Ввод в работу ступени ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности	1 – Включено
			5 – Отключено
Uср ЗОЗЗ	PTOV.StrVal	Напряжение срабатывания ЗОЗЗ	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Tср ЗОЗЗ	PTOV.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ступени ЗОЗЗ	От 0 до 1 000 000 мс.

Для построения конфигурации ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, U1RMXN;
2. ЛУ ступени ЗОЗЗ – PTOV, P1PTOV;
3. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC.

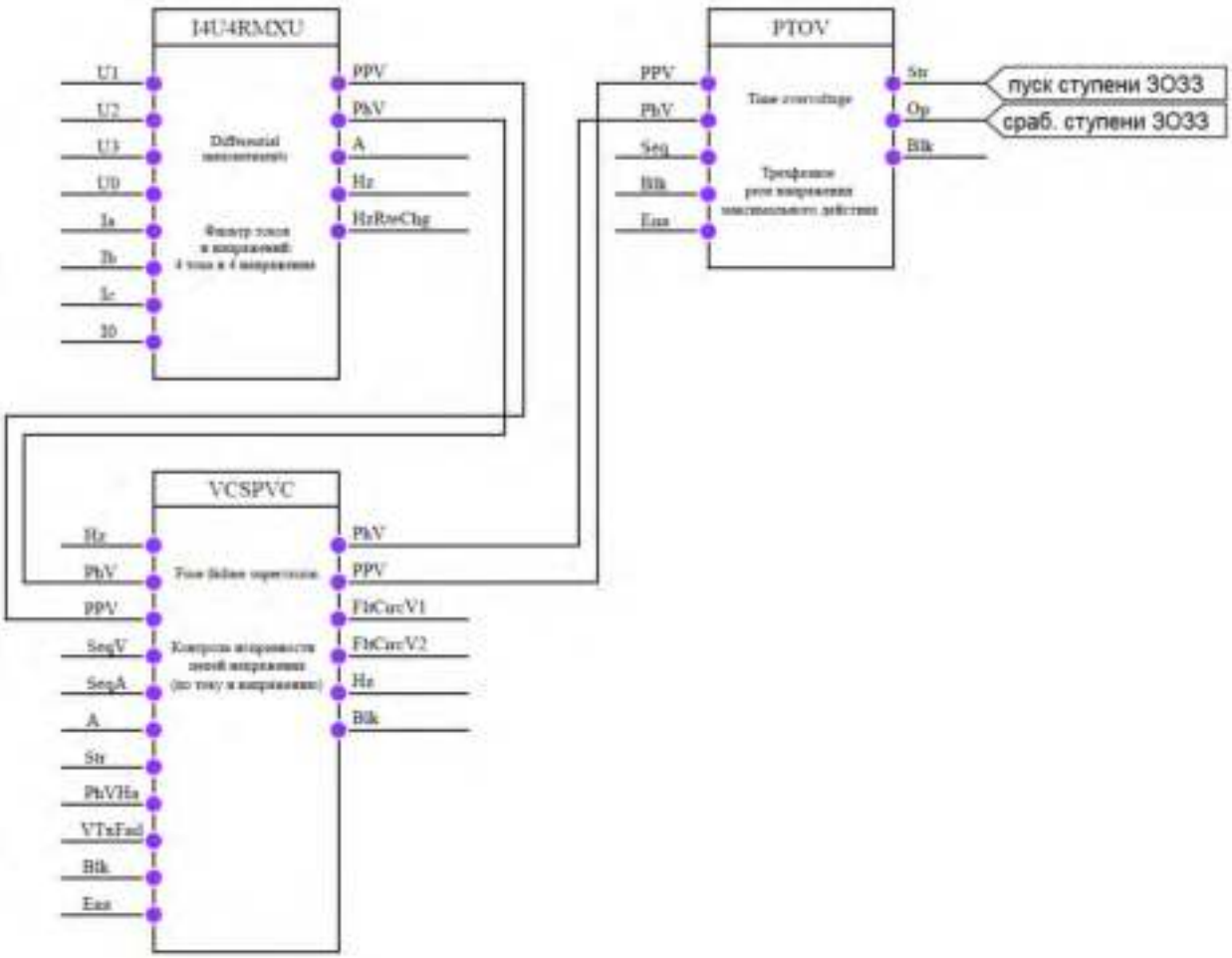


Рисунок 13 – Конфигурация ступени 3О33 по напряжению нулевой последовательности (Вариант 1)

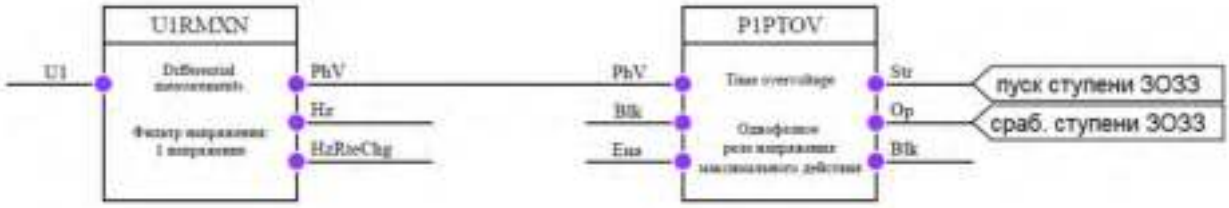


Рисунок 14 – Конфигурация ступени 3О33 по напряжению нулевой последовательности (Вариант 2)

6.3.2 Ступень 3О33 по току нулевой последовательности

Значение срабатывания ИО тока ступеней 3О33 определяется уставкой «***Iср 3О33***».

Выдержка времени на срабатывание ступеней 3О33 определяется уставкой «***Тср 3О33***».

Для повышения чувствительности 3О33 по току нулевой последовательности может быть выполнена с контролем пуска реле напряжения нулевой последовательности, уставка которого задается через «***U2/U0_ср 3О33***».

Ступень 3О33 по току нулевой последовательности может быть выполнена с зависимой или с независимой выдержкой времени, выбор осуществляется уставкой «***Хар-ка 3О33***». Для выбора доступно 20 характеристик (см. раздел 6.1 – максимальная токовая защита).

Для реализации защиты с относительным замером тока нулевой последовательности необходимо наличие шинки блокировки 3О33 присоединений и характеристики «*RXIDG-типа*».

Алгоритм работы групповой ЗОЗЗ основан на том, что при протекании тока нулевой последовательности, возникающего при однофазном замыкании на землю, происходит пуск групповой защиты нескольких присоединений. Однако через поврежденное присоединение протекает максимальный ток нулевой последовательности, вследствие чего защита данного присоединения срабатывает раньше, формируя при этом сигнал блокировки ЗОЗЗ остальных присоединений.

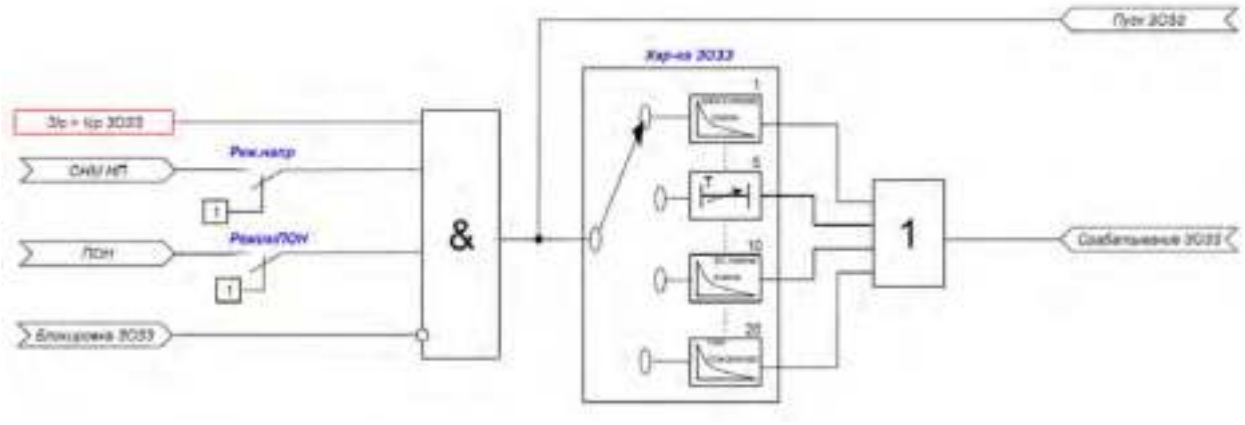


Рисунок 15 – Логическая схема работы ступени ЗОЗЗ по току нулевой последовательности

Таблица 17.1 – Перечень уставок ЗОЗЗ по току нулевой последовательности

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗОЗЗ	APTOC.Mod	Ввод в работу ступени ЗОЗЗ по току нулевой последовательности	1 – Включено 5 – Отключено
Iср ЗОЗЗ	APTOC.StrVal	Ток срабатывания ЗОЗЗ	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
Tср ЗОЗЗ	APTOC.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ступени ЗОЗЗ	От 0 до 1 000 000 мс.
U2/U0_ср ЗОЗЗ	PVOC.StrValNegV	Напряжение срабатывания ПОН	Задается в первичных величинах От 0 до 1 500 000 В
Хар-ка ЗОЗЗ	APTOC.TmACrv	Характеристика срабатывания	1- ANSI Extremely Inverse 2- ANSI Very Inverse 3- ANSI Normal Inverse 4- ANSI Moderately Inverse 5- Независимая 6- ANSI Long Time Extremely Inverse 7- ANSI Long Time Very Inverse 8- ANSI Long Time Inverse 9- IEC Normal Inverse 10- IEC Very Inverse 11- IEC Inverse

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
			12- IEC Extremely Inverse 13- IEC Short Time Inverse 14- IEC Long Time Inverse 15- Независимая 16- RI типа 17- RXIDG типа 18- Крутая (аналог РТВ-1) 19- Пологая (аналог РТ-80, РТВ-IV) 20-Пользовательская характеристика
Реж.напр ЗОЗЗ	APTOC.DirMod	Выбор режима направленности ступени ЗОЗЗ	1 – Ненаправленная ступень
			2 – Вперед
			3 – Назад
РежимПОН ЗОЗЗ	PVOC.VCMod	Выбор режима работы ПОН	1 – ПОН выведен
			4 – Пуск по напряжению НП
φ м.ч. НП	RDIR.ChrAngNeut	Угол максимальной чувствительности ОНМ НП	От -180 до 180 градусов

Для построения конфигурации ЗОЗЗ по току нулевой последовательности используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗОЗЗ – APTOC.

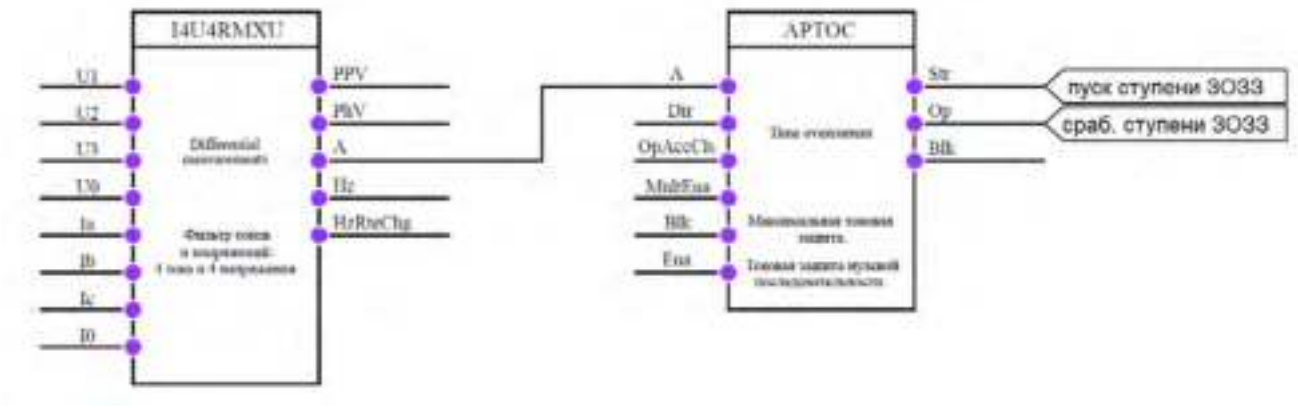


Рисунок 16 – Конфигурация ступени ЗОЗЗ по току нулевой последовательности (Вариант 1)

Для построения конфигурации ЗОЗЗ по току нулевой последовательности с ПОН НП используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗОЗЗ с ПОН НП – PVOC;

3. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC.

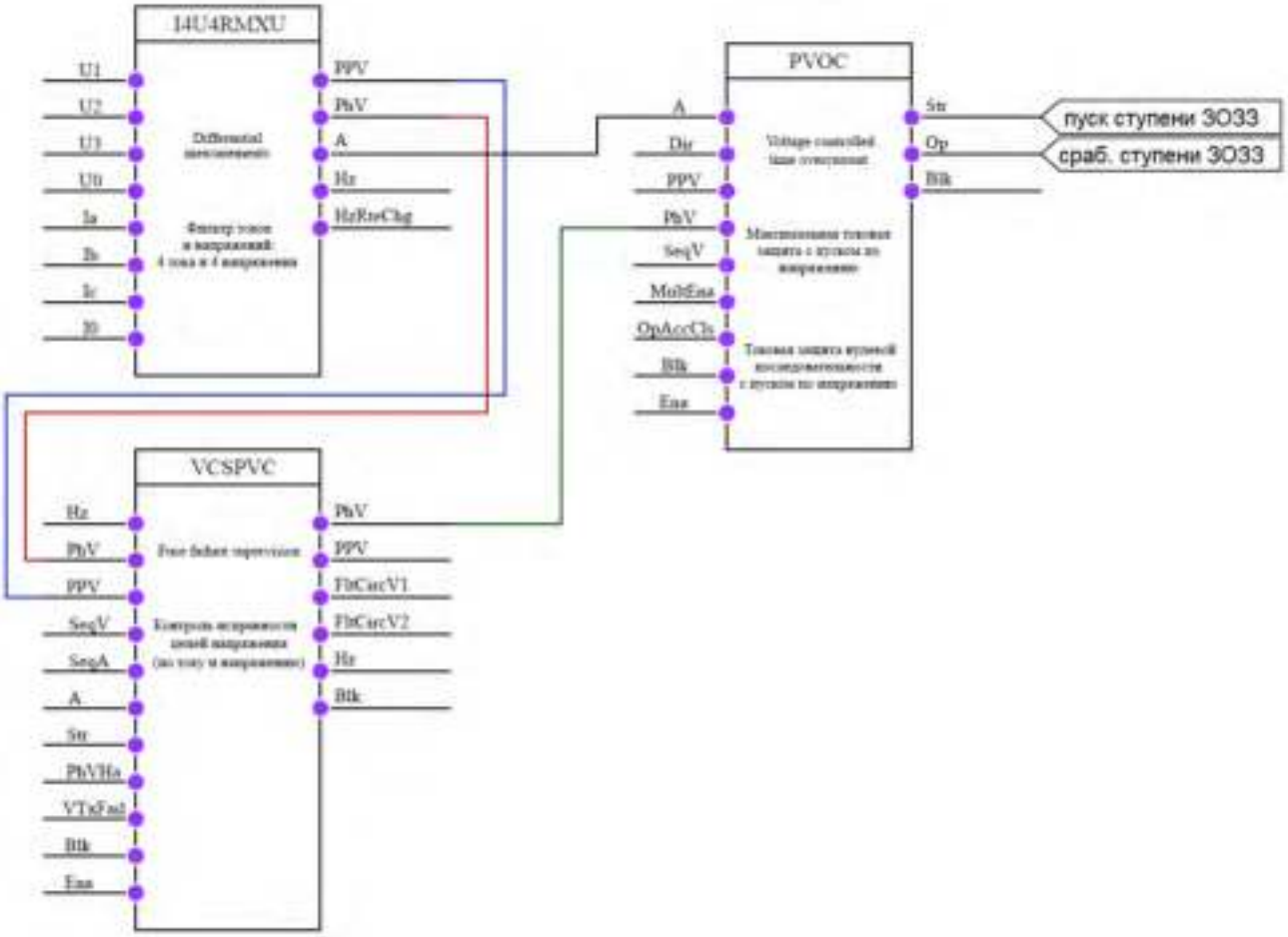


Рисунок 17 – Конфигурация ступени ЗОЗЗ по току нулевой последовательности с ПОН НП

Для построения конфигурации ЗОЗЗ по току нулевой последовательности с ОНМ НП используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗОЗЗ – АРТОС;
3. ЛУ ОНМ НП – RDIR;
4. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC.

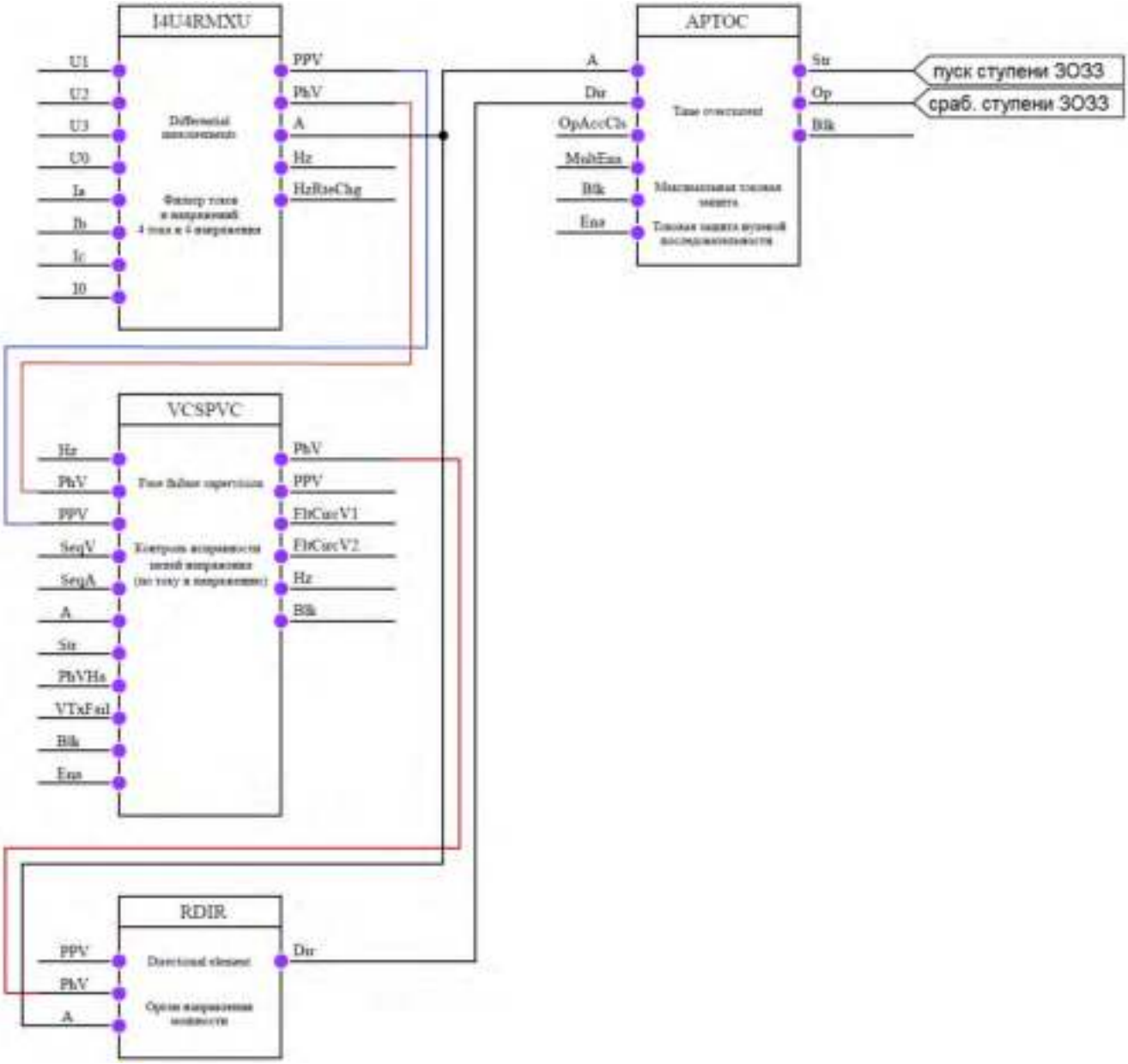


Рисунок 18 – Конфигурация ступени ЗОЗЗ по току нулевой последовательности с ОНМ НП

Для построения групповой ЗОЗЗ по току нулевой последовательности используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗОЗЗ – АРТОС;
3. ЛУ общего отключения – PTRC.

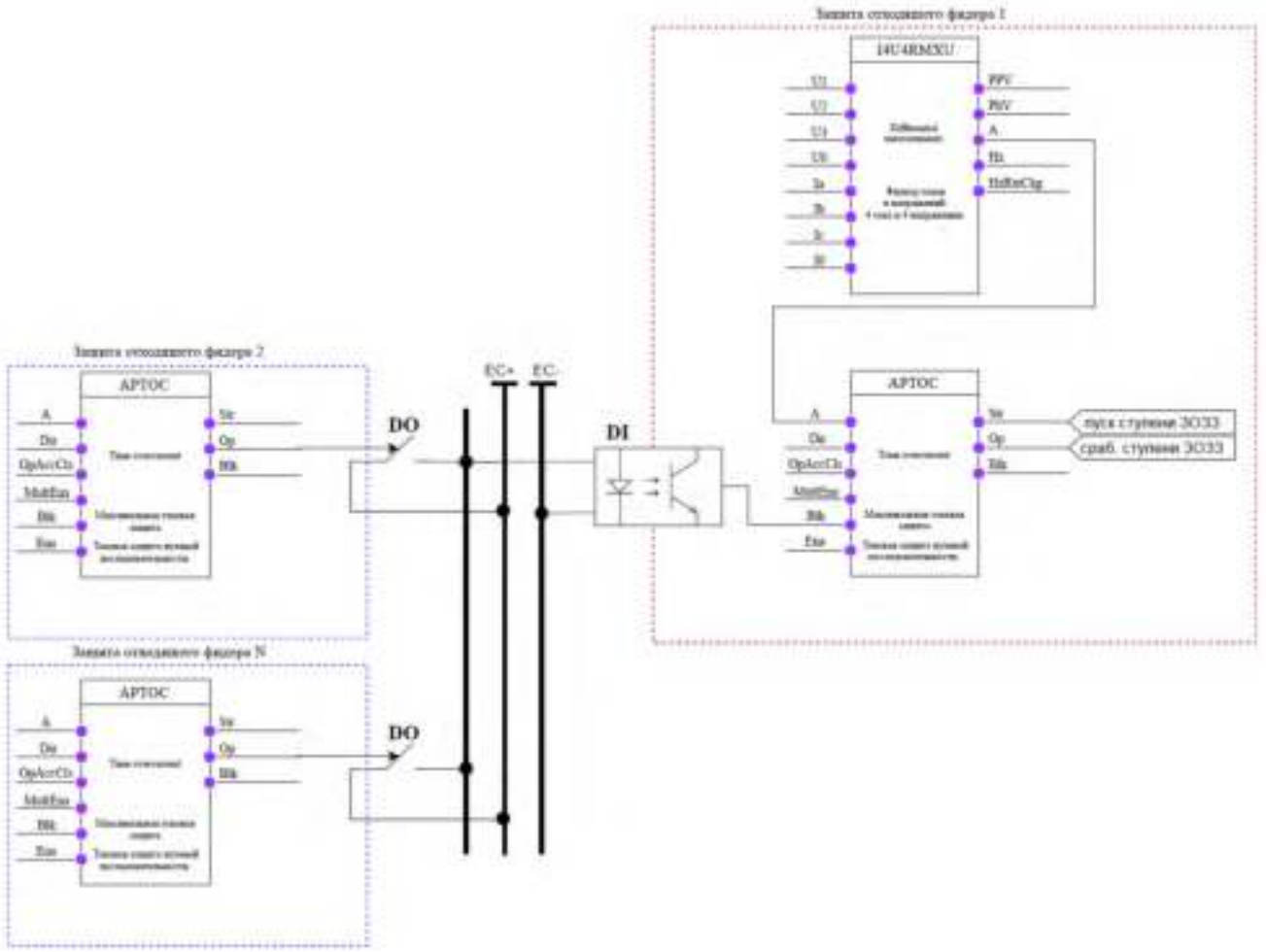


Рисунок 19 – Конфигурация групповой ОЗЗ

6.3.3 Ступень ЗОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности

В устройстве реализована защита от ОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности. Защита контролирует магнитуду утроенного напряжения нулевой последовательности и активную мощность нулевой последовательности.

Активная мощность нулевой последовательности рассчитывается из выражения:

$$W = Re(3U_0 \cdot 3I_0^*)$$

где $3U_0$ – измеренное значение утроенного напряжения нулевой последовательности (комплексная величина), В;

$3I_0^*$ – комплексно-сопряженное значение утроенного тока нулевой последовательности, А.

Пуск логического узла осуществляется при превышении магнитудой измеренного напряжения 3*Uo* величины пуска «***3Uo старт***»

Срабатывание защиты, при ОЗЗ на контролируемом присоединении, осуществляется при одновременном выполнении нижеперечисленных условий:

1. Наличие пуска защиты в течении выдержки времени срабатывания «***Тср ЗОЗЗ***»;
2. Снижение активной мощности НП ниже отрицательной величины уставки срабатывания $W \leq -W_{\text{ср ЗОЗЗ}}$;
3. Отсутствие блокировки защиты.

Таблица 18.2 – Перечень уставок ЗОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗОЗЗ	PSDE.Mod	Ввод в работу ступени ЗОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности	1 – Включено 5 – Отключено
Wср ЗОЗЗ	PSDE.WStr	Величина срабатывания по активной мощности НП	Задается в первичных величинах. От 0 до 100 000 000 Вт
Тср ЗОЗЗ	PSDE.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ступени ЗОЗЗ	От 0 до 1 000 000 мс.
3Uo_старт	PSDE.GndStr	Величина пуска по утроенному напряжению НП	Задается в первичных величинах От 0 до 1 500 000 В

Для построения конфигурации ЗОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ чувствительного реле ОЗЗ – PSDE.

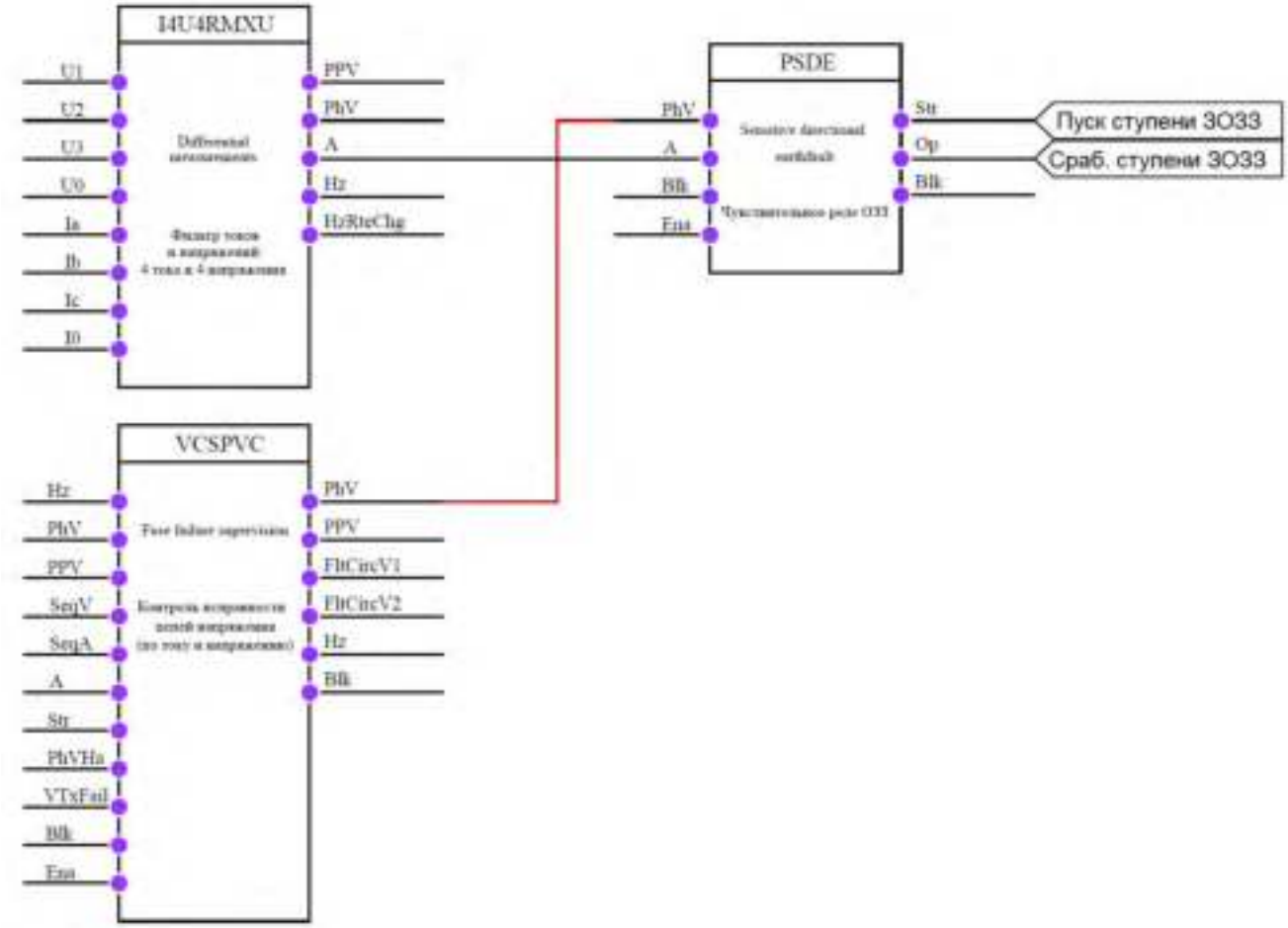


Рисунок 20 – Конфигурация ЗОЗЗ по направлению активной мощности нулевой последовательности

6.4 Защита от несимметричного режима или обрыва фазы

Защита от несимметричного режима работы или обрыва фаз (ЗОФ) может быть реализована на анализе абсолютной величины тока обратной последовательности, на анализе тока небаланса или на анализе соотношения тока обратной последовательности к току прямой последовательности.

ЗОФ на анализе тока небаланса действует только при превышении максимальным из фазных токов уставки «***Уст.ИОразр ЗОФ***». ЗОФ на анализе соотношения тока обратной последовательности к току прямой последовательности действует только при превышении током прямой последовательности уставки «***Уст.ИОразр ЗОФ***».

Ток небаланса определяется по следующему выражению:

$$\Delta I = \frac{\max(I_a, I_b, I_c) - \min(I_a, I_b, I_c)}{\max(I_a, I_b, I_c)} \cdot 100$$

Логическая схема работы ЗОФ приведена на рис. 21.

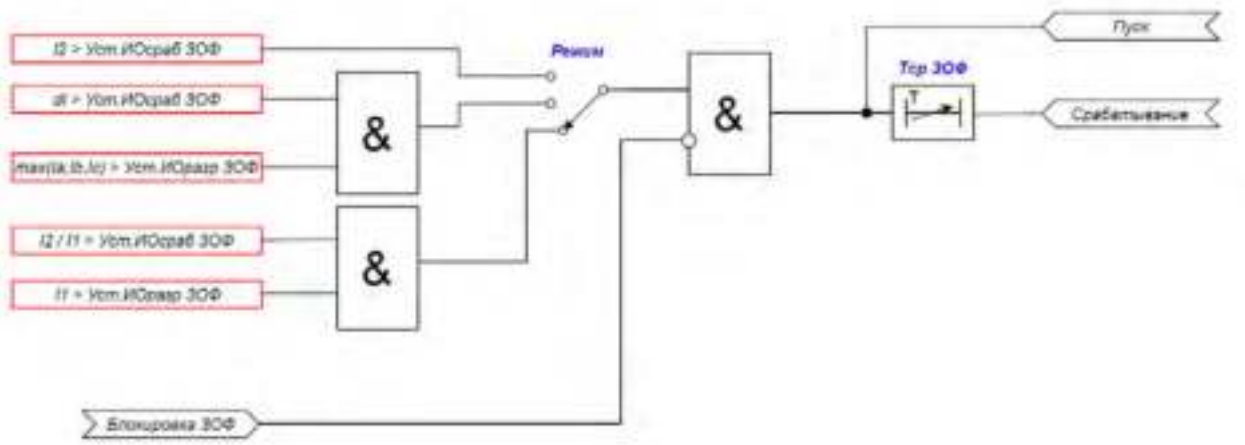


Рисунок 21 – Логическая схема работы ЗОФ

Защита от обрыва фаз вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЗОФ***». Выбор режима работы ЗОФ осуществляется уставкой «***Режим ЗОФ***».

Таблица 19 – Перечень уставок ЗОФ

Обозначение		**Описание**	**Диапазон регулирования**
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗОФ	BPTOC.Mod	Ввод в работу ЗОФ	1 – Включено 5 – Отключено
Уст.ИОсраб ЗОФ	BPTOC.StrVal	Ток срабатывания ЗОФ на анализе абсолютной величины тока обратной последовательности	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
Уст.ИОсраб ЗОФ	BPTOC.StrVal	Ток срабатывания ЗОФ на анализе тока небаланса	От 0.001 до 100 %
Уст.ИОсраб ЗОФ	BPTOC.StrVal	Ток срабатывания ЗОФ на анализе соотношения I2/I1	От 0.001 до 100 %
Тср ЗОФ	BPTOC.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ЗОФ	От 0 до 1 000 000 мс
Режим ЗОФ	BPTOC.OpMod	Выбор режима работы ЗОФ	1 – На анализе абсолютной величины тока обратной последовательности 2 – На анализе тока небаланса 3 – На анализе соотношения тока обратной последовательности к току прямой последовательности
Уст.ИОразр ЗОФ	BPTOC.StrValMax	Ток разрешения работы ЗОФ на анализе тока небаланса и на соотношении I2/I1	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А

Для построения конфигурации ЗОФ используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, I4RMXU;
2. ЛУ ЗОФ – ВРТОС;
3. ЛУ разложения трехфазной системы векторов на симметричные компоненты – MSQI.

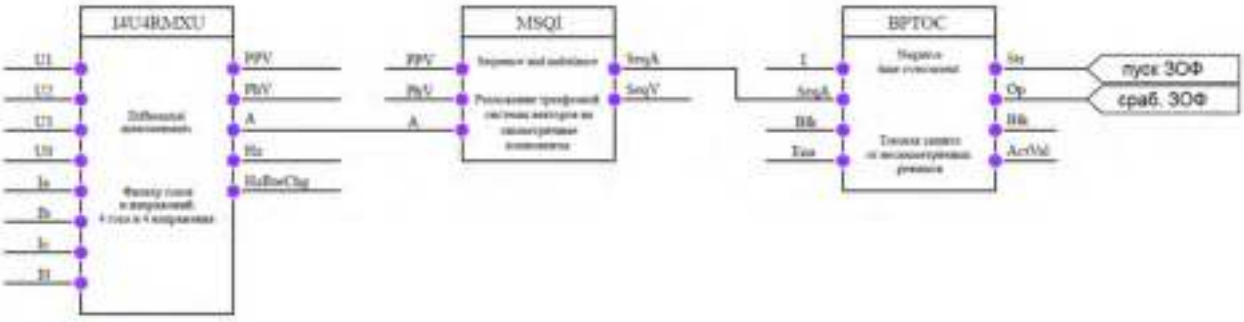


Рисунок 22 – Конфигурация ЗОФ на анализе абсолютной величины тока обратной последовательности

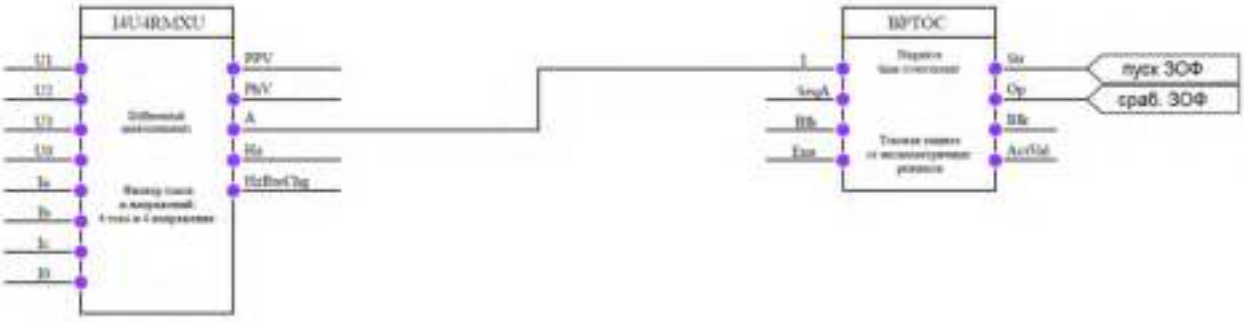


Рисунок 23 – Конфигурация ЗОФ на анализе тока небаланса

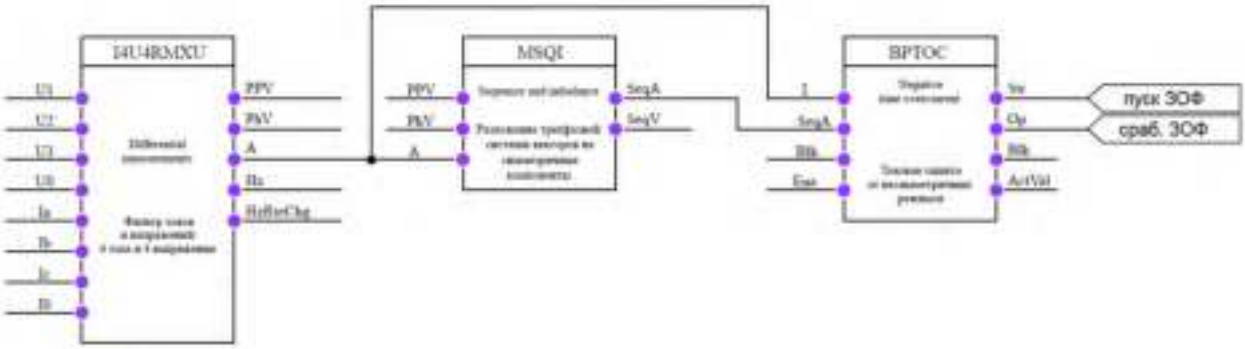


Рисунок 24 – Конфигурация ЗОФ на анализе соотношения тока обратной последовательности к току прямой последовательности

6.5 Небалансная защита

Для батарей статических конденсаторов, имеющих схему соединения «двойная звезда» или «Н-типа» в устройстве предусмотрена небалансная защита (Нб3), реагирующая на повышение тока небаланса в нейтральном проводе БСК.

Небалансная защита может быть выполнена с произвольным количеством ступеней. Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб Нб3***».

Значение срабатывания ИО тока ступеней Нб3 определяется уставкой «***Iср Нб3***».

Выдержка времени на срабатывание ступеней Нб3 определяется уставкой «***Тср Нб3***».

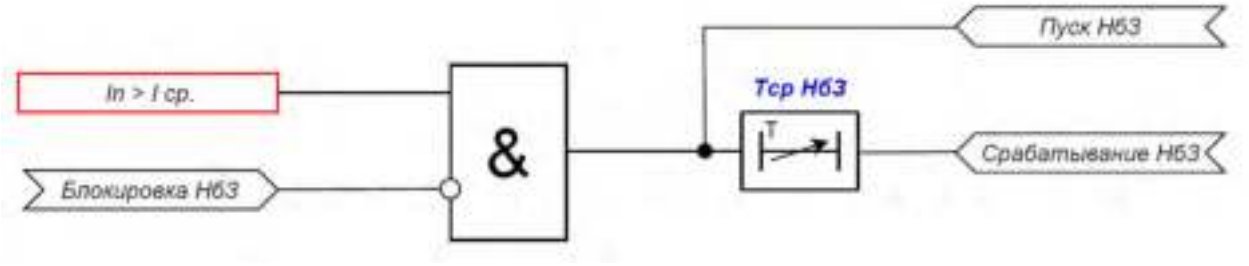


Рисунок 25 – Логическая схема работы ступени Нб3

Таблица 20 – Перечень уставок Нб3

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб Нб3	P1PTOC.Mod	Ввод в работу Нб3	1 – Включено 5 – Отключено
Iср Нб3	P1PTOC.StrVal	Ток срабатывания Нб3	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
Тср Нб3	P1PTOC.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание Нб3	От 0 до 1 000 000 мс

Для построения конфигурации Нб3 используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I1RMXN;
2. ЛУ ступени Нб3 – P1PTOC.

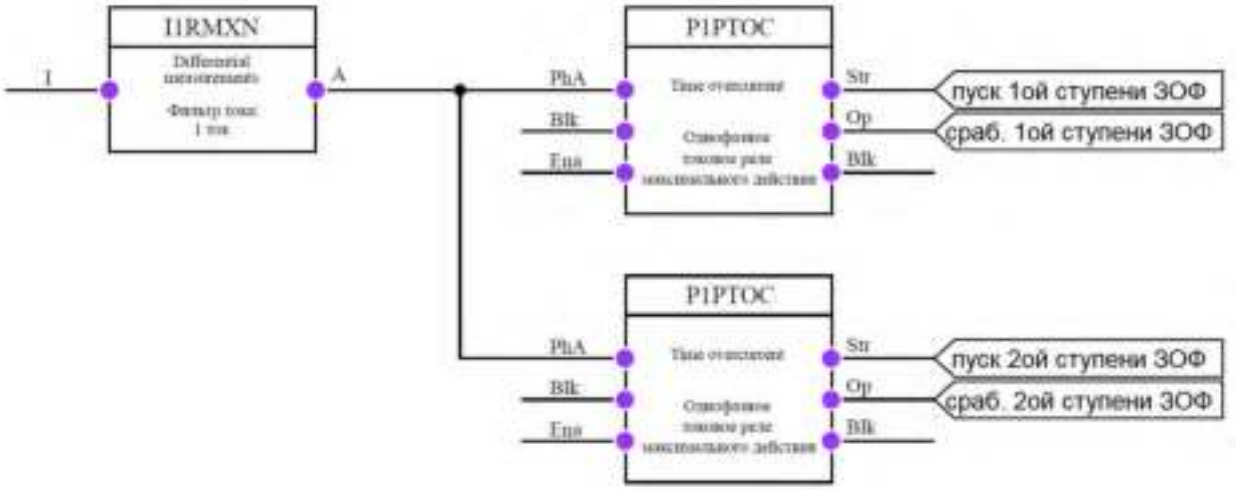


Рисунок 26 – Конфигурация двухступенчатой Нб3

6.6 Защита от перегрузки по току

Защита от перегрузки по току (ЗПТ) может быть выполнена с произвольным количеством ступеней. Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЗПТ***».

Значение срабатывания ИО тока ступеней ЗПТ определяется уставкой «***Уст ИОсраб***».

Выдержка времени на срабатывание ступеней ЗПТ определяется уставкой «***Тср ЗПТ***».

Пуск ступени ЗПТ осуществляется при превышении контролируемой величиной (магнитуда выбранной гармоники со 2 по 7, суммой магнитуд выбранных гармоник со 2 по 7 или

THD-total harmonic distortion) в любой из фаз уставки срабатывания. Выбор контролируемой величины осуществляется уставкой «***Режим ЗПТ***».

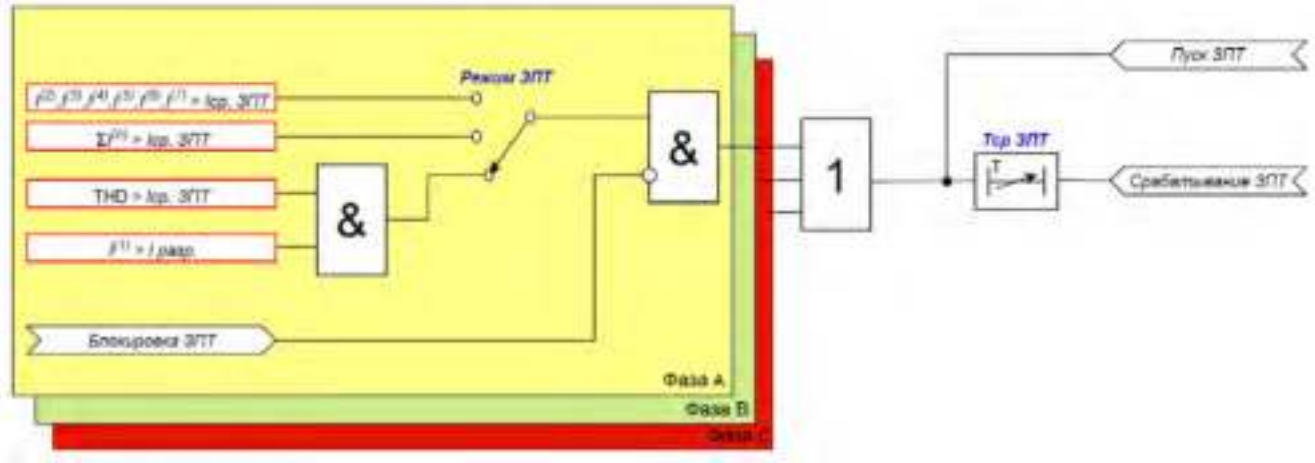


Рисунок 27 – Логическая схема работы ступени ЗПТ

Таблица 21 – Перечень уставок ЗПТ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗПТ	PHAR.Mod	Ввод в работу ЗПТ	1 – Включено 5 – Отключено
Уст ИОсраб	PHAR.PhsStr	Уставка срабатывания ЗПТ	В режимах работы «Режим ЗПТ» = 1 и 2 От 0 до 50 000 А В режиме работы «Режим ЗПТ» = 3 От 0 до 100 %
Уст ИОразр	PHAR.PhsStop	Уставка разрешения работы ЗПТ по току первой гармоники. Задается в режиме работы «Режим ЗПТ» = 3	Задается в первичных величинах, А от 0 до 50 000 А
Режим ЗПТ	PHAR.OpMod	Выбор контролируемой величины	1 – по магнитуде выбранной гармоники 2 – по сумме магнитуд выбранных гармоник 3 – THD
Тср ЗПТ	PHAR.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ЗПТ	От 0 до 1 000 000 мс
Маска гарм	PHAR.HaRst	Битовая маска выбора гармоник	«Режим ЗПТ» = 1: Номер анализируемой гармоники. [2] – вторая гармоника; [3] – третья гармоника;

			[4] – четвертая гармоника; [5] – пятая гармоника; [6] – шестая гармоника; [7] – седьмая гармоника. «Режим ЗПТ» 2 или 3: Битовая маска, обозначающая номера гармоник, принимаемых во внимание. Бит номера соответствующей гармоники должен быть установлен в 1. Например, для выбора только второй гармоники необходимо задать 2. А для выбора гармоник со 2ой по 7ую необходимо задать 126.

Для построения конфигурации ЗПТ используются следующие логические узлы (ЛУ):
1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, I4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗПТ – PHAR.

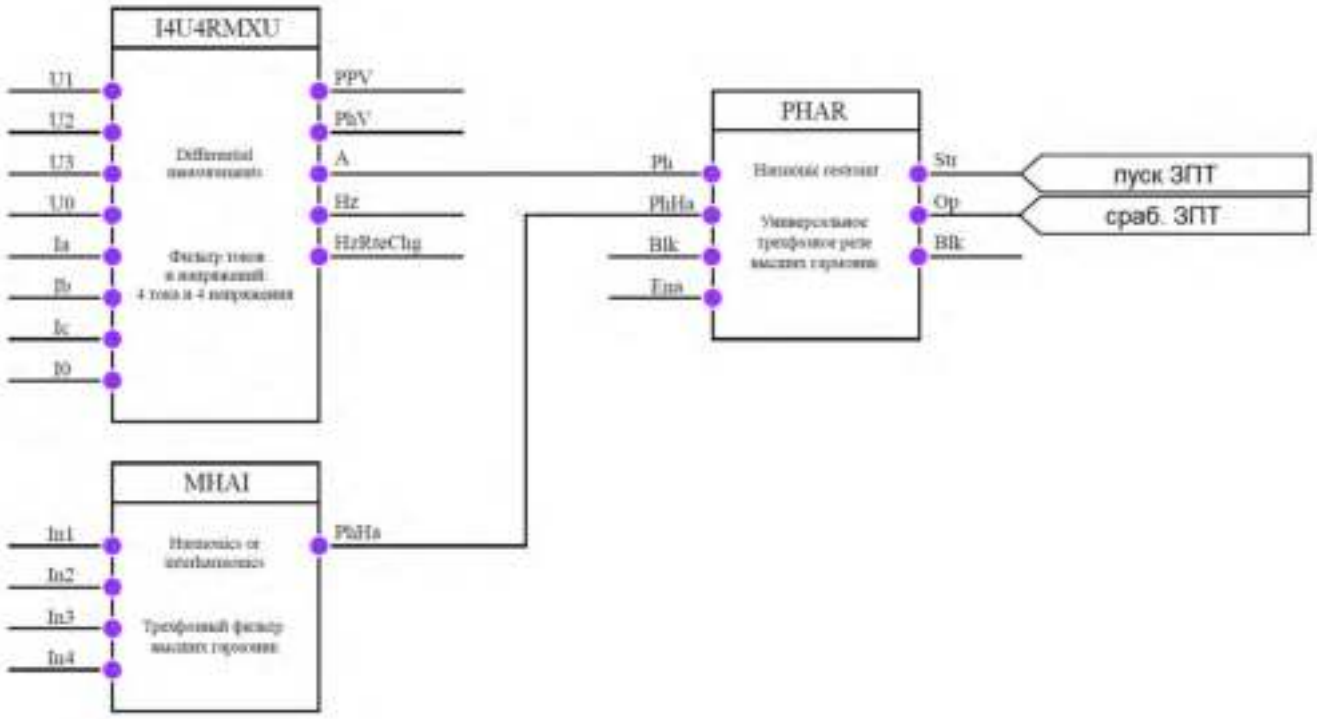


Рисунок 28 – Конфигурация ступени ЗПТ

6.7 Защита минимального напряжения

Защита минимального напряжения (ЗМН) выполнена с произвольным количеством ступеней и имеет регулируемые уставки по напряжению и времени срабатывания. Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЗМН***».

Работа любой ступени ЗМН может быть разрешена/заблокирована от внешнего дискретного сигнала. Имеется два входных сигнала для реализации блокирующего сигнала и разрешающего (вводится в работу уставкой «***РежРазреш ЗМН***»).

Пуск ЗМН осуществляется при снижении всех фазных/линейных напряжений (режим пуска – трехфазный) ниже уставки срабатывания или при снижении любого фазного/линейного напряжения (режим пуска – однофазный) ниже уставки срабатывания, при отсутствии неисправности в цепях напряжения. Переключение между данными режимами осуществляется уставкой «***РежимПуска ЗМН***».

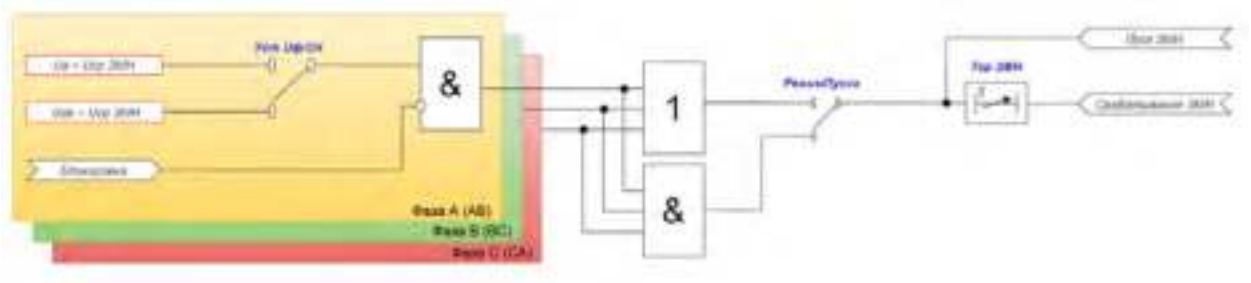


Рисунок 29 – Логическая схема работа ступени ЗМН

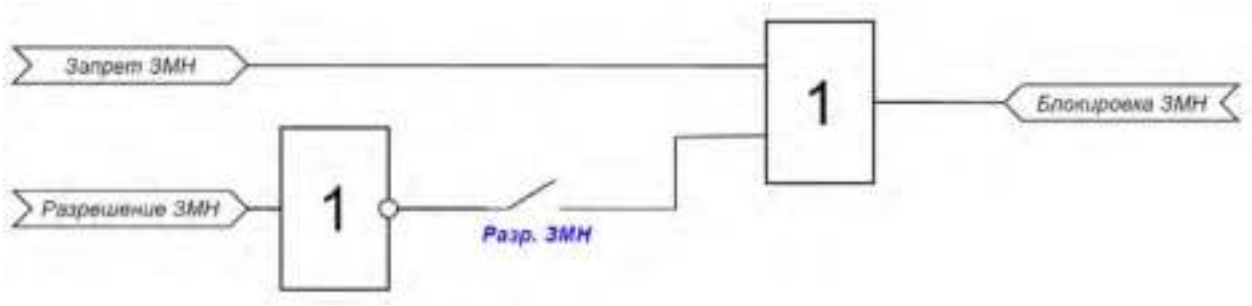


Рисунок 30 – Логическая схема блокировки/разрешения ступени ЗМН

Таблица 22 – Перечень уставок ЗМН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗМН	PTUV.Mod	Ввод в работу ЗМН	1 – Включено
			5 – Отключено
Uср ЗМН	PTUV.StrVal	Напряжение срабатывания ЗМН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Tср ЗМН	PTUV.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ЗМН	От 0 до 1 000 000 мс
РежимПуска ЗМН	PTUV.StrMod	Режим пуска ЗМН	1 – Трехфазный режим пуска
			2 – Однофазный режим пуска

Уст Uф/Uл	PTUV.isPPV	Выбор контролируемого напряжения	0 – Фазные напряжения
			1 – Линейные напряжения
РежРазреш ЗМН	PTUV.EnaOp	Режим разрешающего входа ЗМН	0 – Отключено
			1 – Включено

Для построения конфигурации ЗМН используются следующие логические узлы (ЛУ):
1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, U4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗМН – PTUV;
3. ЛУ контроля целостности цепей напряжения VCSPVC, VVSPVC.

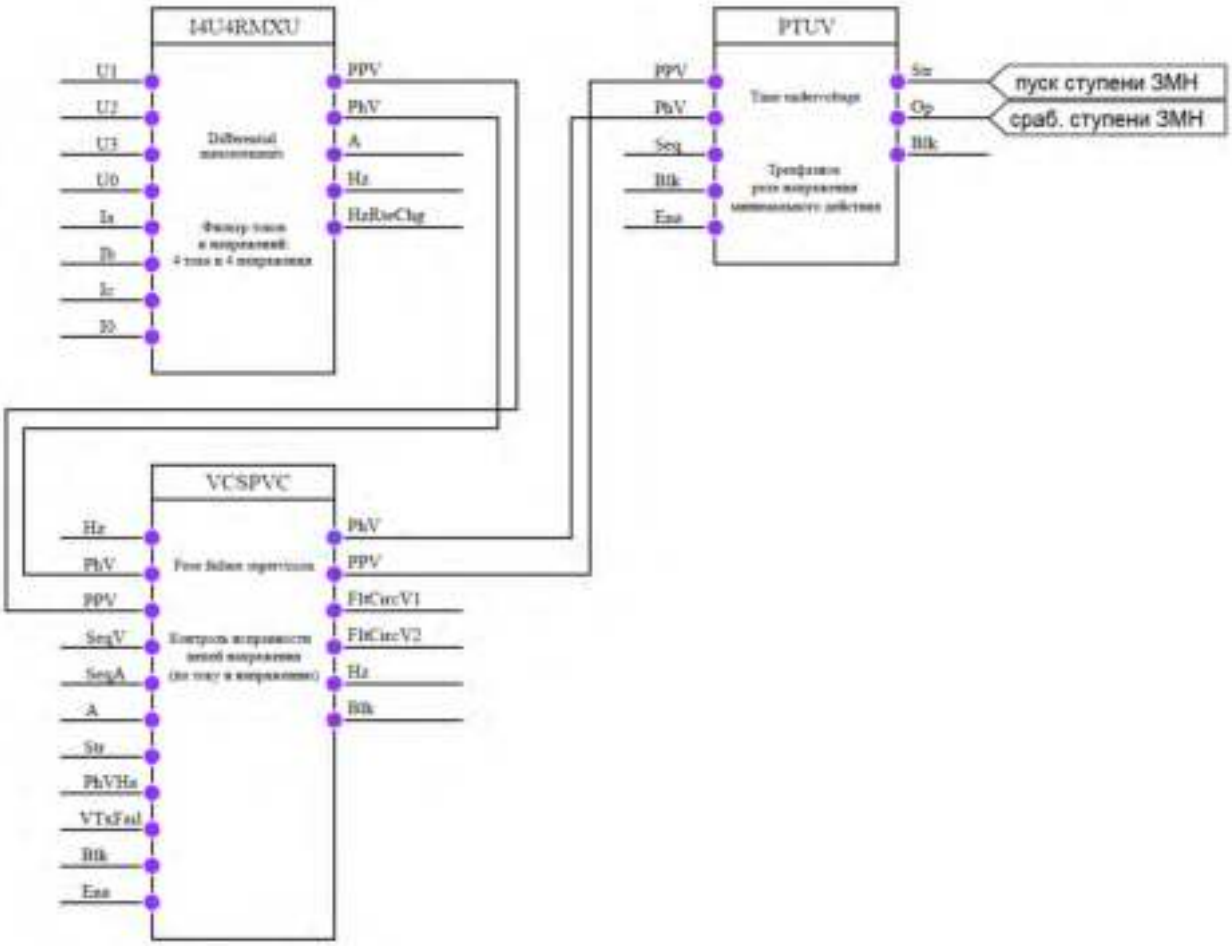


Рисунок 31 – Конфигурация одноступенчатой ЗМН

6.8 Защита максимального напряжения от повышения напряжения нулевой последовательности

Защита максимального напряжения от повышения напряжения нулевой последовательности (ЗПН НП) выполнена с произвольным количеством ступеней и имеет регулируемые уставки по напряжению и времени срабатывания. Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЗПН НП***».

Пуск ЗПН НП осуществляется при превышении напряжением нулевой последовательности уставки срабатывания.

Логическая схема работы ЗПН НП представлена на рис. 32.

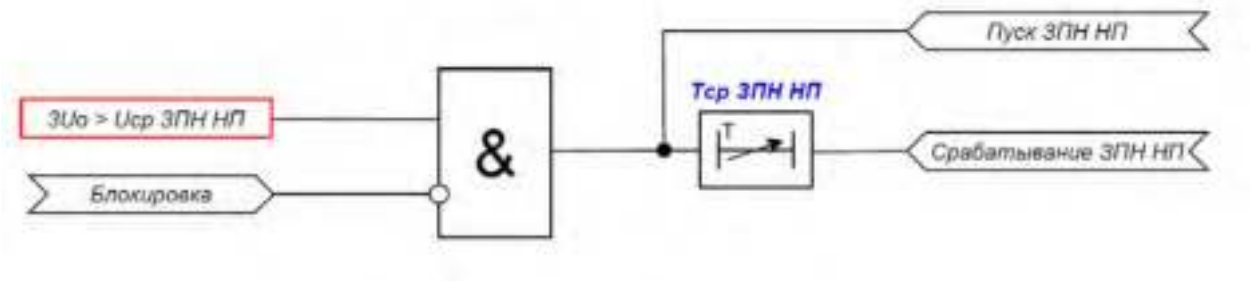


Рисунок 32 – Логическая схема работы ЗПН НП

Таблица 23 – Перечень уставок ЗПН НП

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗПН НП	PTOV.Mod	Ввод в работу ЗПН НП	1 – Включено 5 – Отключено
Uср ЗПН НП	PTOV.StrVal	Напряжение срабатывания ЗПН НП	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Тср ЗПН НП	PTOV.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ЗПН НП	От 0 до 1 000 000 мс

Для построения конфигурации ЗПН НП используются следующие логические узлы (ЛУ):
1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, U1RMXN;
2. ЛУ ступени ЗПН НП – PTOV, P1PTOV;
3. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC, VVSPVC.

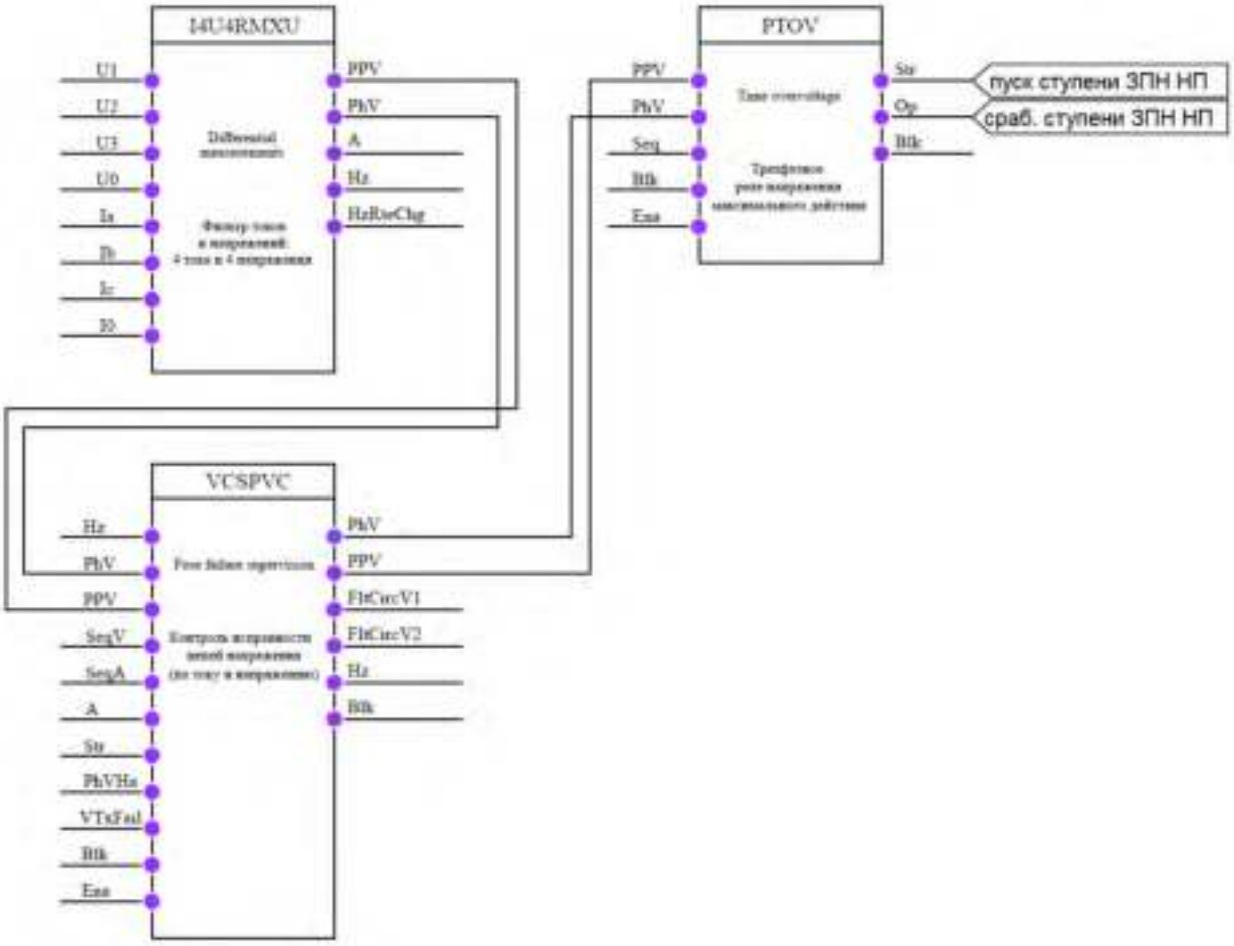


Рисунок 33 – Конфигурация ступени ЗПН НП (Вариант 1)

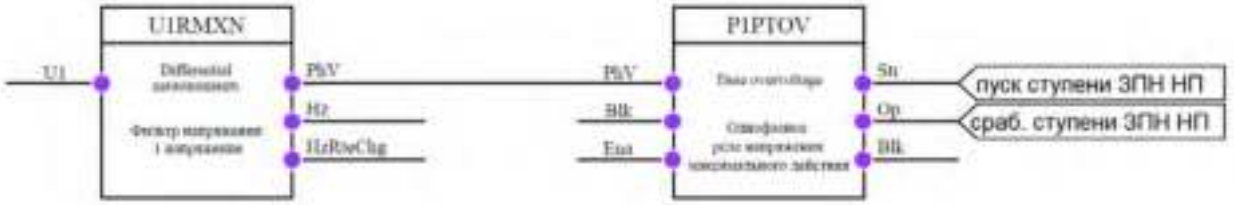


Рисунок 34 – Конфигурация ступени ЗПН НП (Вариант 2)

6.9 Защита от повышения напряжения

Защита от повышения напряжения (ЗПН) выполнена с произвольным количеством ступеней и имеет регулируемые уставки по напряжению и времени срабатывания. Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ЗПН***».

Работа любой ступени ЗПН может быть разрешена/заблокирована от внешнего дискретного сигнала. Имеется два входных сигнала для реализации блокирующего сигнала и разрешающего (вводится в работу уставкой «***РежРазреш ЗПН***».

Пуск ЗПН осуществляется при превышении всеми фазными/линейными напряжениями (режим пуска – трехфазный) уставки срабатывания или при превышении любым фазным/линейным напряжением (режим пуска – однофазный) уставки срабатывания, при условии отсутствия сигнала о неисправности цепей напряжения. Переключение между данными режимами осуществляется уставкой «***РежимПуска ЗПН***».

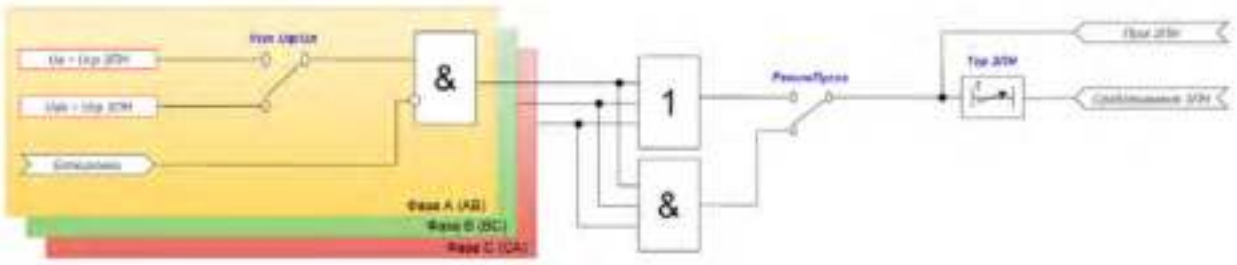


Рисунок 35 – Логическая схема работы ступени ЗПН

Рисунок 36 – Логическая схема блокировки/разрешения ступени ЗПН

Таблица 24 – Перечень уставок ЗПН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗПН	PTOV.Mod	Ввод в работу ЗПН	1 – Включено 5 – Отключено
Uср ЗПН	PTOV.StrVal	Напряжение срабатывания ЗПН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Tср ЗПН	PTOV.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ЗПН	От 0 до 1 000 000 мс
РежимПуска ЗПН	PTOV.StrMod	Режим пуска ЗПН	1 – Трехфазный режим пуска 2 – Однофазный режим пуска
Уст Uф/Uл	PTOV.isPPV	Выбор контролируемого напряжения	0 – Фазные напряжения 1 – Линейные напряжения
РежРазреш ЗПН	PTOV.EnaOp	Режим разрешающего входа ЗПН	0 – Отключено 1 – Включено

Для построения конфигурации ЗПН используются следующие логические узлы (ЛУ):
1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, U4RMXU;
2. ЛУ ступени ЗПН – PTOV;
3. ЛУ контроля целостности цепей напряжения VCSPVC, VVSPVC.

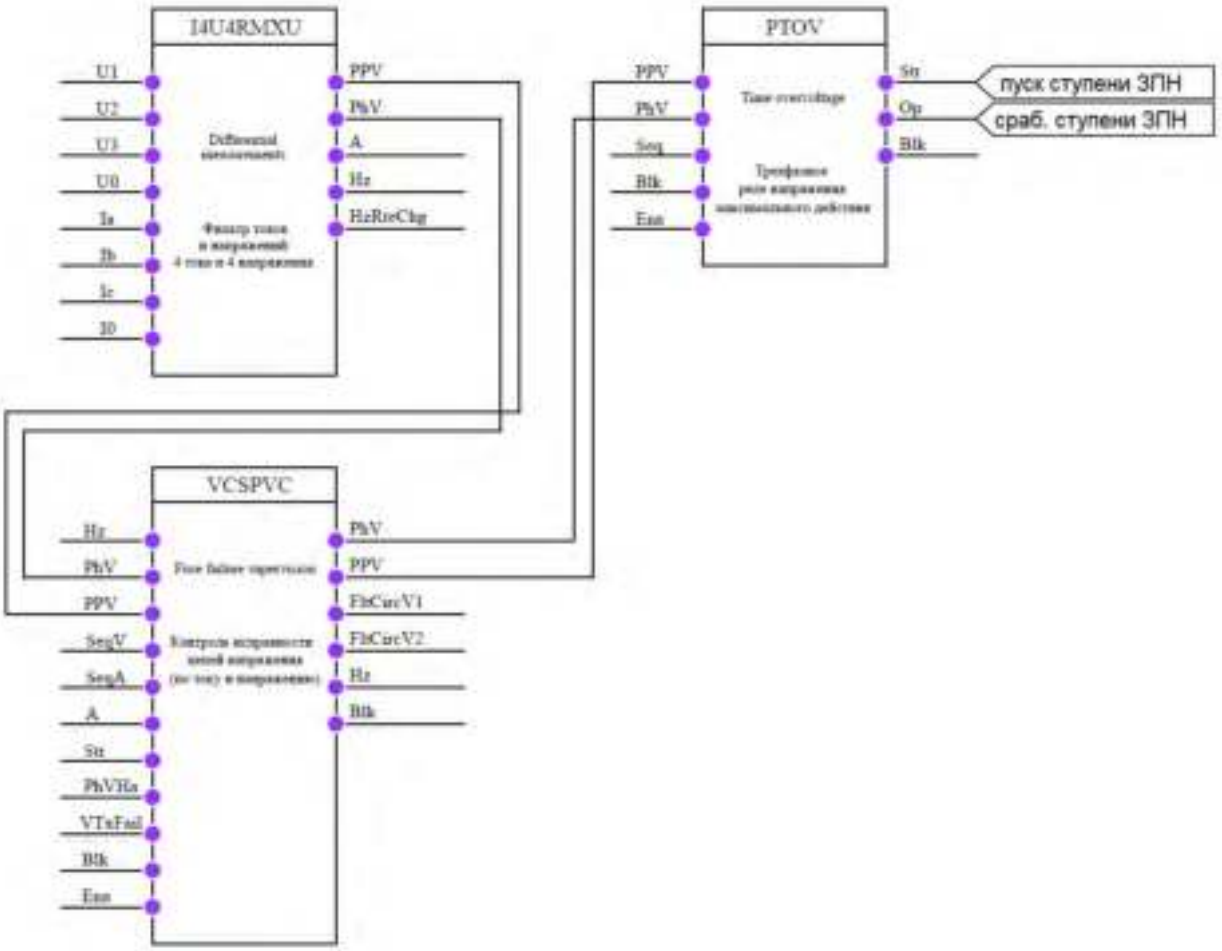


Рисунок 37 – Конфигурация одноступенчатой ЗПН

6.10 Контроль наличия/отсутствия напряжения

Устройство формирует сигналы о наличии и отсутствии напряжения на секции шин. Формирование сигнала о наличии напряжения на секции шин происходит при превышении всеми фазными/линейными напряжениями уставки «***Uср КНН***». Формирование сигнала об отсутствии напряжения на секции шин происходит при снижении любого из фазных/линейных напряжений ниже уставки «***Uср КОН***».

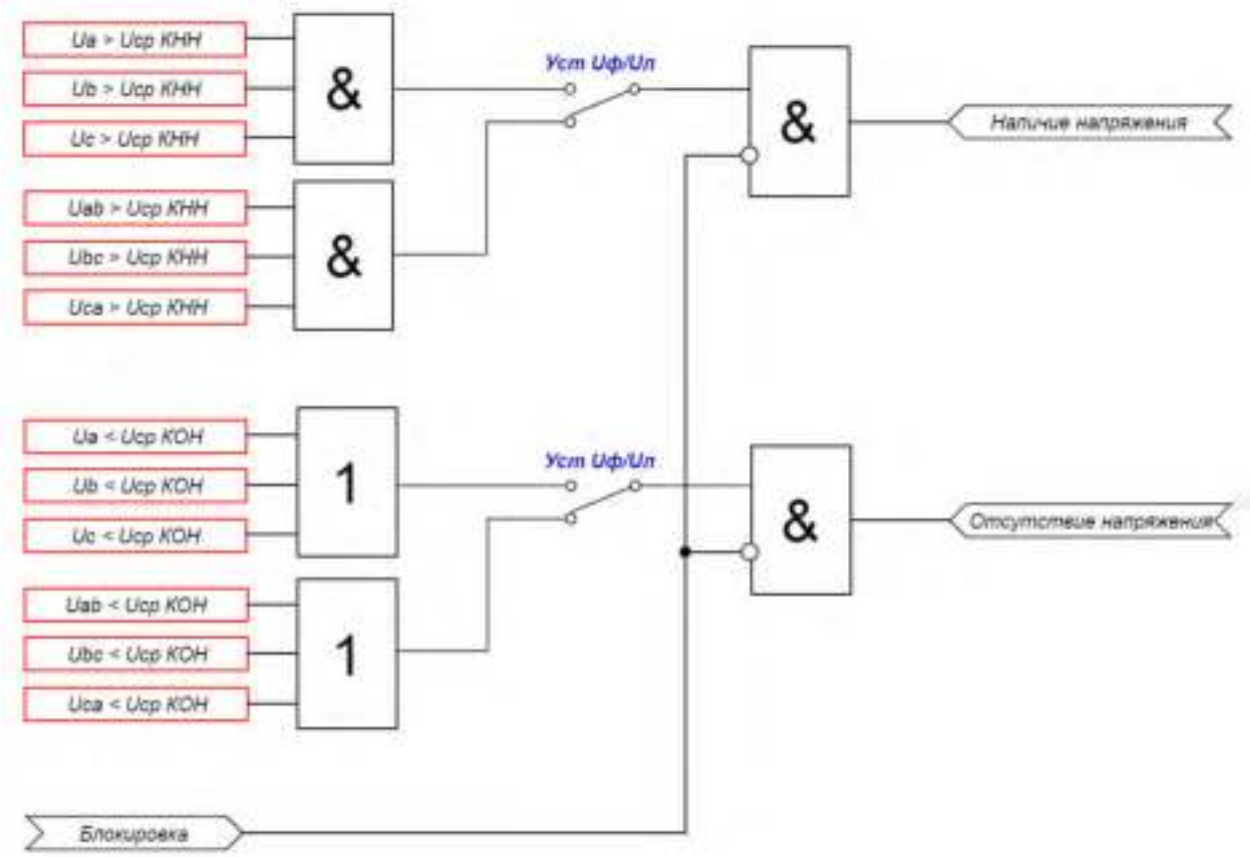


Рисунок 38 – Логическая схема формирования сигналов наличия/отсутствия напряжения

Таблица 25 – Перечень уставок КНН/КОН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб КНН/КОН	SVPI.Mod	Ввод в работу КНН/КОН	1 – Включено 5 – Отключено
Ucp КНН	SVPI.StrValVOv	Уставка контроля наличия напряжения на секции шин	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Ucp КОН	SVPI.StrValVUn	Уставка контроля отсутствия напряжения на секции шин	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Уст Uф/Uл	SVPI.IsPPV	Выбор контролируемого напряжения	0 – Фазные напряжения 1 – Линейные напряжения

Для построения конфигурации контроля наличия/отсутствия напряжения используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU, U4RMXU;
2. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
3. ЛУ контроля целостности цепей напряжения VCSPVC, VVSPVC.

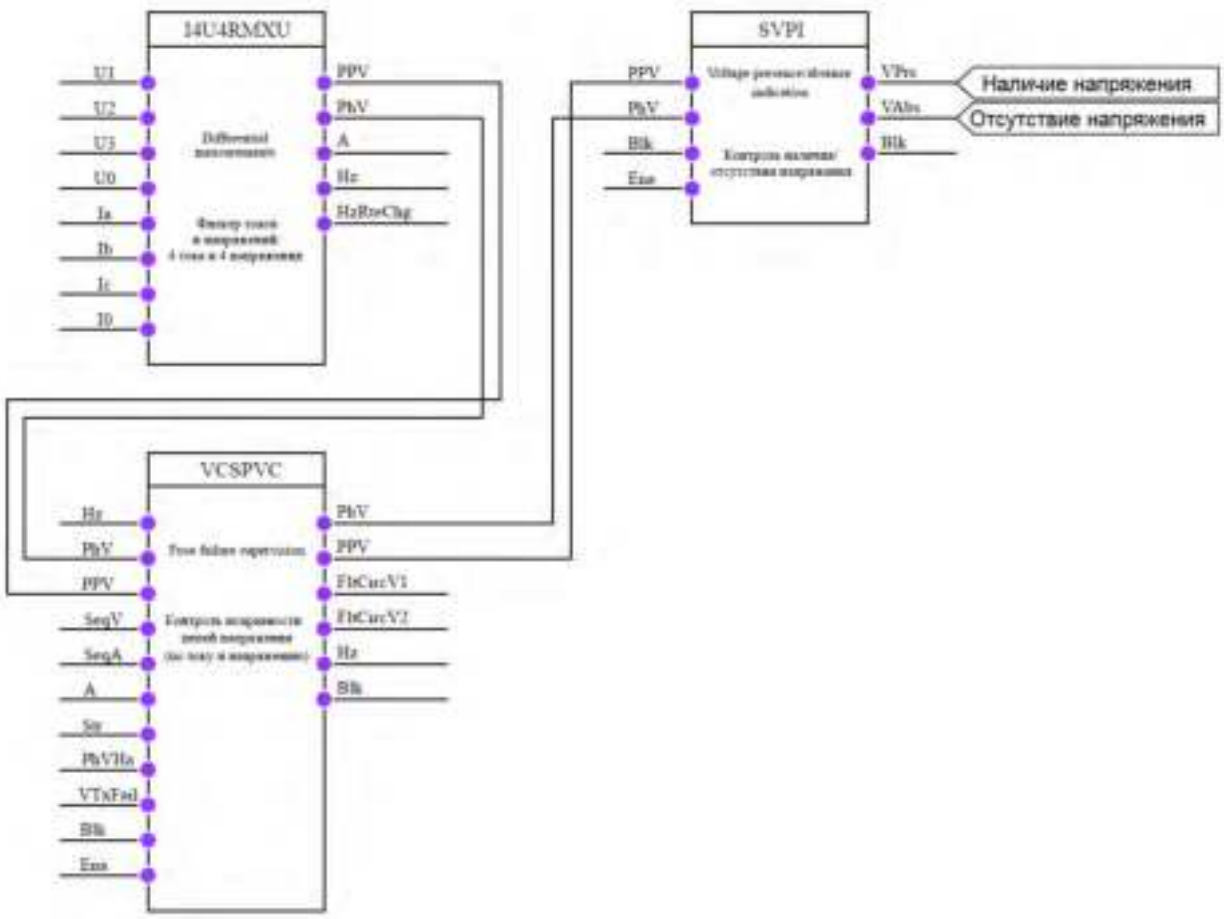


Рисунок 39 – Конфигурация контроля наличия/отсутствия напряжения

6.11 Контроль исправности цепей переменного напряжения

При детектировании неисправности цепей ТН все защиты, использующие в своих алгоритмах напряжения, автоматически блокируются.

6.11.1 Контроль исправности цепей переменного напряжения в терминалах, имеющих как цепи напряжения, так и цепи тока

Терминал выполняет непрерывный контроль исправности цепей напряжения (КИЦН), подводимых к устройству. Функция контроля исправности ЦН используется для блокировки органов защит, которые могут работать неправильно при частичной или полной потере цепей напряжения.

Сигнал о неисправности цепей напряжения звезды формируется с выдержкой времени «***Tср_Y***» при:

- снижении напряжением прямой последовательности ниже уставки«***U1ср КИЦН***», наличии тока в линии (превышение одним из фазных токов уставки «***Iср КИЦН***») и отсутствии сигнала «***Пуск общий МТЗ***»;
- превышении напряжением обратной последовательности уставки «***U2ср КИЦН***» и отсутствии превышения током обратной последовательности уставки «***I2ср КИЦН***»;
- превышении разностью утроенного напряжения НП измеренного и рассчитанного уставки срабатывания «***3U0ср КИЦН***», отсутствии превышения утроенным током НП уставки «***3I0ср КИЦН***» и отсутствии повреждения в цепях разомкнутого треугольника.

Также для контроля исправности цепей напряжения используется внешний сигнал «***Неисправность ТН***», который действует на формирование сигнала о неисправности цепей напряжения без выдержки времени и имеет задержку на возврат 100 мс.

Устройство контролирует исправность цепей «разомкнутого треугольника». Как правило, при исправном состоянии цепей «разомкнутого треугольника» во вторичной цепи напряжения 3Uo содержится составляющая сигнала частотой 150 Гц величиной обычно 0,1-0,5 В. Сигнал о неисправности цепей разомкнутого треугольника формируется с выдержкой времени «***Tср_D***» при снижении составляющей третьей гармоники напряжения 3Uo ниже уставки «***Uср 3гар КИЦН***» и отсутствии снижения напряжения всех линейных напряжений ниже уставки «***Uср КИЦН***».

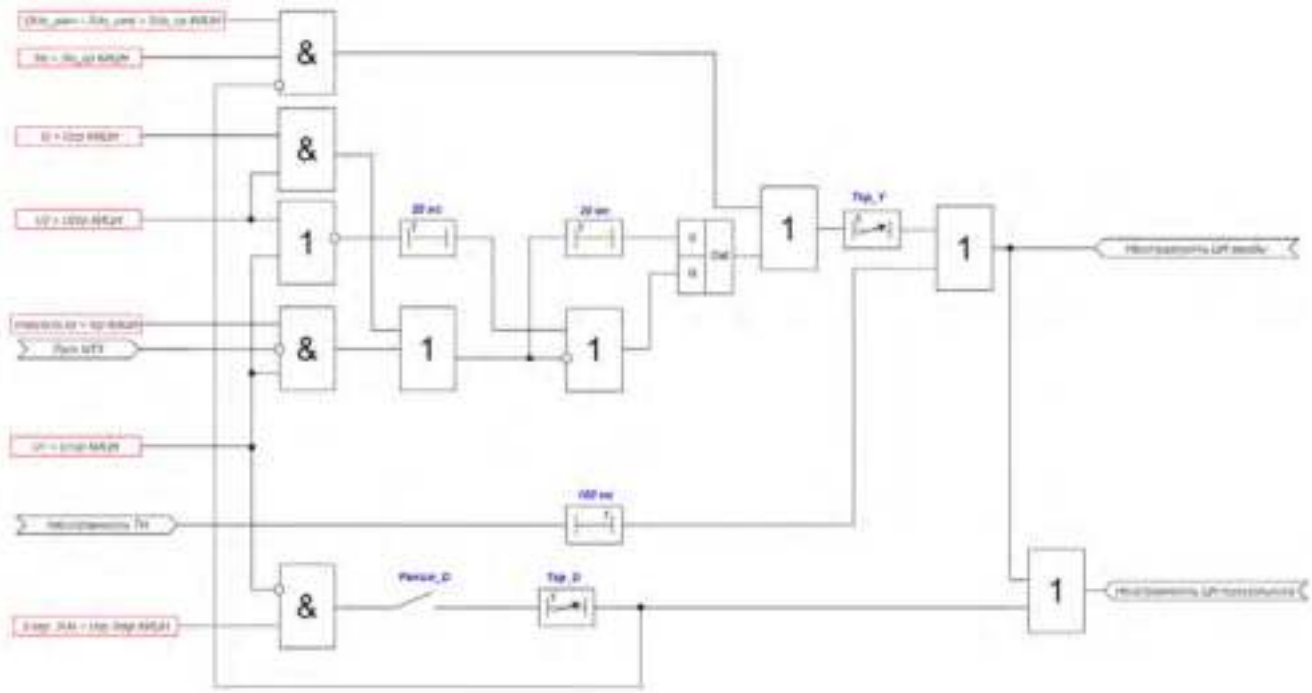


Рисунок 40 – Логическая схема работы контроля исправности цепей напряжения

Таблица 26 – Перечень уставок контроля исправности ЦН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб КИЦН	VCSPVC.Mod	Ввод в работу КИЦН	1 – Включено 5 – Отключено
Tср_Y	VCSPVC.OpDlTmms1	Выдержка времени на срабатывание сигнализации о неисправности ЦН звезды	От 0 до 1 000 000 мс
U1ср КИЦН	VCSPVC.StrValPsV	Напряжение прямой последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Iср КИЦН	VCSPVC.StrValLod	Ток контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
U2ср КИЦН	VCSPVC.StrValNgV	Напряжение обратной последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах.

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
			От 0 до 1 500 000 В
I2ср КИЦН	VCSPVC.StrValNgA	Ток обратной последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000А
Tср_D	VCSPVC.OpDlTmms2	Выдержка времени на срабатывание сигнализации о неисправности ЦН 3Uo	От 0 до 1 000 000 мс
Uср 3гар КИЦН	VCSPVC.StrValHa	Напряжение третьей гармоники контроля исправности ЦН 3Uo	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
3U0ср КИЦН	VCSPVC.StrValZeroV	Напряжение нулевой последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
3I0ср КИЦН	VCSPVC.StrValZeroA	Уставка наличия тока нулевой последовательности	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000А
Режим_D	VCSPVC.VCircFailCtl	Контроль исправности цепей напряжения 3Uo	1 – Отключено
			2 – Включено

Для построения конфигурации контроля исправности цепей переменного напряжения используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации I4U4RMXU;
2. ЛУ выделения симметричных компонент – MSQI;
3. ЛУ контроля целостности цепей напряжения – VCSPVC;
4. ЛУ формирования общего отключения – PTRC;
5. ЛУ вычисления высших гармоник напряжения – MHAI.

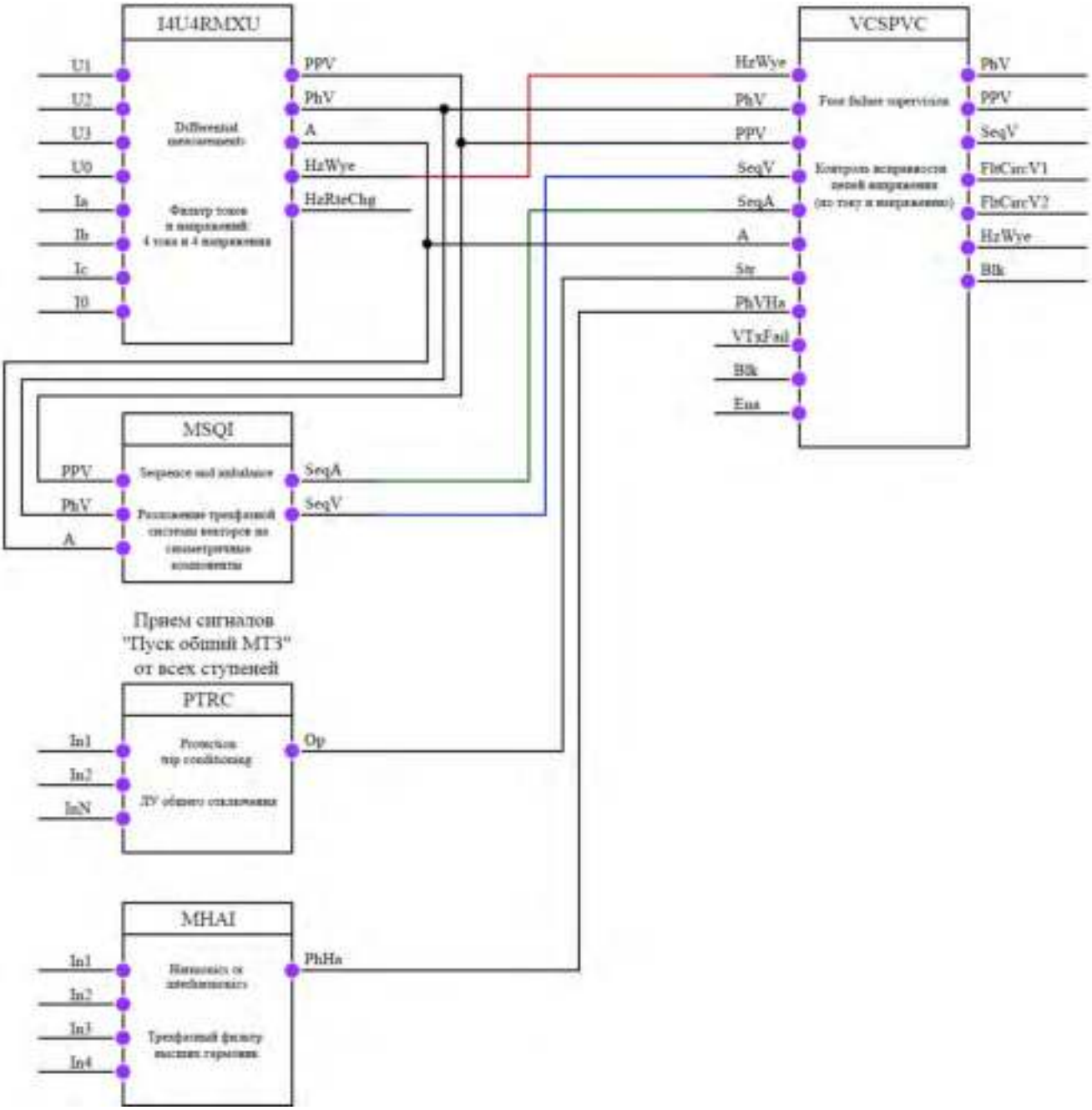


Рисунок 41 – Конфигурация контроля цепей переменного напряжения

6.11.2 Контроль исправности цепей переменного напряжения в терминалах, имеющих только цепи напряжения

Терминал выполняет непрерывный контроль исправности цепей напряжения (КИЦН), подводимых к устройству. Функция контроля исправности ЦН используется для блокировки органов защит, которые могут работать неправильно при частичной или полной потере цепей напряжения.

Сигнал о неисправности цепей напряжения звезды формируется с выдержкой времени «***Tср_Y***» при:

- снижении всех линейных напряжений ниже уставки «***Uср КИЦН*** и включенном состоянии секции;
- превышении напряжением обратной последовательности уставки «***U2ср КИЦН***»;

• превышении разностью утроенного напряжения НП измеренного и рассчитанного уставки срабатывания «***3U0ср КИЦН***» и отсутствии повреждения в цепях разомкнутого треугольника.

Также для контроля исправности цепей напряжения используются внешние сигналы об отключенном положении автомата 1 ТН (автомата цепей «звезды») и выкаченном положении тележки ТН, которые действуют на формирование сигнала о неисправности ЦН без выдержки времени и имеет задержку на возврат 100 мс.

Устройство контролирует исправность цепей «разомкнутого треугольника». Как правило, при исправном состоянии цепей «разомкнутого треугольника» во вторичной цепи напряжения 3Uo содержится составляющая сигнала частотой 150 Гц величиной обычно 0,1-0,5 В. Сигнал о неисправности цепей разомкнутого треугольника формируется с выдержкой времени «***Tср_D***» при снижении составляющей третьей гармоники напряжения 3Uo ниже уставки «***Uср 3гар КИЦН***» и отсутствии снижения напряжения всех линейных напряжений ниже уставки «***Uср КИЦН***».

Также для контроля исправности цепей «разомкнутого треугольника» используется внешний сигнал об отключенном положении автомата 2 ТН (автомата цепей «разомкнутого треугольника»), которые действуют на формирование сигнала о неисправности ЦН без выдержки времени и имеет задержку на возврат 0,1 с.

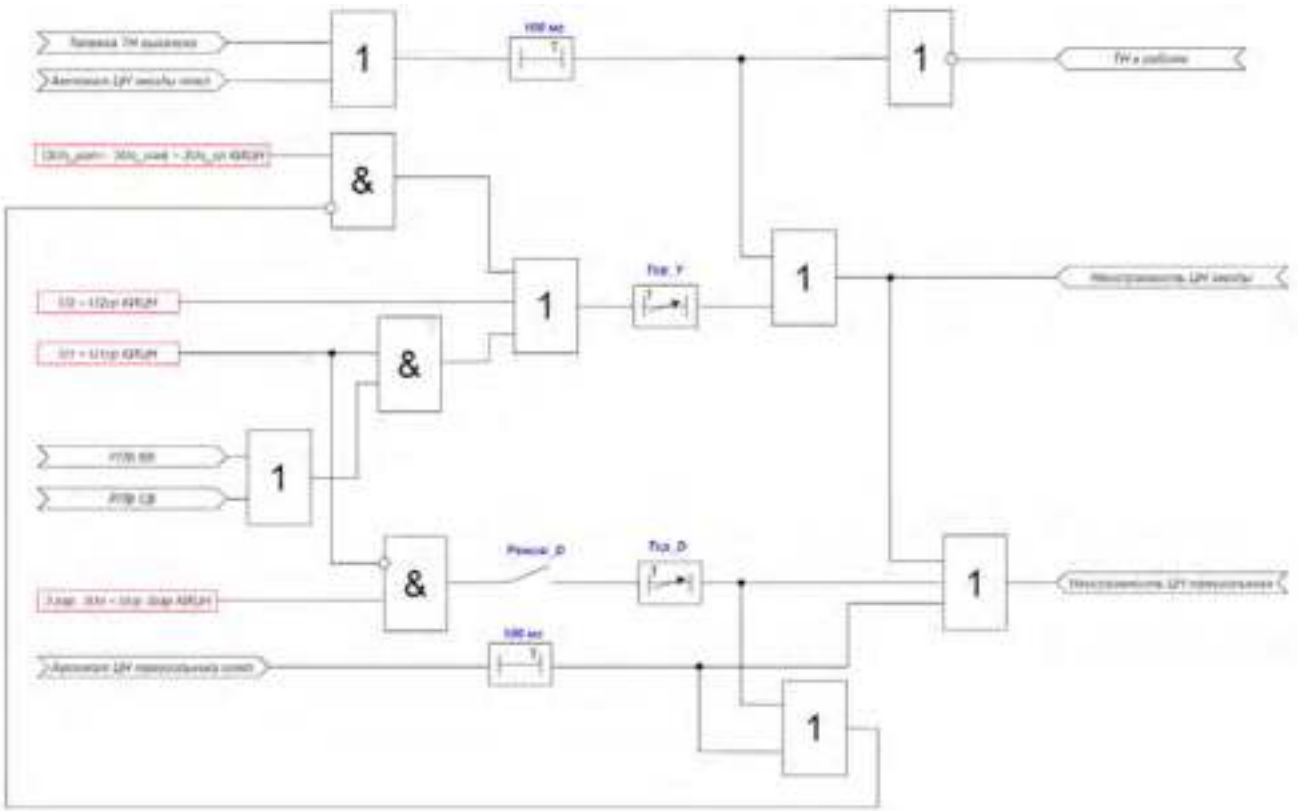


Рисунок 42 – Логическая схема работы контроля исправности цепей напряжения

Таблица 27 – Перечень уставок контроля исправности ЦН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб КИЦН	VVSPVC.Mod	Ввод в работу КИЦН	1 – Включено
			5 – Отключено

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Tср_Y	VVSPVC.OpDlTmms1	Выдержка времени на срабатывание сигнализации о неисправности ЦН звезды	От 0 до 1 000 000 мс
U1ср КИЦН	VVSPVC.StrValPsV	Напряжение прямой последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
U2ср КИЦН	VVSPVC.StrValNegV	Напряжение обратной последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Tср_D	VVSPVC.OpDlTmms2	Выдержка времени на срабатывание сигнализации о неисправности ЦН 3Uo	От 0 до 1 000 000 мс
Uср 3гар КИЦН	VVSPVC.StrValHa	Напряжение третьей гармоники контроля исправности ЦН 3Uo	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
3U0ср КИЦН	VCSPVC.StrValZeroV	Напряжение нулевой последовательности контроля исправности ЦН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Режим_D	VVSPVC.VCircFailCtl	Контроль исправности цепей напряжения 3Uo	1 – Отключено 2 – Включено

Для построения конфигурации контроля исправности цепей переменного напряжения используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации U4RMXU;
2. ЛУ выделения симметричных компонент – MSQI;
3. ЛУ контроля целостности цепей напряжения – VVSPVC;
4. ЛУ вычисления высших гармоник напряжения – MHAI.

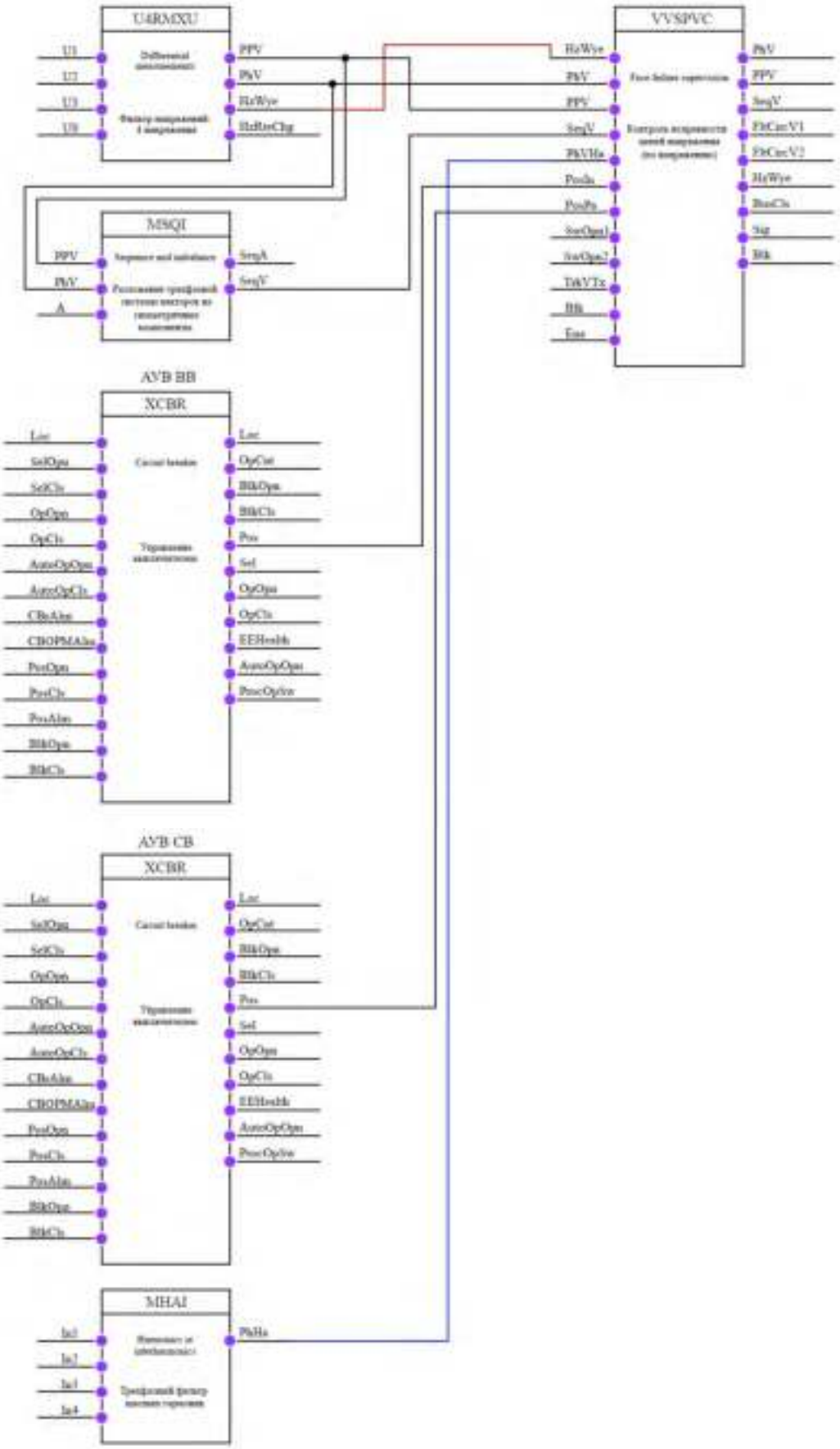


Рисунок 43 – Конфигурация контроля цепей переменного напряжения

6.12 Устройство резервирования отказа выключателя

В устройстве предусмотрено действие УРОВ как на себя, так и на вышестоящий выключатель при неуспешном отключении контролируемого выключателя.

Пуск «УРОВ на себя» может быть выполнен без контроля, с контролем тока, с контролем положения выключателя, с контролем тока и положения выключателя или с контролем пропадания РПВ. Переключение между данными режимами осуществляется уставкой «***РежНаСебя***».

Пуск УРОВ на вышестоящий выключатель может быть выполнен с контролем тока, с контролем положения выключателя, с контролем тока и положения выключателя или с контролем пропадания РПВ. Переключение между данными режимами осуществляется уставкой «***Режим***».

Предусмотрено ускорение действия УРОВ на вышестоящий выключатель при наличии сигнала «***Неисправность выключателя***».

Действие «УРОВ на себя» имеет регулируемую выдержку времени на срабатывание «***Тср наСебя***».

Действие УРОВ на вышестоящий выключатель имеет регулируемую выдержку времени на срабатывание «***Тср УРОВ***».

Ускоренное срабатывание УРОВ на вышестоящий выключатель имеет регулируемую выдержку времени на срабатывание «***Туск УРОВ***».

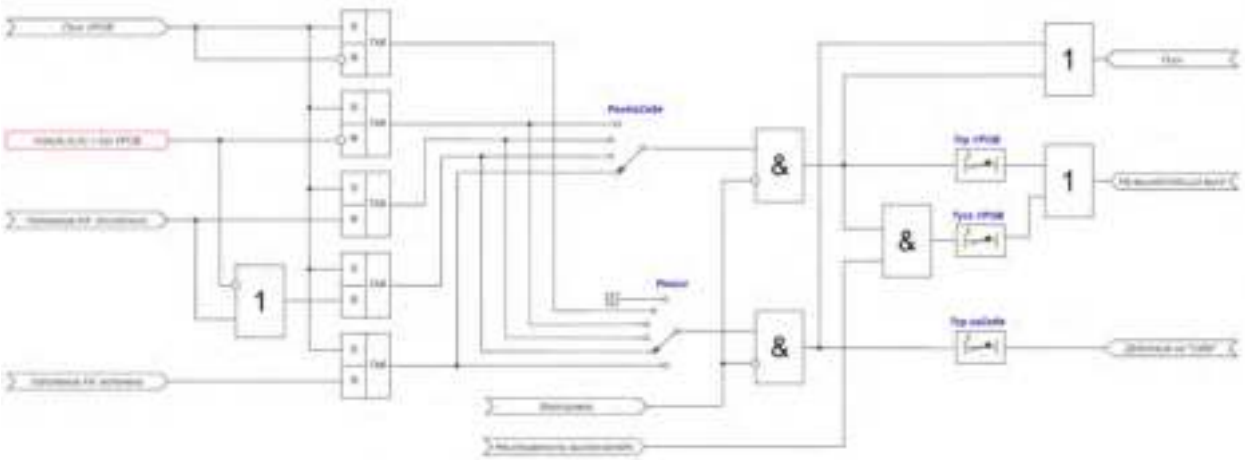


Рисунок 44 – Логическая схема работы УРОВ

Таблица 28 – Перечень уставок УРОВ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб УРОВ	RBRF.Mod	Ввод в работу УРОВ	1 – Включено
			5 – Отключено
РежНаСебя	RBRF.ReTrMod	Режим действия УРОВ «на себя»	1 – Отключено
			2 – Без контроля
			3 – Контроль тока
			4 – Контроль положения выключателя
			5 – Контроль тока и положения выключателя

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
			6 – Контроль пропадания РПВ
Режим	RBRF.FailMod	Режим действия УРОВ на вышестоящий выключатель	1 – Контроль тока
			2 – Контроль положения выключателя
			3 – Контроль тока и положения выключателя
			4 – Контроль пропадания РПВ
Tср наСебя	RBRF.TPTrTmms	Выдержка времени срабатывания УРОВ «на себя»	От 0 до 1 000 000 мс
Tср УРОВ	RBRF.FailTmms	Выдержка времени срабатывания УРОВ на вышестоящий выключатель	От 0 до 1 000 000 мс
Tуск УРОВ	RBRF.AcTrTmms	Выдержка времени ускоренного срабатывания УРОВ на вышестоящий выключатель	От 0 до 1 000 000 мс
Iср УРОВ	RBRF.DetValA	Ток срабатывания УРОВ	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А

Для построения конфигурации УРОВ используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации - I4U4RMXU;
2. ЛУ мониторинга состояния КА – SCBR;
3. ЛУ управления КА – XCBR;
4. ЛУ общего отключения – PTRC;
5. ЛУ УРОВ – RBRF.

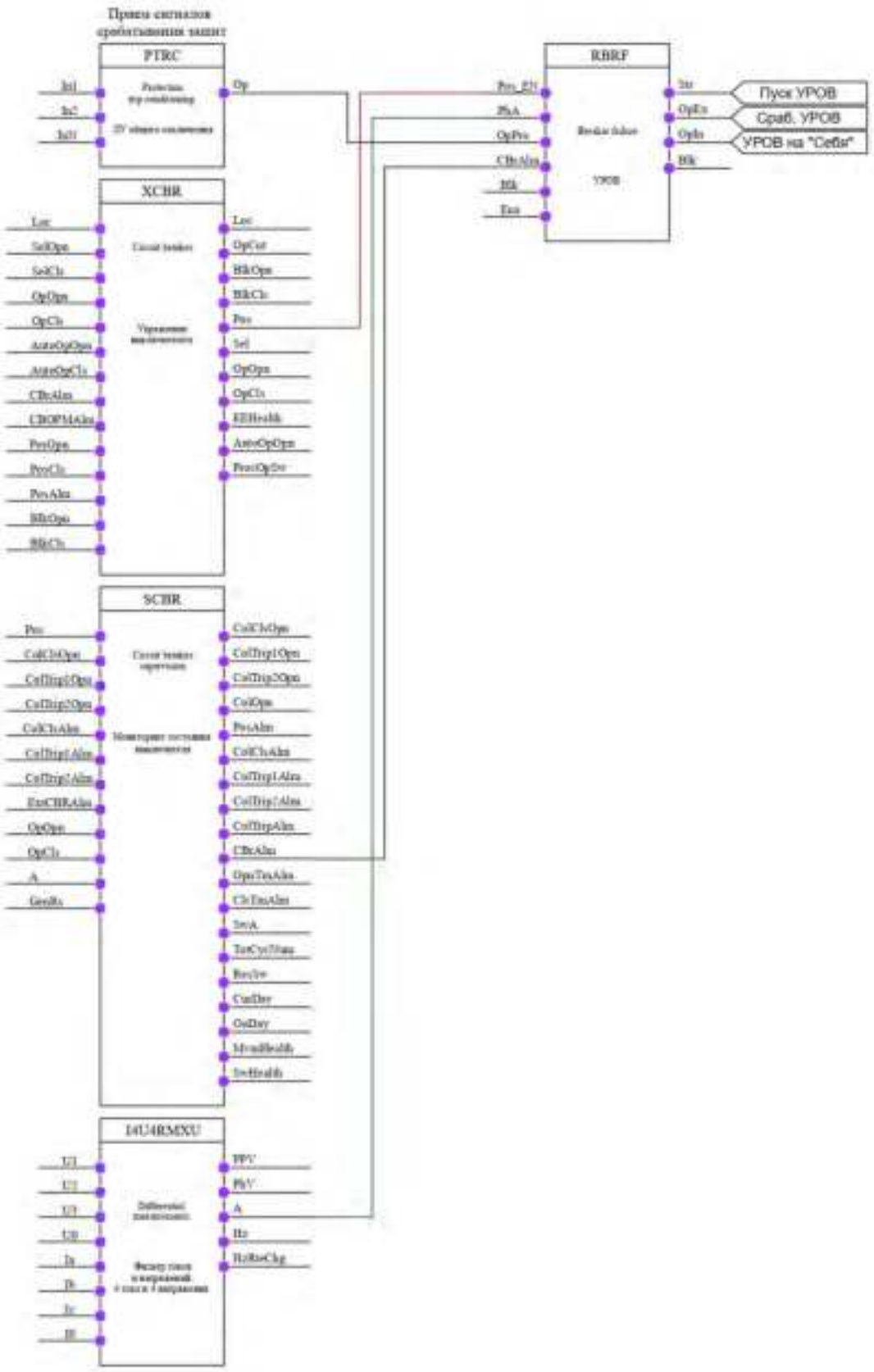


Рисунок 45 – Конфигурация УРОВ

6.13 Защита от дуговых замыканий

При наличии внешних датчиков дуговой защиты в устройстве может быть реализована защита от дуговых замыканий (ЗДЗ).

Для исключения ложных отключений ЗДЗ может быть выполнена с контролем пуска по току (от сигнала «***Пуск общий МТЗ***») или по напряжению. Контроль по току и контроль по напряжению вводятся уставкой «***Режим ЗДЗ***».

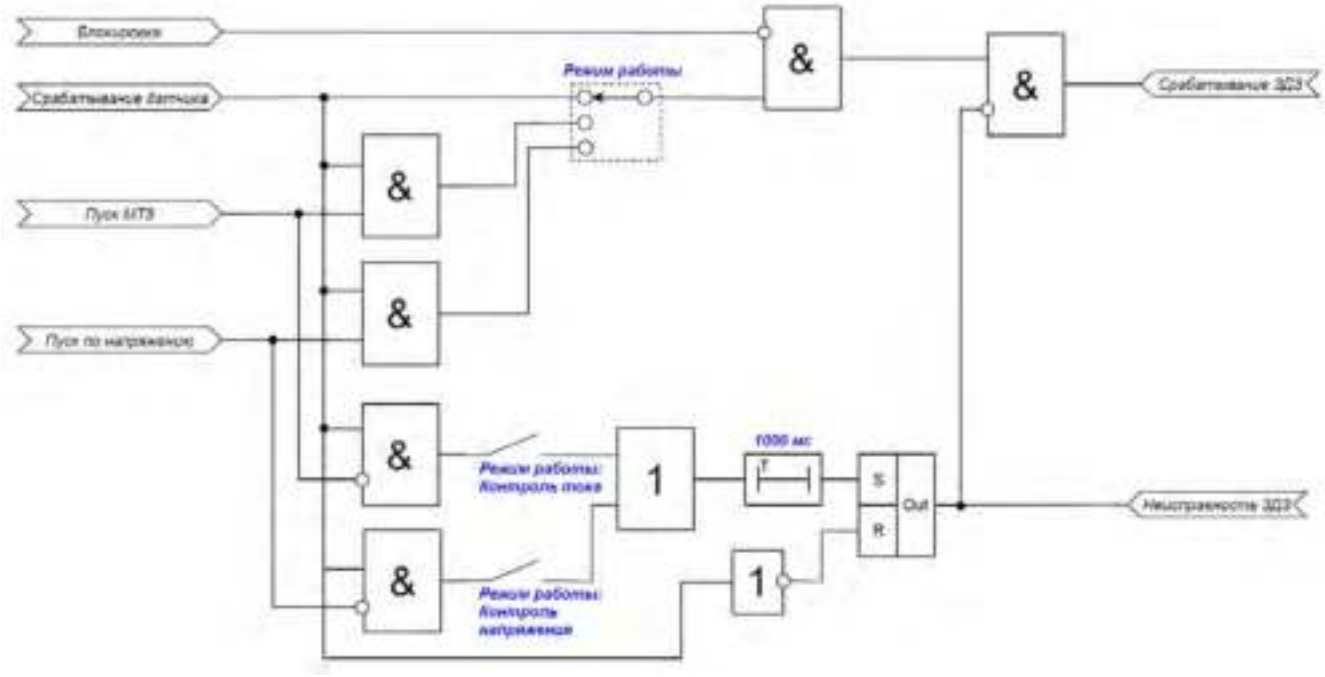


Рисунок 46 – Логическая схема работы ЗДЗ

Таблица 29 – Перечень уставок ЗДЗ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЗДЗ	SARC.Mod	Ввод в работу ЗДЗ	1 – Включено
			5 – Отключено
Режим ЗДЗ	SARC.OpMod	Дополнительные условия пуска с контролем тока или напряжения	0 – Без контроля
			1 – С контролем тока
			2 – С контролем напряжения

Для построения конфигурации защиты от дуговых замыканий используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ дуговой защиты – SARC;
2. ЛУ МТЗ – АРТОС;
3. ЛУ ЗМН – PTUV.

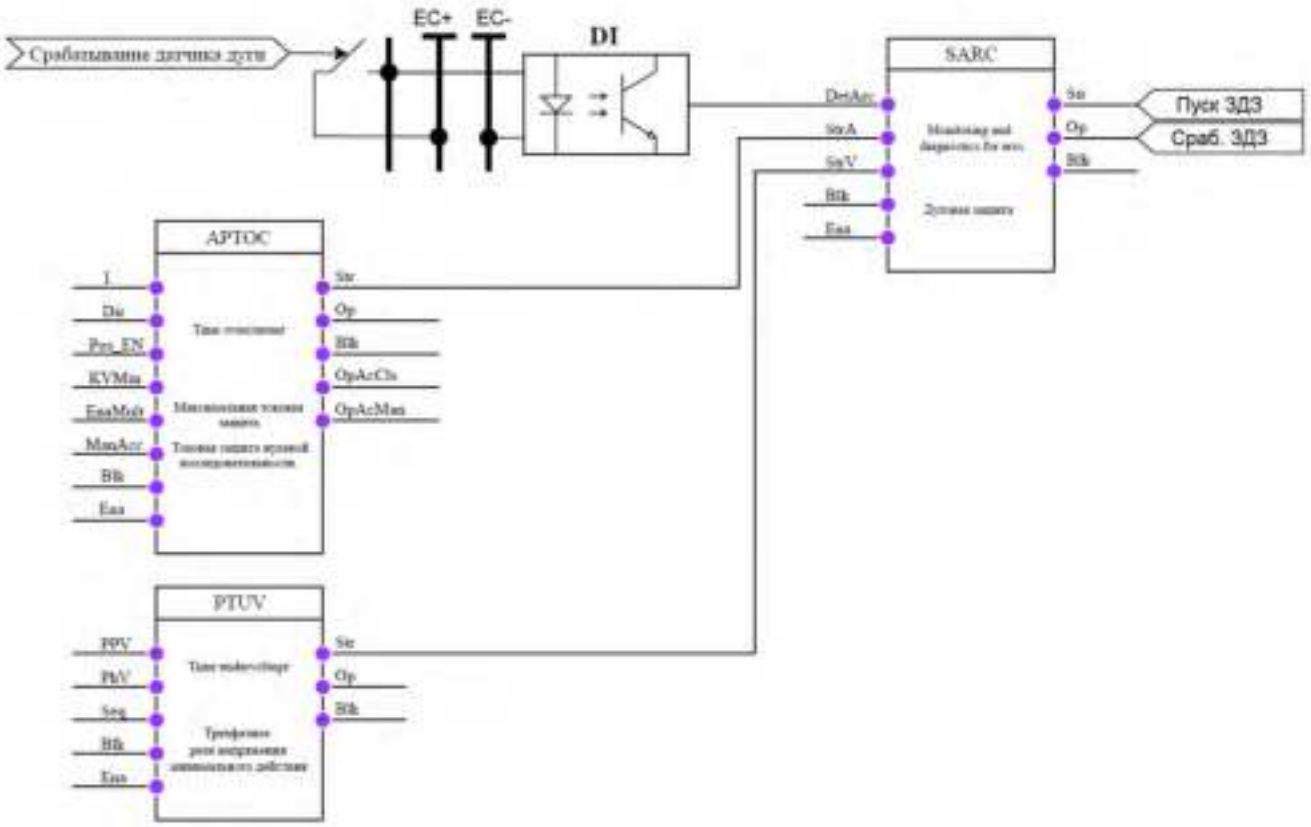


Рисунок 47 – Конфигурация ЗДЗ

6.14 Автоматическое повторное включение

В устройстве реализовано двукратное автоматическое повторное включение (АПВ). Ввод в работу функции АПВ осуществляется программным ключом «***УстРежРаб АПВ***». Количество циклов АПВ определяется уставкой «***ТипАПВ***».

В устройстве предусмотрено действие АПВ с контролем наличия напряжения на СШ (КНН,ш). Ввод контроля наличия напряжения при пуске АПВ производится уставкой «***РежКНН/КОН***».

Пуск АПВ осуществляется при аварийном отключении выключателя. Схема работы АПВ имеет регулируемые уставки срабатывания для каждого цикла АПВ «***Т1ср АПВ***», «***Т2ср АПВ***», а также готовности «***Тготов АПВ***» и восстановления «***Твосстан АПВ***».

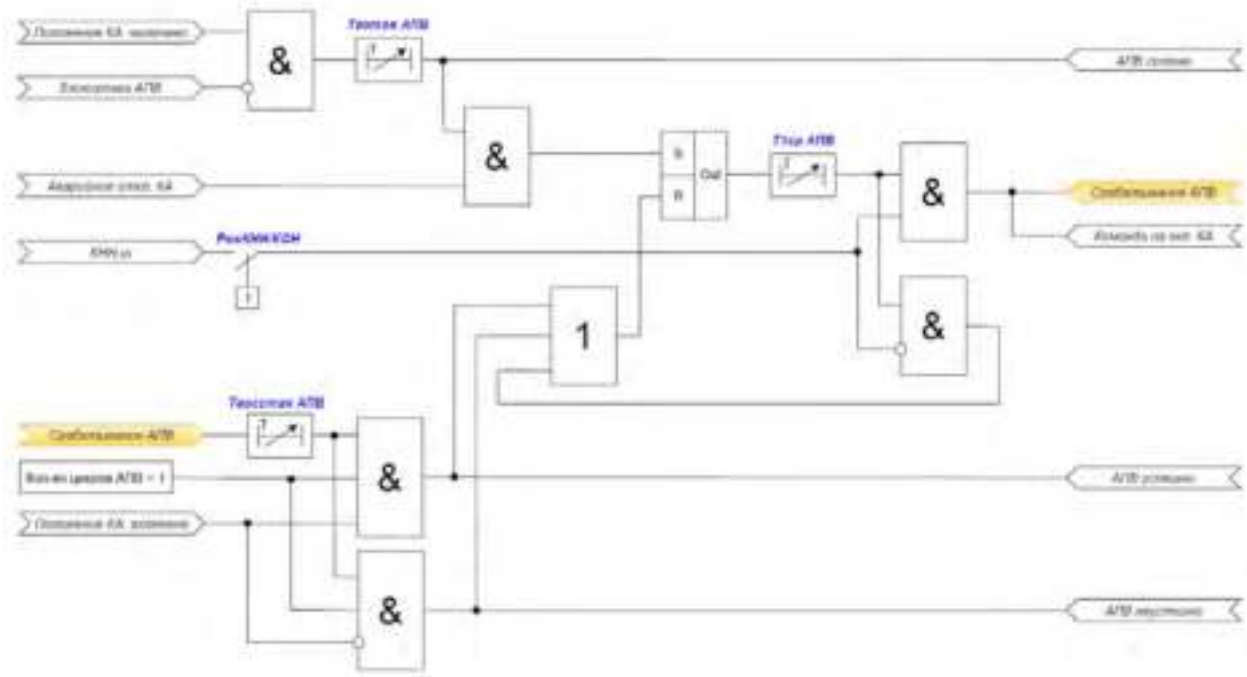


Рисунок 48 – Логическая схема работы однократного АПВ

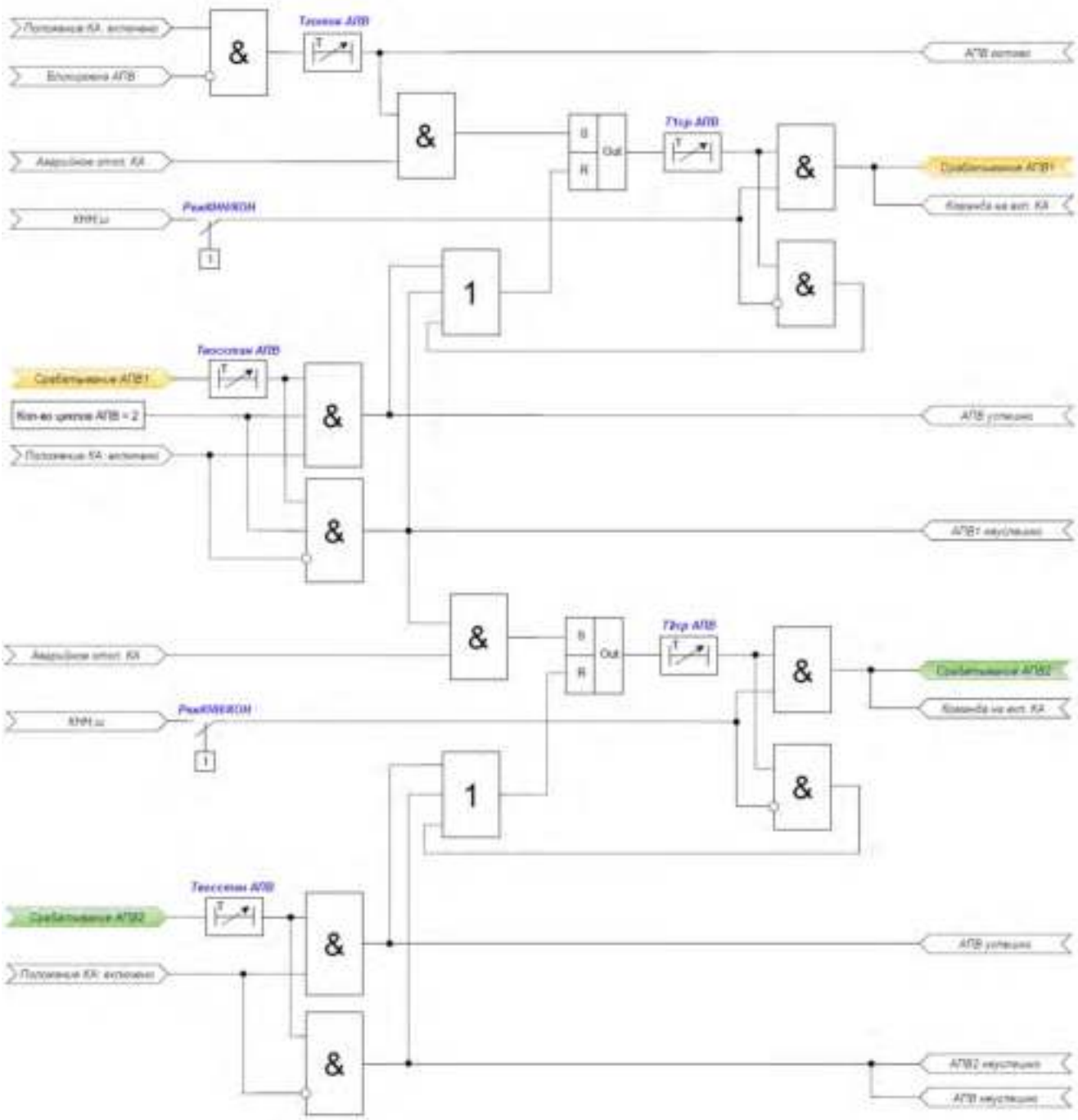


Рисунок 49 – Логическая схема работы двукратного АПВ

Таблица 30 – Перечень уставок АПВ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АПВ	TTREC.Mod	Ввод в работу АПВ	1 – Включено
			5 – Отключено
ТипАПВ	TTREC.UseCyc	Количество циклов АПВ	1 – Один цикл
			2 – Два цикла
РежКНН/КОН	TTREC.VPrs	Контроль наличия напряжения	0 – Отключено
			1 – Включено

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Т1ср АПВ	TTREC.Rec3Tmms1	Выдержка времени срабатывания первого цикла АПВ	От 0 до 1 000 000 мс
Т2ср АПВ	TTREC.Rec3Tmms2	Выдержка времени срабатывания второго цикла АПВ	От 0 до 1 000 000 мс
Тготов АПВ	TTREC.RdyTmms	Время готовности АПВ	От 0 до 1 000 000 мс
Твосстан АПВ	TTREC.RclTmms	Время восстановления АПВ (ожидание включения КА в цикле АПВ)	От 0 до 1 000 000 мс

Для построения конфигурации автоматического повторного включения используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ АПВ – TTREC;
2. ЛУ автоматики управления выключателем – XCBR;
3. ЛУ мониторинга состояния выключателя – SCBR;
4. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
5. ЛУ контроля исправности цепей переменного напряжения – VCSPVC;
6. ЛУ цифровой обработки сигналов – I4U4RMXU, U4RMXU.

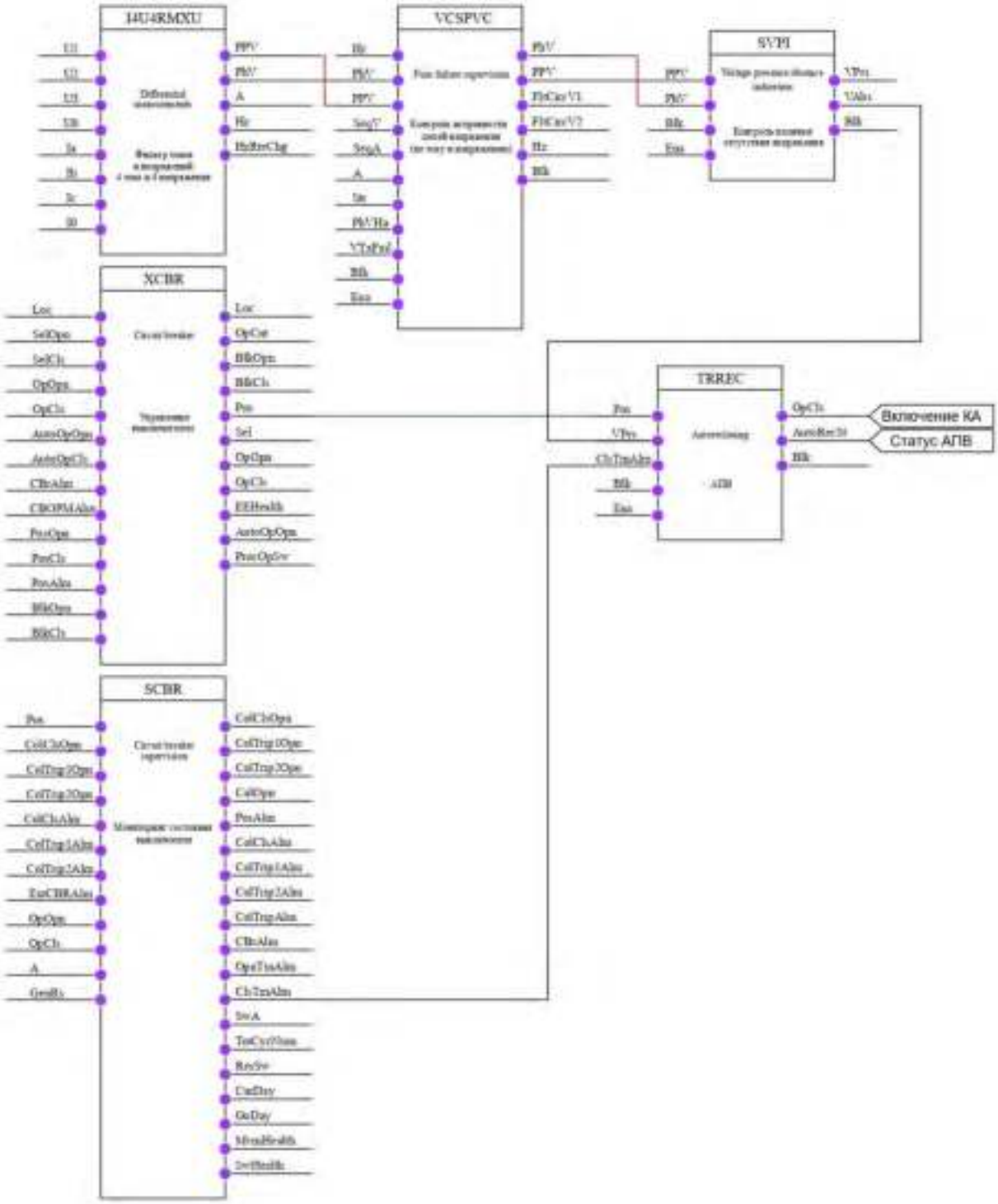


Рисунок 50 – Конфигурация АПВ

6.15 Автоматический ввод резерва

Автоматический ввод резерва (АВР) предназначен для автоматического переключения обесточенной секции на резервное питание. В устройстве предусмотрена логика АВР как для рабочего, так и для резервного ввода. Функция АВР вводится программным ключом «***УстРежРаб АВР***».

В схеме, представленной на рис. *51*, устройство формирует сигналы на отключение вводного и включение секционного выключателей. В схеме с одним рабочим и одним резервным вводом (рис. *52*) устройство формирует сигналы на отключение выключателя рабочего ввода и на включение выключателя резервного ввода.

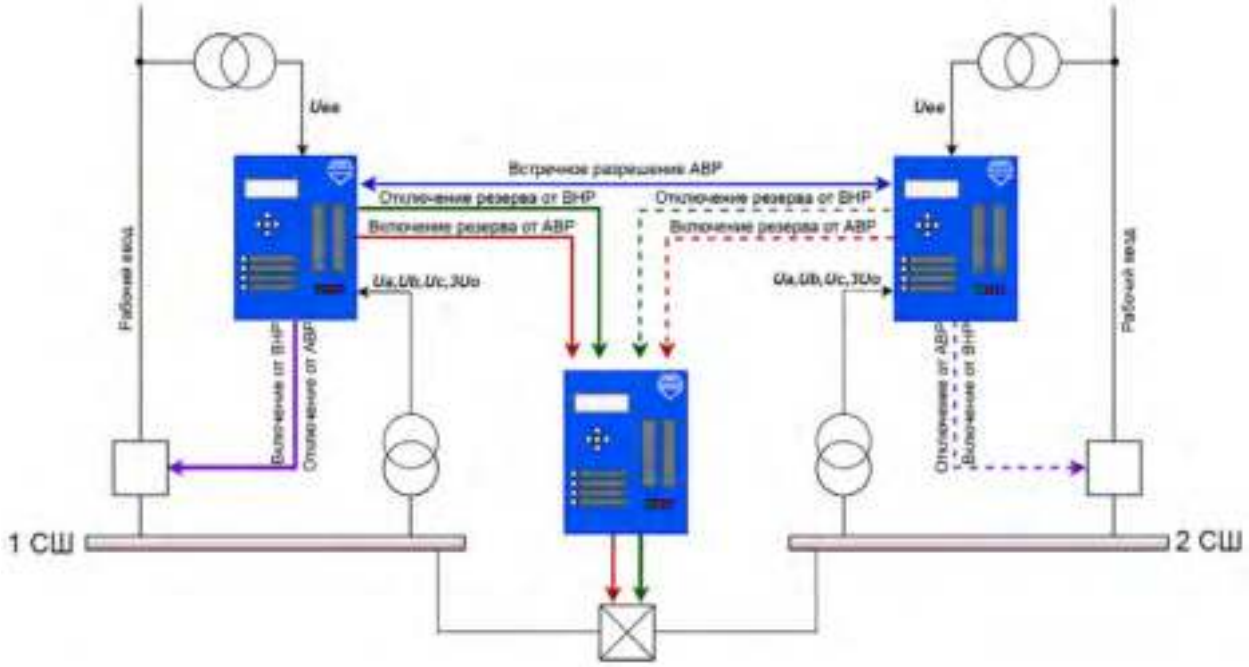


Рисунок 51 – Схема работы АВР для ПС с двумя рабочими вводами

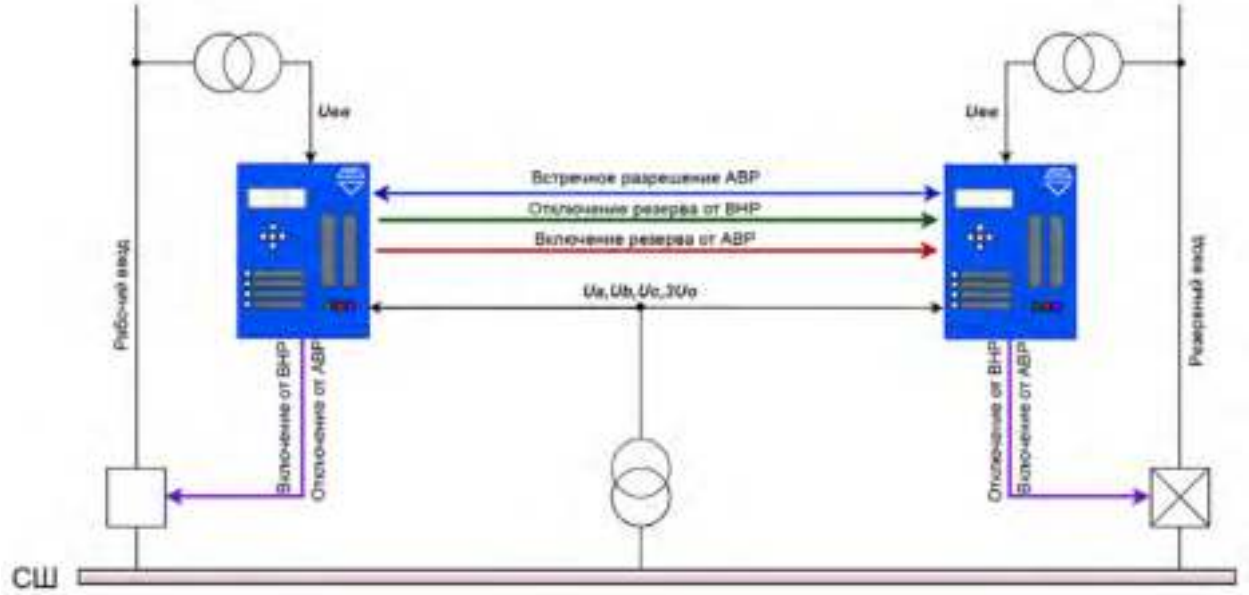


Рисунок 52 – Схема работы АВР для ПС с одним рабочим и одним резервным вводом

Устройство формирует сигнал разрешения АВР для терминала смежного ввода.

Предусмотрен контроль длительного отсутствия напряжения за выключателем ввода, действующий на сигнализацию. Данный контроль вводится уставкой «***КонОтсUзаВ***» и действует при снижении напряжения за выключателем ввода ниже уставки контроля наличия напряжения с выдержкой времени «***ТсигОтсUВВ***». Также предусмотрен контроль длительного отсутствия сигнала встречного разрешения АВР от терминала смежного ввода, который вводится уставкой «***КонОтсРазр***» и действует с выдержкой времени «***ТсигОтсРаз***».

Для подстанции с синхронными двигателями предусмотрено формирование сигнала встречного разрешения АВР с дополнительным контролем уровня частоты, определяемого уставкой «***Fср АВР***».

Функция АВР имеет регулируемые уставки по времени готовности АВР «***Тготов АВР***», а также по времени срабатывания «***Тср АВР***» (для рабочего ввода). При активном сигнале ускорения АВР команда на отключение ВВ подается без выдержки времени.

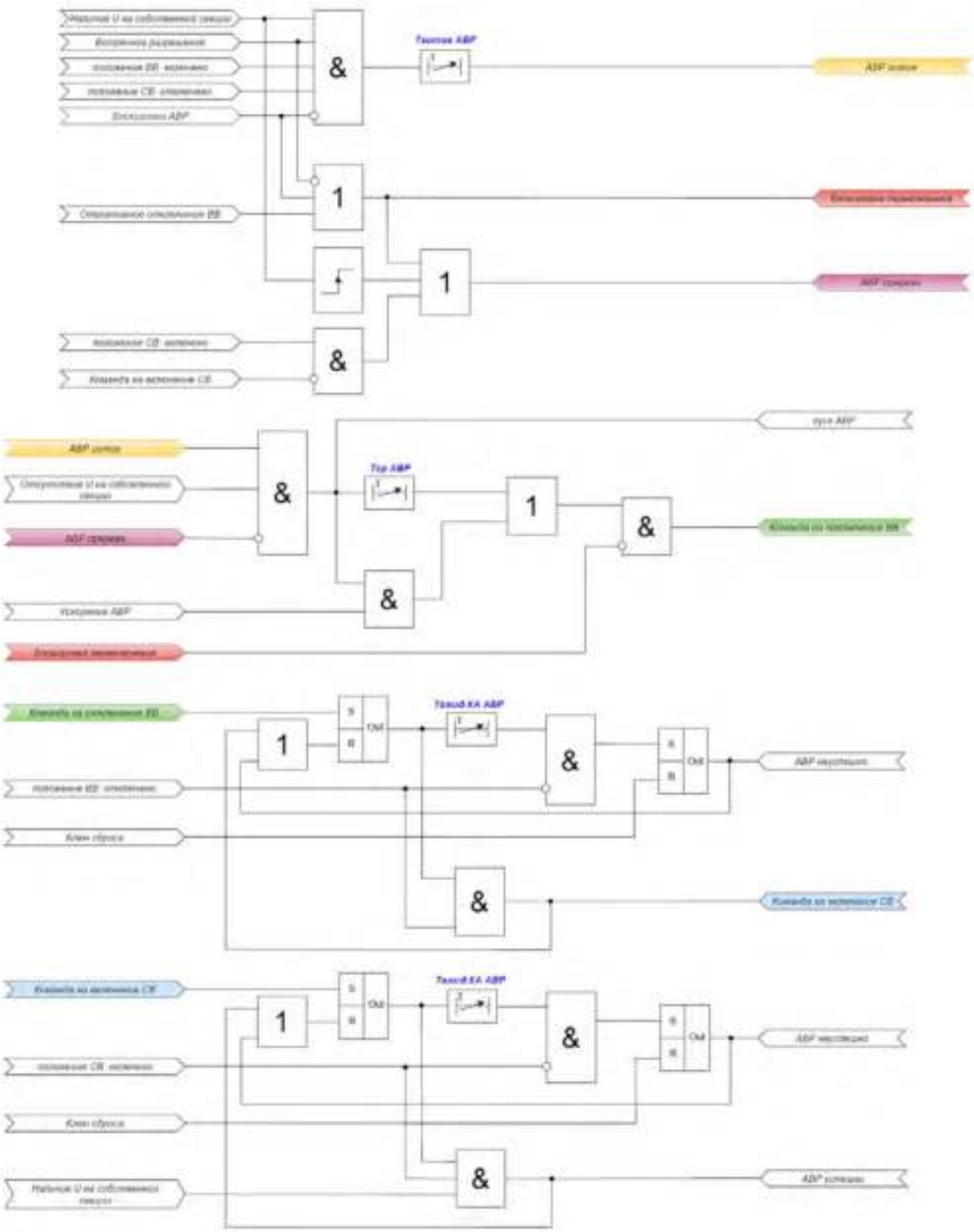


Рисунок 53 – Логическая схема работы АВР

Таблица 31 – Перечень уставок АВР

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АВР	AATS.Mod	Ввод в работу АВР	1 – Включено 5 – Отключено
Тср АВР	AATS.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АВР	От 0 до 1 000 000 мс
Тготов АВР	AATS.RdDlTmms	Время готовности АВР	От 0 до 1 000 000 мс
Тожид.КА АВР	AATS.CBDlTmms	Время ожидания переключения КА	От 0 до 1 000 000 мс
КонОтсИзаВ	AATS.EnaUCBPrs	Контроль длительного отсутствия напряжения на вводе	0 – Отключено 1 – Включено
ТсигОтсИВВ	AATS.UCBPRSDlTmms	Выдержка времени контроля отсутствия напряжения за ВВ	От 0 до 1 000 000 мс
КонОтсРазр	AATS. EnaUNBPrs	Контроль длительного отсутствия напряжения на вводе	0 – Отключено 1 – Включено
ТсигОтсРаз	AATS.UNBPrsDlTmms	Выдержка времени контроля отсутствия встречного разрешения	От 0 до 1 000 000 мс
Fср АВР	PTOF.StrVal	Уставка срабатывания контроля уровня частоты встречного разрешения	От 45 до 55 Гц

Для построения конфигурации автоматического ввода резерва используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU/U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
4. ЛУ автоматического ввода резерва – AATS;
5. ЛУ формирования общего отключения – PTRC;
6. ЛУ управления выключателем – XCBR.

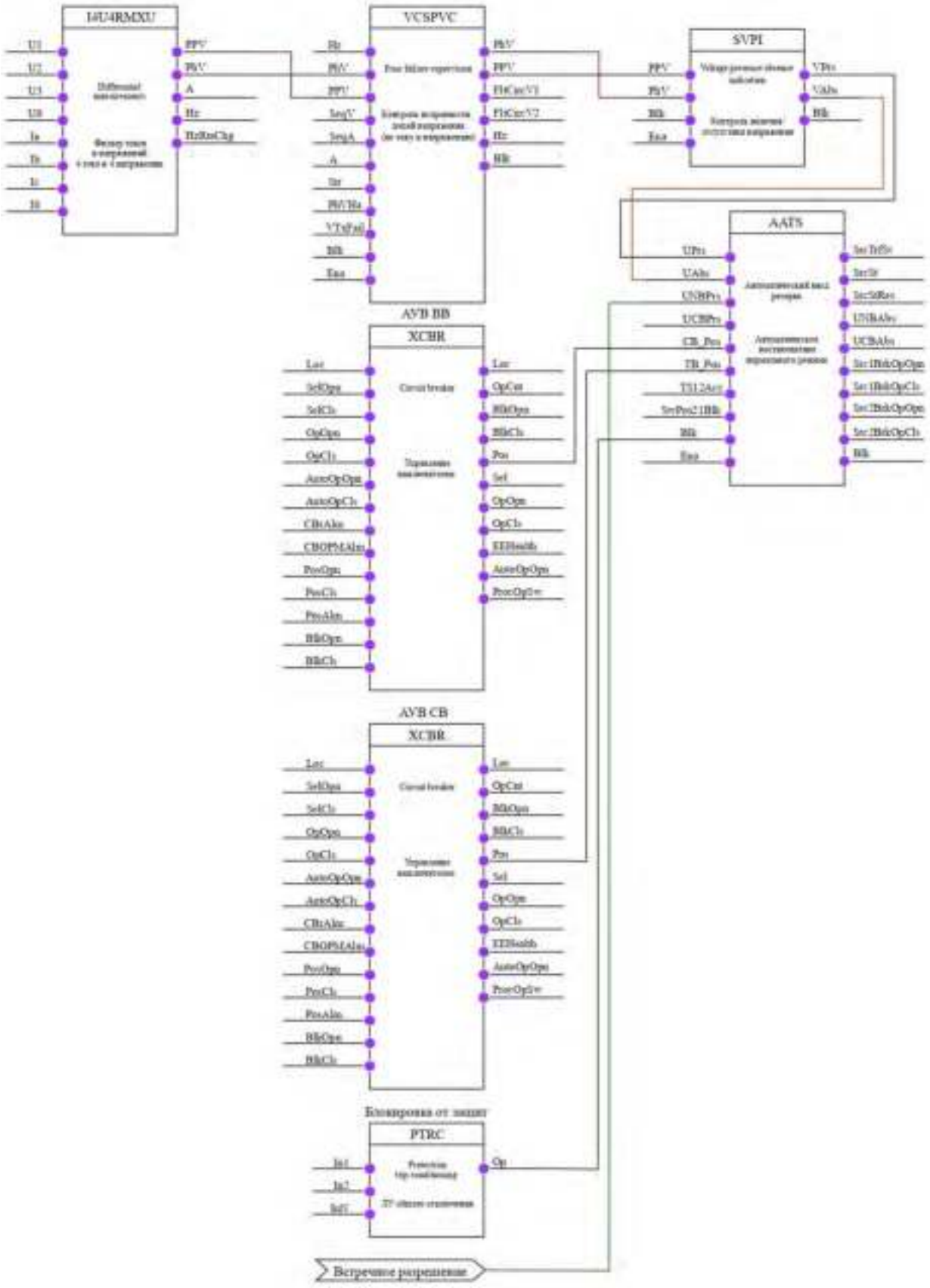


Рисунок 54 – Конфигурация АВР

6.16 Автоматическое восстановление нормального режима

В устройстве предусмотрена возможность автоматического восстановления нормальной схемы (АВНР) после действия АВР. Для работы функции АВНР необходимо наличие цепей напряжения за выключателем ввода.

Функция АВНР вводится программным ключом «***УстРежРаб АВНР***».

Схема АВНР имеет регулируемые уставки по времени готовности «***Тготов АВНР***», времени срабатывания «***Тср АВНР***» и времени ожидания переключения КА «***Тожид.КА АВНР***».

Функция АВНР имеет два режима работы (выбор производится уставкой «***Режим АВНР***»):

- с перерывом питания. В данном режиме сперва отключается секционный выключатель, затем (СВ), по факту успешного отключения СВ, включается вводной выключатель (ВВ);

- без перерыва питания. В данном режиме сперва включается ВВ, затем, по факту успешного включения ВВ, подается команда на отключение выключателя резерва и запускается выдержка времени контроля успешности отключения выключателя резерва. Если в течении времени «***Тожид.КА АВНР***» выключатель резерва не отключился, то формируется команда на отключение ВВ.

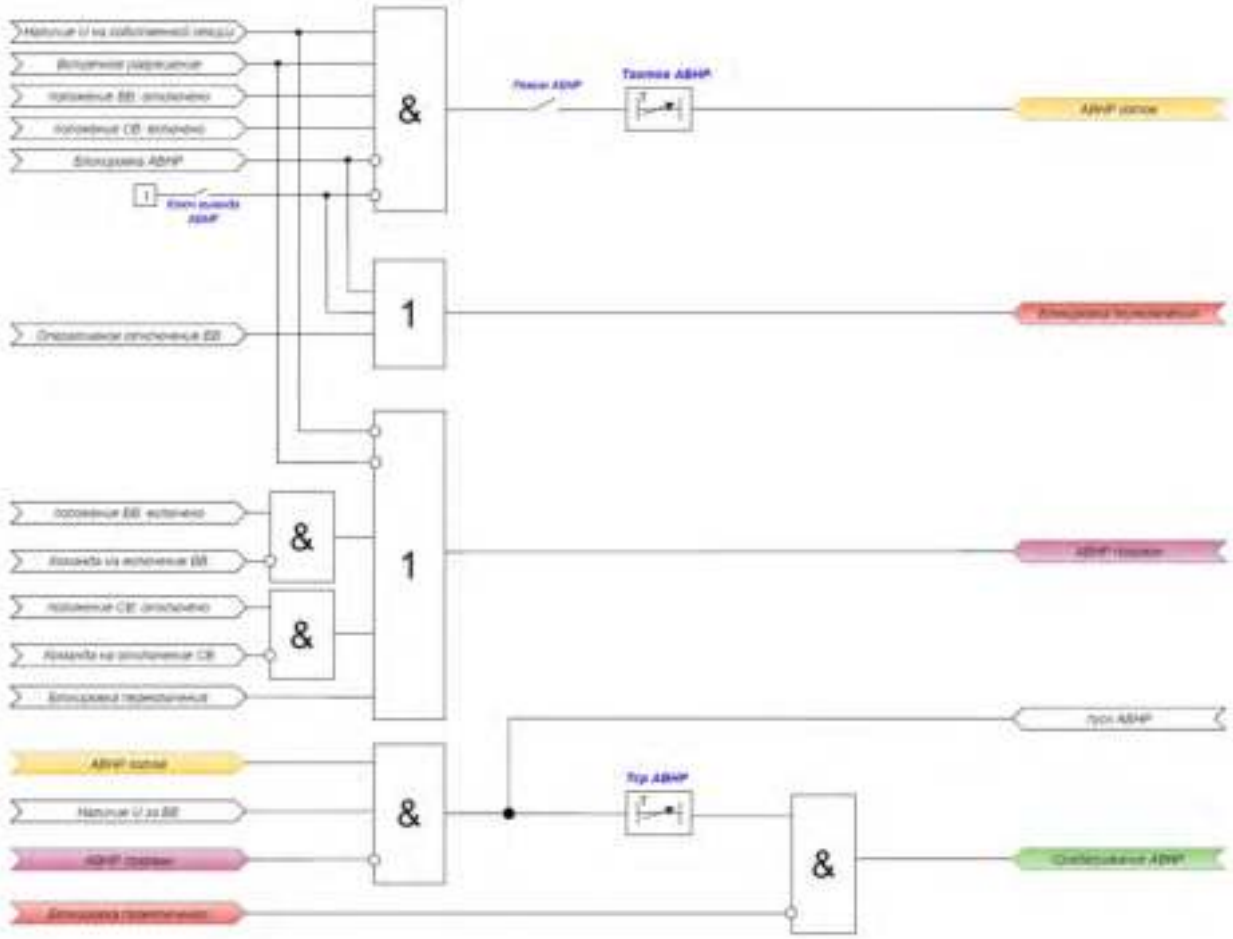


Рисунок 55 – Логическая схема работы АВНР

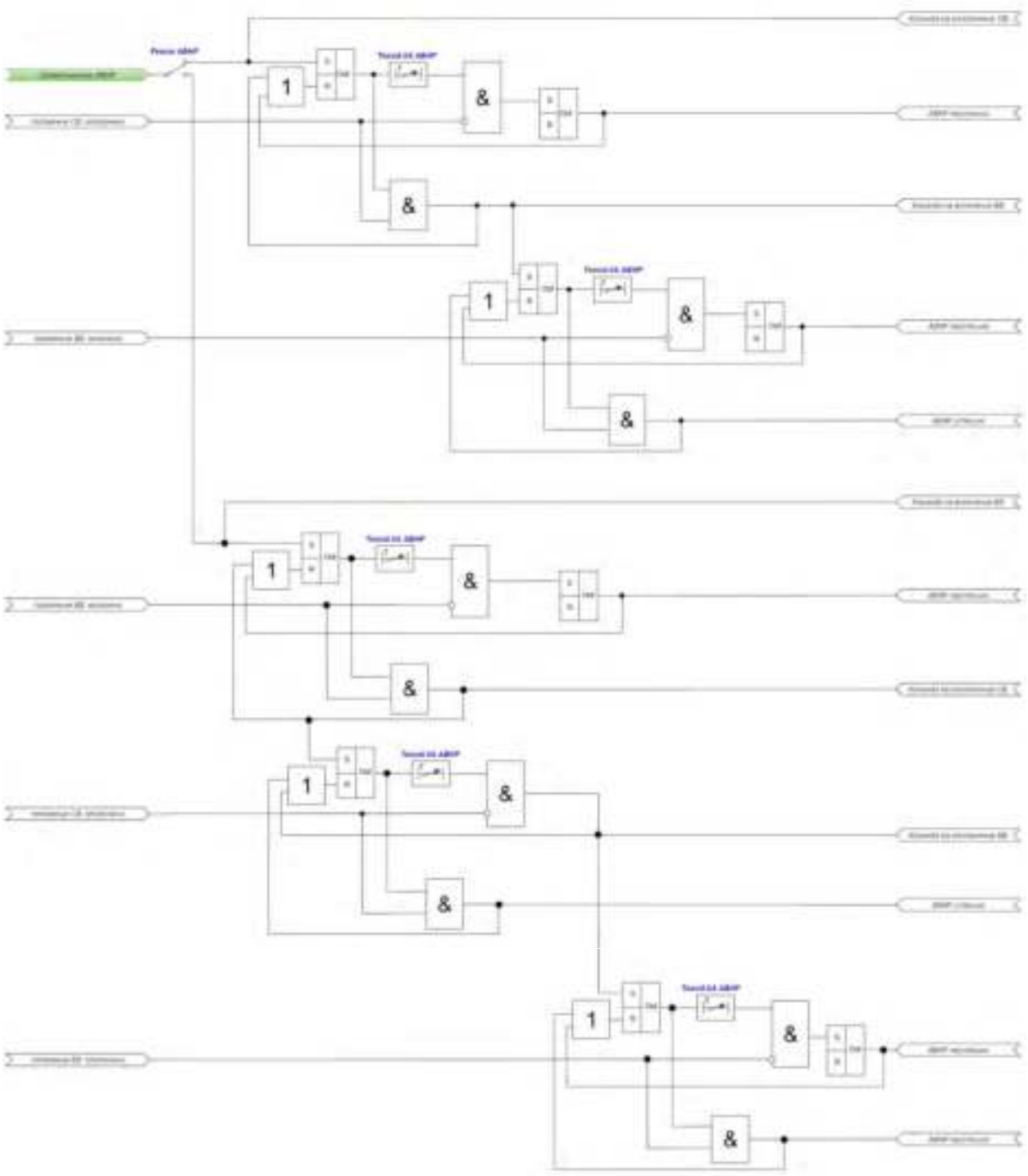


Рисунок 56 – Логическая схема работы АВНР

Таблица 32 – Перечень уставок АВНР

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АВНР	AATS.Mod	Ввод в работу АВНР	1 – Включено
			5 – Отключено
Режим АВНР	AATS.OpMod	Режим АВНР	2 – АВНР с перерывом питания
			3 – АВНР без перерыва питания

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Тср АВНР	AATS.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АВНР	От 0 до 1 000 000 мс
Тготов АВНР	AATS.RdDlTmms	Время готовности АВНР	От 0 до 1 000 000 мс
Тожид.КА АВНР	AATS.CBDlTmms	Время ожидания переключения КА	От 0 до 1 000 000 мс

Для построения конфигурации автоматического восстановления нормального режима используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU/U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
4. ЛУ автоматического ввода резерва – AATS;
5. ЛУ формирования общего отключения – PTRC;
6. ЛУ управления выключателем – XCBR.
7. ЛУ цифровой фильтрации – U1RMXN;
8. ЛУ максимального реле напряжения с работой по одной фазе – P1PTOV;
9. ЛУ свободной логики – GAPC.

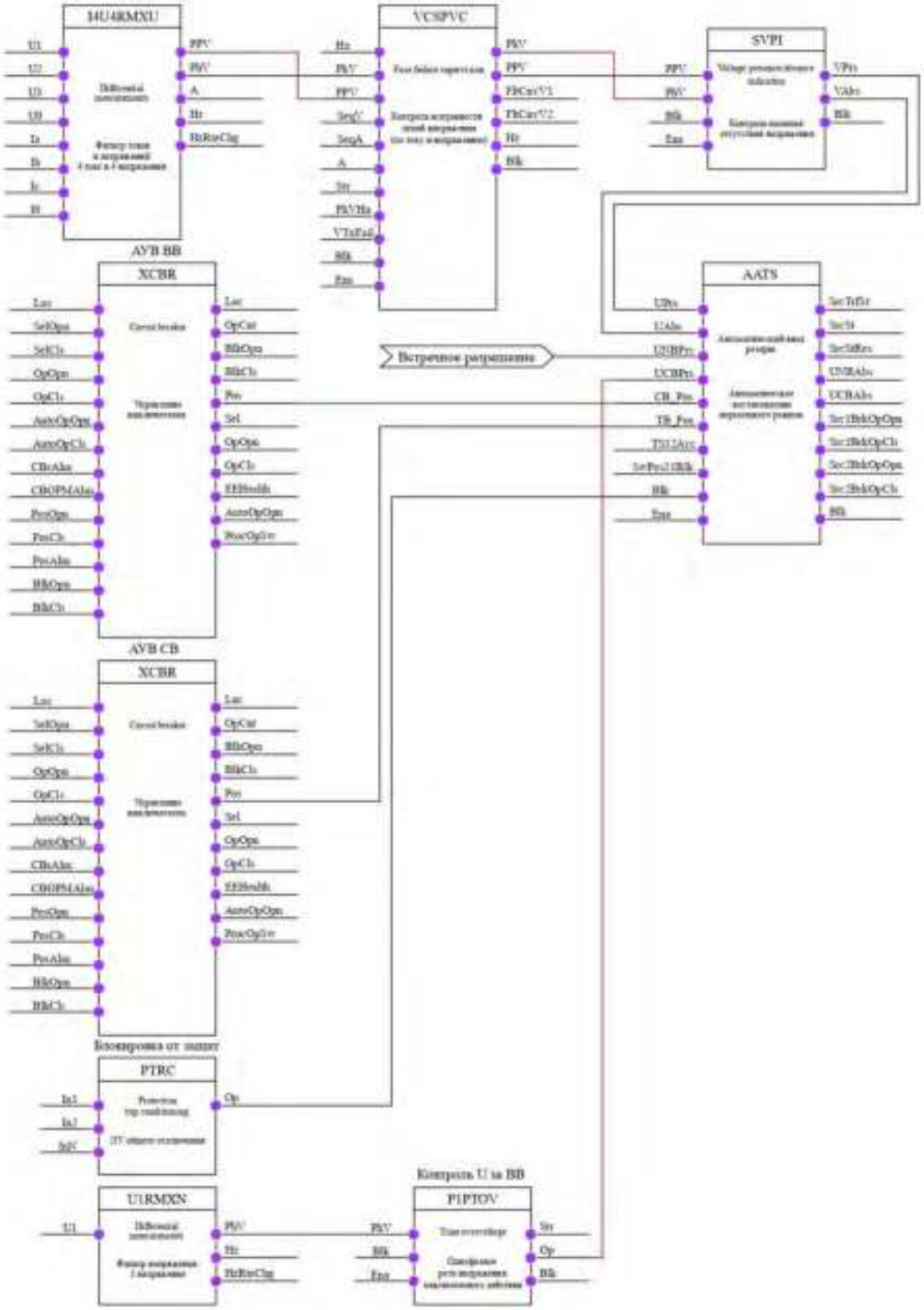


Рисунок 57 – Конфигурация АВНР

6.17 Автоматическая частотная разгрузка

Версия алгоритма АЧР 1.0.0.0.

6.17.1 АЧР в терминале защиты и автоматики линии

Устройство выполняет команды автоматической частотной разгрузки (АЧР) и последующего частотного автоматического повторного включение (ЧАПВ). Также имеется АЧР по скорости (АЧРС) изменения частоты, предназначенная для ликвидации большого дефицита активной мощности.

Схема работы АЧР имеет регулируемые уставки по частоте срабатывания «***Fср АЧР***», а также по времени срабатывания «***Тср АЧР***». Ввод функции АЧР производится программным ключом «***УстРежРаб АЧР***».

Предусмотрена блокировка срабатывания АЧР по скорости изменения частоты. Регулируемая уставка блокировки АЧР по скорости изменения частоты задается через «***df/dt***». Возврат, данной блокировки, осуществляется спустя выдержку времени сброса «***Твозвр***» после снятия условий блокировки по скорости изменения частоты. Дополнительно имеется блокировки по минимальной частоте, уставка которой задается через «***Fср min***».

Также контролируется направление протекания мощности. Данная логика необходима для исключения срабатывания АЧР при выбеге электродвигателей. При протекании мощности из линии в шину формируется сигнал, блокирующий срабатывание АЧР.

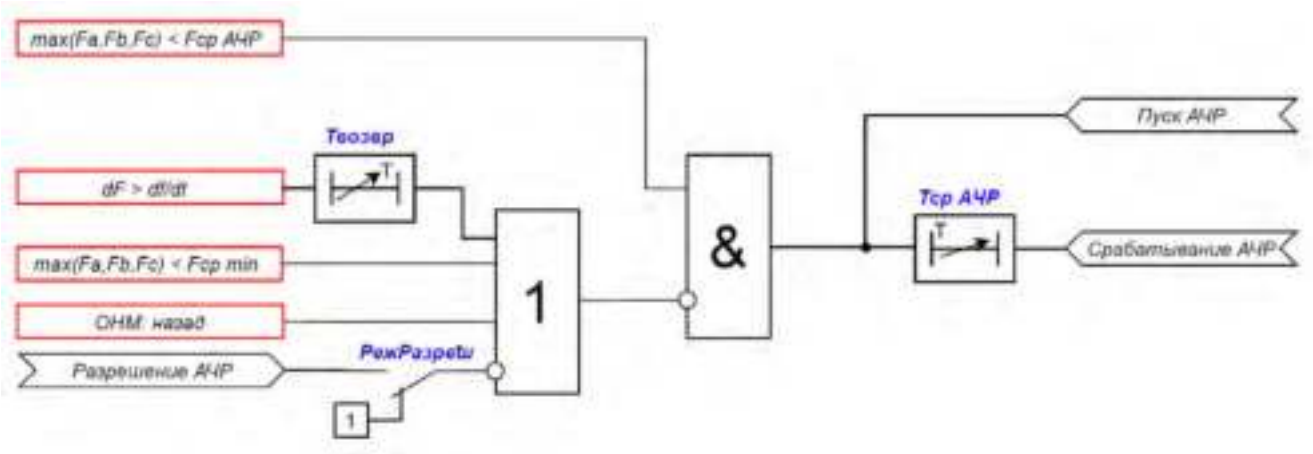


Рисунок 58 – Логическая схема работы АЧР

Схема работы АЧРС имеет регулируемые уставки по частоте «***Fср АЧРС***», скорости изменения частоты «***df/dt АЧРС***», а также по времени срабатывания «***Тср АЧРС***». Ввод функции АЧРС производится программным ключом «***УстРежРаб АЧРС***».

Предусмотрена блокировка срабатывания АЧРС по скорости изменения частоты. Регулируемая уставка блокировки АЧРС по скорости изменения частоты задается через «***df/dt***». Возврат, данной блокировки, осуществляется спустя выдержку времени сброса «***Твозвр***» после снятия условий блокировки по скорости изменения частоты. Дополнительно имеется блокировка по минимальной частоте, уставка которой задается через «***Fср min***».

Рисунок 59 – Логическая схема разрешения АЧРС

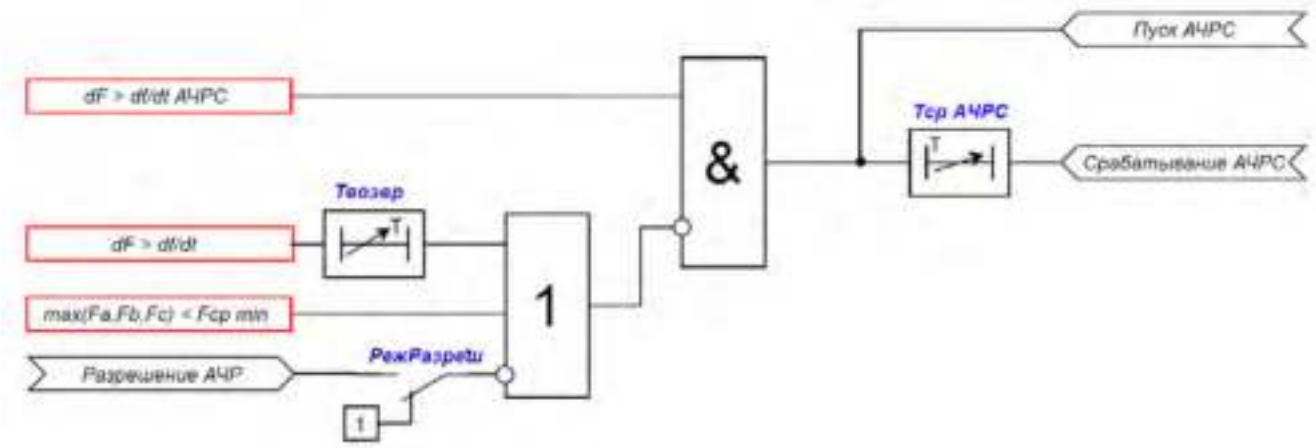


Рисунок 60 – Логическая схема работы АЧРС

Схема работы ЧАПВ имеет регулируемые уставки по времени срабатывания «***Тср ЧАПВ***», по времени готовности «***Тготов ЧАПВ***» и по времени восстановления ЧАПВ «***Твосстан ЧАПВ***». Ввод функции ЧАПВ производится программным ключом «***УстРежРаб ЧАПВ***». Предусмотрен контроль возврата частоты и напряжения в допустимые пределы, данный контроль вводится уставкой «***Контр:U,F***». Время ввода ожидания возврата частоты и напряжения задается уставкой «***Тожидания***». Если задать «***Тожидания***» = 0 мс, то ожидание возврата частоты и напряжения в норму бесконечно.

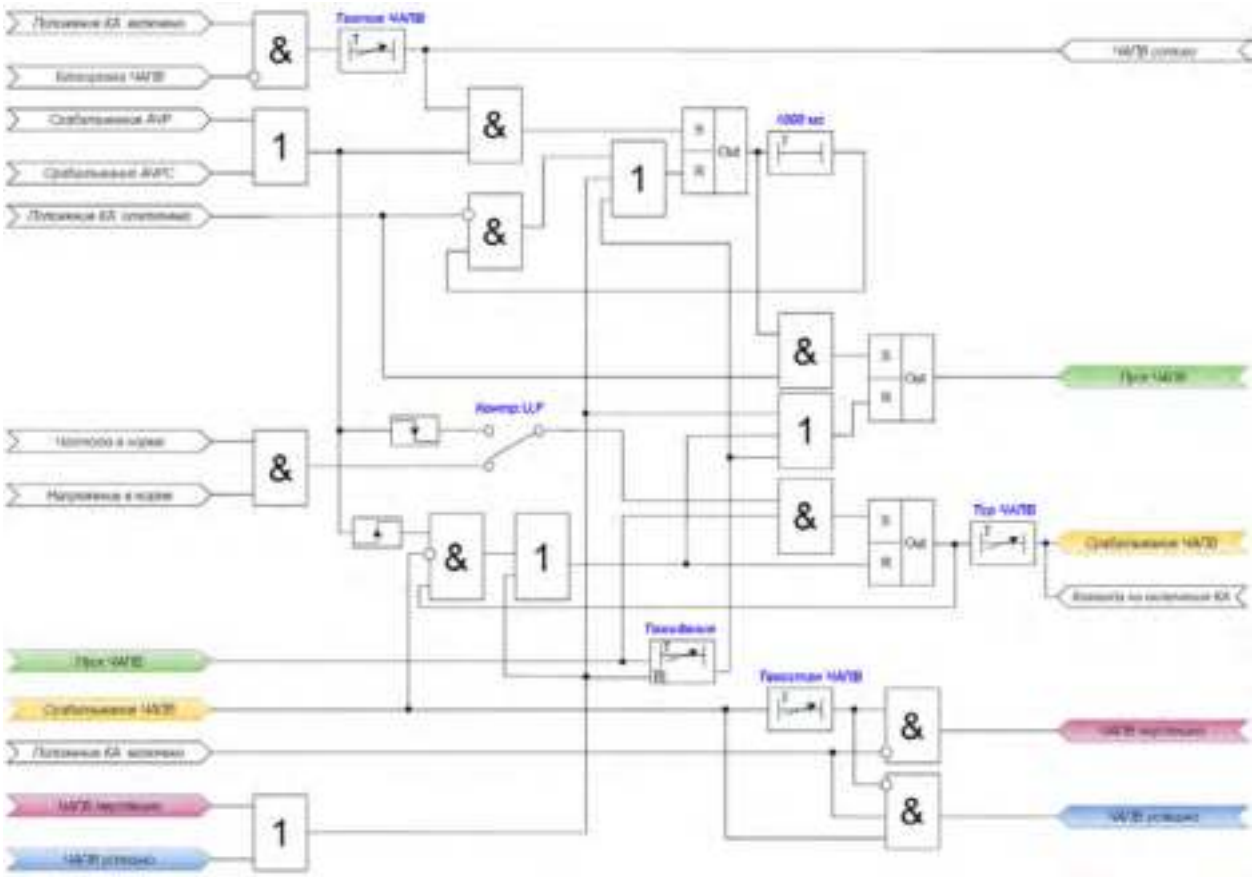


Рисунок 61 – Логическая схема работы ЧАПВ

Таблица 33 – Перечень уставок АЧР

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АЧР	PTUF.Mod	Ввод в работу АЧР	1 – Включено 5 – Отключено
Fср АЧР	PTUF.StrVal	Уставка срабатывания АЧР	От 45 до 55 Гц
Tср АЧР	PTUF.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АЧР	От 0 до 1 000 000 мс
df/dt	PFRC.StrVal	Уставка срабатывания блокировки по скорости изменения частоты	От 0 до 50 Гц/с
Твозвр	PFRC.RsDlTmms	Выдержка времени на возврат блокировки по скорости изменения частоты	От 0 до 1 000 000 мс
Fср min	PTUF.StrVal	Величина срабатывания блокировки по минимальной частоте	От 45 до 55 Гц
РежРазреш АЧР	PTUF.EnaOp	Режим разрешающего входа АЧР	0 – Отключено 1 – Включено
max∠об.нап	RDIR.MaxRvAng_flt	Максимальный угол в обратном направлении	От 0 до 90 градусов
min∠об.нап	RDIR.MinRvAng_flt	Минимальный угол в обратном направлении	От -90 до 0 градусов

Таблица 34 – Перечень уставок АЧРС

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АЧРС	PFRC.Mod	Ввод в работу АЧРС	1 – Включено 5 – Отключено
df/dt	PFRC.StrVal	Уставка срабатывания блокировки по скорости изменения частоты	От 0 до 50 Гц/с
Fср АЧРС	PTUF.StrVal	Уставка срабатывания по частоте АЧРС	От 45 до 55 Гц
df/dt АЧРС	PFRC.StrVal	Уставка срабатывания по скорости изменения частоты АЧРС	От 0 до 50 Гц/с
Tср АЧРС	PFRC.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АЧРС	От 0 до 1 000 000 мс
Твозвр	PFRC.RsDlTmms	Выдержка времени на возврат блокировки по скорости изменения частоты	От 0 до 1 000 000 мс
Fср min	PTUF.StrVal	Величина срабатывания блокировки по минимальной частоте	От 45 до 55 Гц
РежРазреш АЧРС	PFRC.EnaOp	Режим разрешающего входа АЧРС	0 – Отключено 1 – Включено

Таблица 35 – Перечень уставок ЧАПВ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЧАПВ	FVRREC.Mod	Ввод в работу ЧАПВ	1 – Включено 5 – Отключено
Тср ЧАПВ	FVRREC.Rec3Tmms1	Выдержка времени срабатывания ЧАПВ	От 0 до 1 000 000 мс
Тготов ЧАПВ	FVRREC.RdyTmms	Выдержка времени готовности ЧАПВ	От 0 до 1 000 000 мс
Твосстан ЧАПВ	FVRREC.RclTmms	Время восстановления ЧАПВ (время ожидания переключения КА)	От 0 до 1 000 000 мс
Контр:U,F	FVRREC.VHzPrs	Контроль частоты и напряжения	0 – Отключено 1 – Включено
Тожидания	FVRREC.MaxTmms	Время ввода контроля частоты и напряжения	От 0 до 1 000 000 мс

Для построения конфигурации автоматической частотной разгрузки используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU/U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ скорости изменения частоты – PFRC;
4. ЛУ минимальной частоты – PTUF.

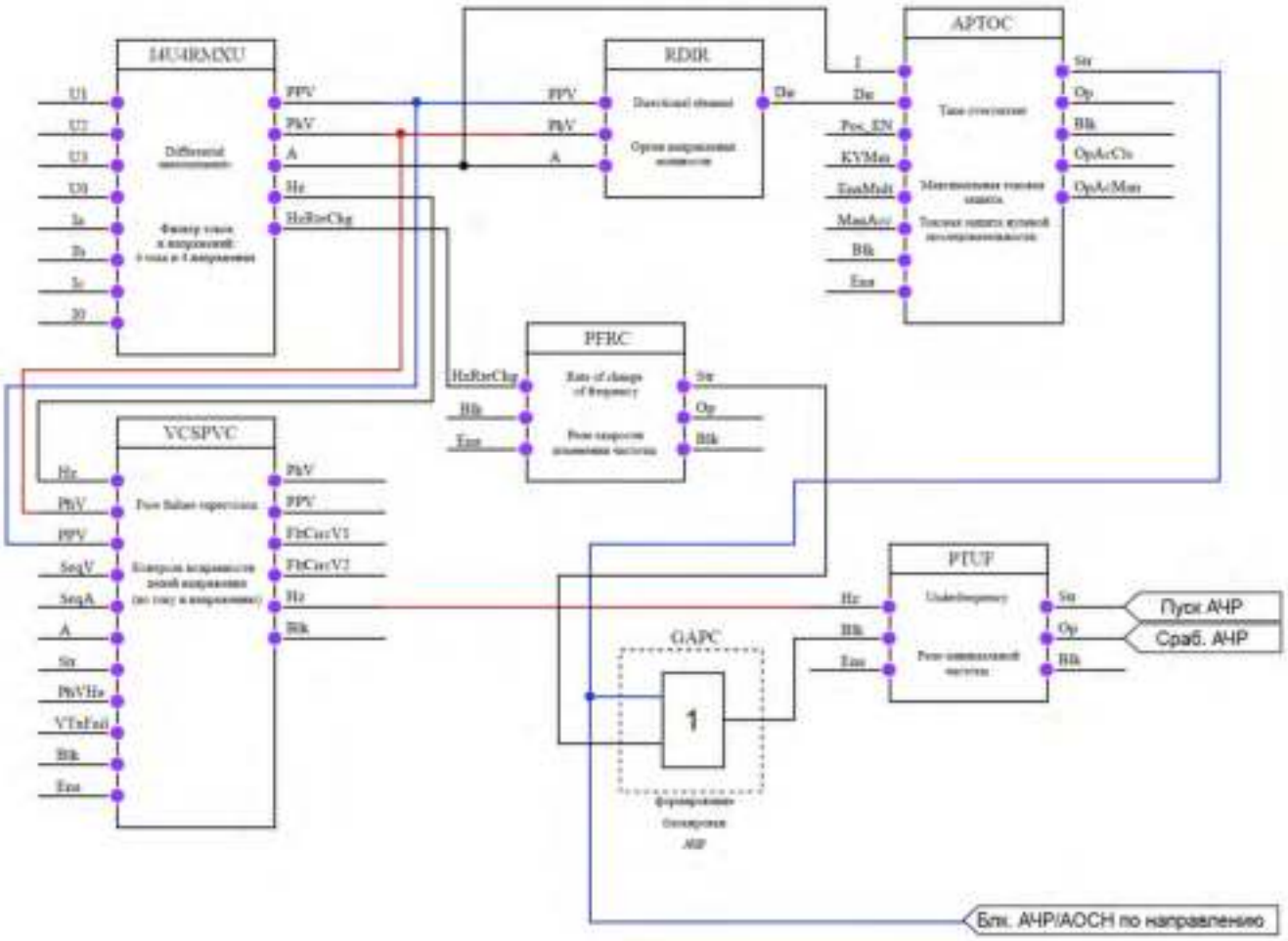


Рисунок 62 – Конфигурация АЧР (PTUF.Blk_D – Блокирующий вход АЧР)

Для построения конфигурации автоматической частотной разгрузки по скорости изменения частоты используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU/U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ скорости изменения частоты – PFRC;
4. ЛУ минимальной частоты – PTUF.

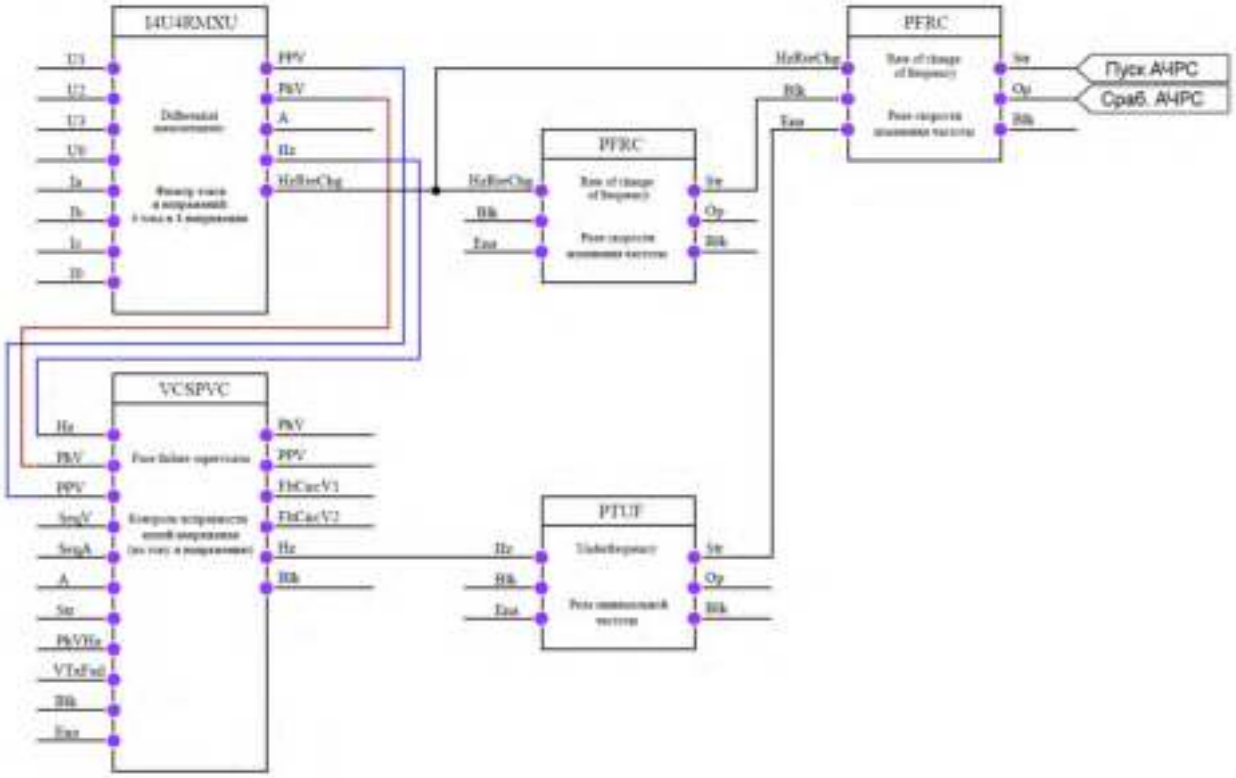


Рисунок 63 – Конфигурация АЧРС (PFRC2.Blk_D – Блокирующий вход АЧРС; PFRC2.Ena_D – Разрешающий вход АЧРС)

Для построения конфигурации частотного АПВ используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU/U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ управления выключателем – XCBR;
4. ЛУ мониторинга состояния выключателя – SCBR;
5. ЛУ общего отключения – PTRC;
6. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
7. ЛУ максимальной частоты – PTOF;
8. ЛУ частотного АПВ – FVRREC.

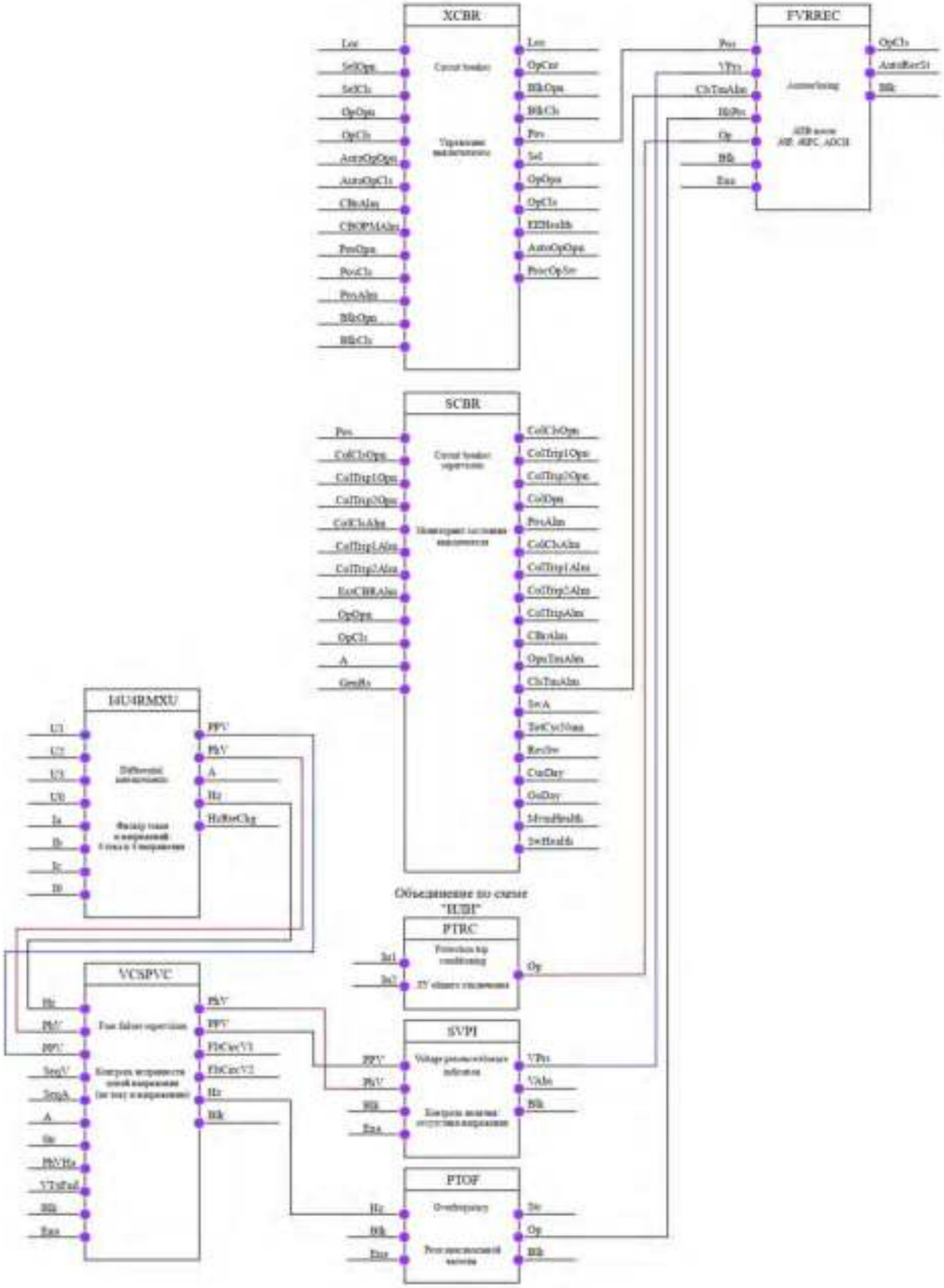


Рисунок 64 – Конфигурация ЧАПВ

6.17.2 АЧР в терминале ТН или в терминале АЧР

Устройство имеет произвольное количество очередей АЧР в каждой из которых возможно предусмотреть произвольное количество ступеней, выполняющих отключение через заданное уставкой время «***Тср АЧР***». Возможна реализация совмещенных (работающих на одно общее выходное реле) ступеней АЧР. Каждая ступень АЧР вводится соответствующим программным ключом «***УстРежРаб АЧР***». Также устройство имеет произвольное количество очередей АЧР по скорости изменения частоты (АЧРС), предназначенные для ликвидации большого дефицита активной мощности. АЧРС вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб АЧРС***». Количество очередей и ступеней АЧР и АЧРС определяется пользователем.

Работа АЧР и АЧРС может быть разрешена/заблокирована от внешних дискретных сигналов «***Разрешение***» и «***Запрет***». Активация разрешающего входа осуществляется через уставку «***РежРазреш АЧР***», «***РежРазреш АЧРС***».

Для исключения ложных срабатываний АЧР и АЧРС предусмотрены:

- Контроль частоты на смежной секции шин (данный контроль может быть выведен);
- Контроль напряжения смежной секции (данный контроль может быть выведен);
- Контроль напряжения собственной секции;
- Блокировка первых ступеней АЧР по скорости изменения частоты;
- Блокировка АЧР и АЧРС при снижении частоты ниже минимально допустимой;
- Контроль направления мощности (прием блокирующего сигнала от терминалов отходящих линий);
- Разрешение работы АЧРС только при условии снижения частоты ниже уставки срабатывания разрешающего органа.

Работа АЧР разрешается при снижении частоты смежной секции ниже уставки «***Fср***» и блокируется при снижении напряжения ниже уставки «***Uср АЧР***».

При снижении напряжения смежной секции ниже уставки «***Uср***» с выдержкой времени «***Тср***» формируется сигнал о неисправности ЦН контроля АЧР.

При отсутствии смежной секции контроль частоты и напряжения смежной секции выводится из работы.

Регулируемая уставка блокировки АЧР и АЧРС по скорости изменения частоты задается через «***df/dt***». Возврат, данной блокировки, осуществляется спустя выдержку времени сброса «***Твозвр***» после снятия условий блокировки по скорости изменения частоты. Регулируемая уставка блокировки АЧР и АЧРС по минимальной частоте задается через «***Fср min***».

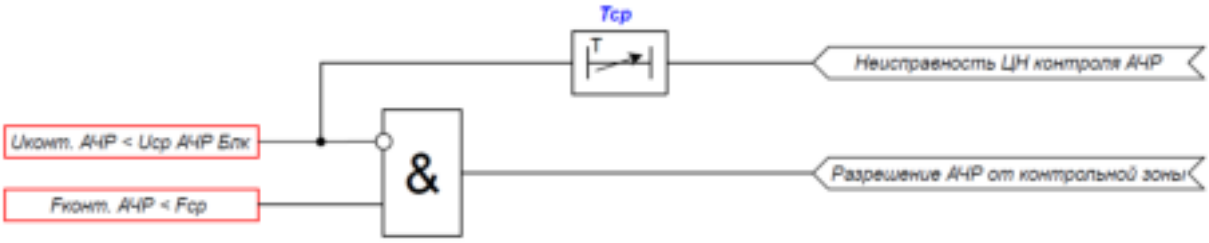


Рисунок 65 – Логическая схема разрешения АЧР от контрольной СШ

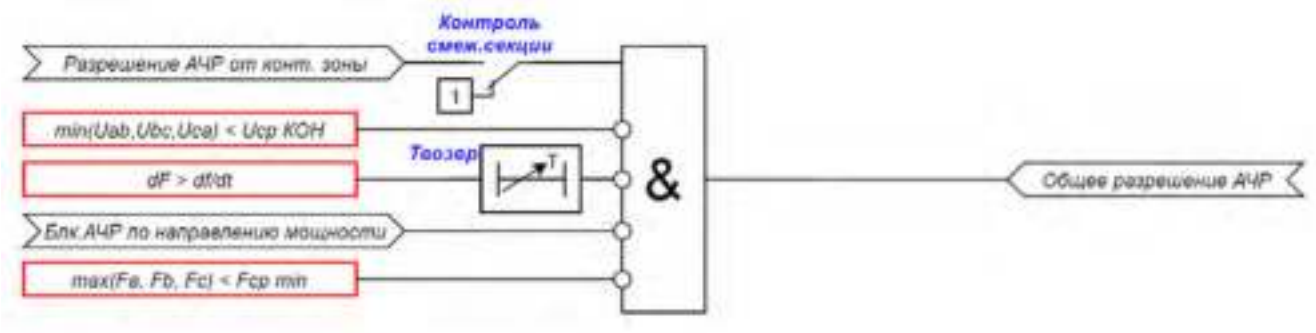


Рисунок 66 – Логическая схема формирования общего разрешения АЧР

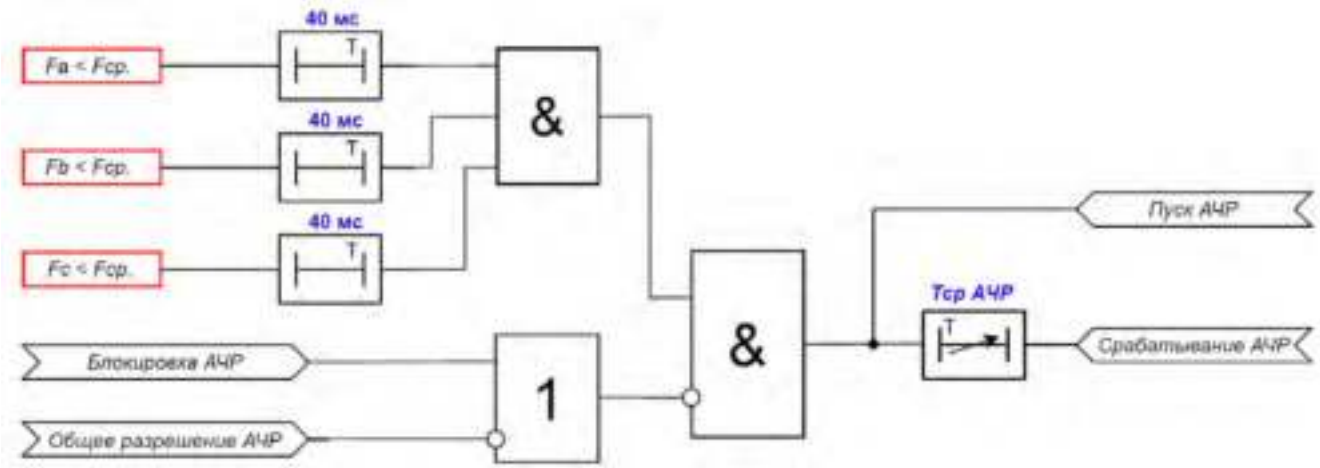


Рисунок 67 – Логическая схема работы ступени АЧР

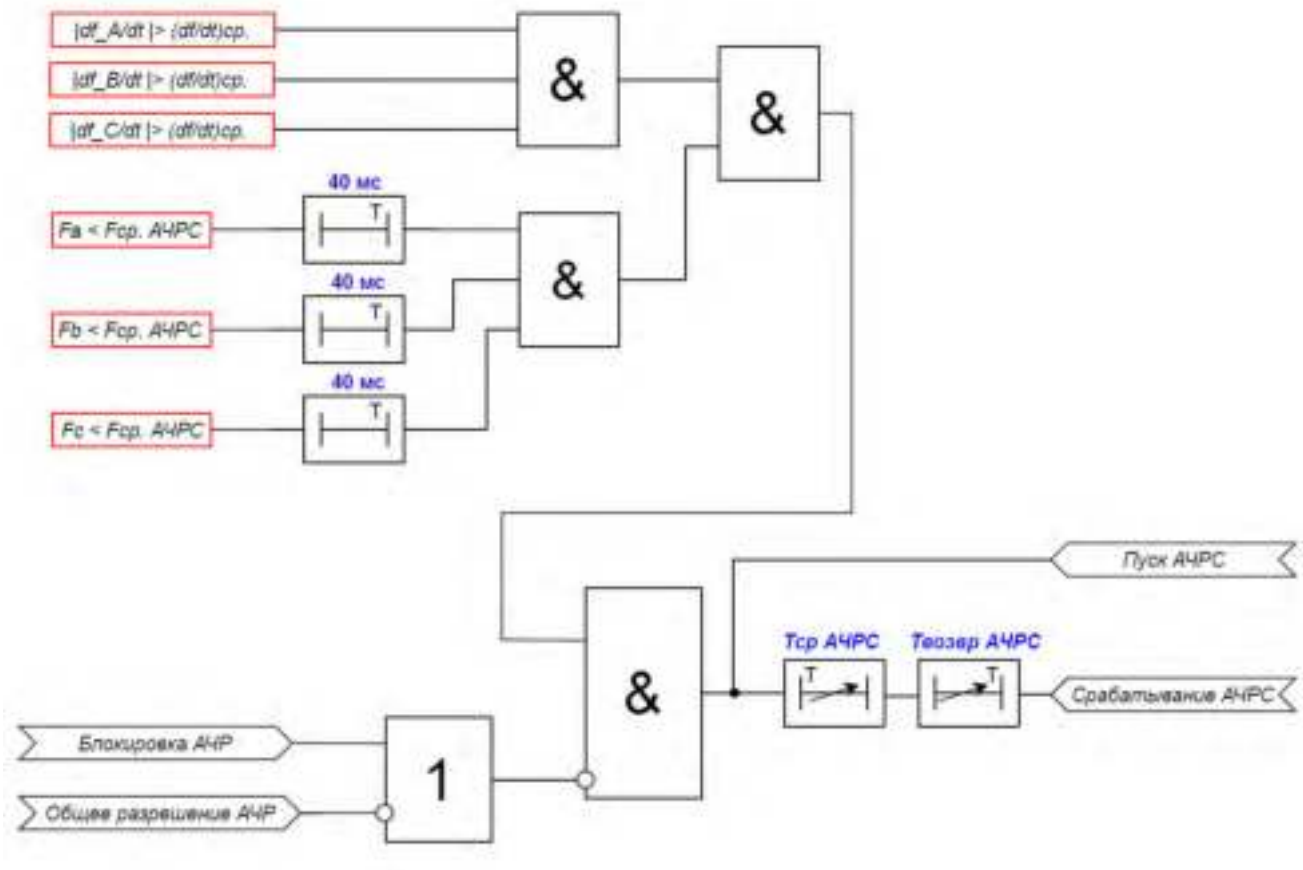


Рисунок 68 – Логическая схема работы ступени АЧРС

В каждой очереди предусмотрено свое независимое частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ) после отключения от АЧР или АЧРС.

Схема работы ЧАПВ имеет регулируемые уставки по времени срабатывания «***Тср ЧАПВ***» и по времени восстановления ЧАПВ «***Твосстан ЧАПВ***». Ввод функции ЧАПВ производится программным ключом «***УстРежРаб ЧАПВ***». Предусмотрен контроль возврата частоты и напряжения в допустимые пределы, данный контроль вводится уставкой «***Контр:U,F***». Время ввода ожидания возврата частоты и напряжения задается уставкой «***Тожидания***». Если задать «***Тожидания***» = 0 мс, то ожидание возврата частоты и напряжения в норму бесконечно.

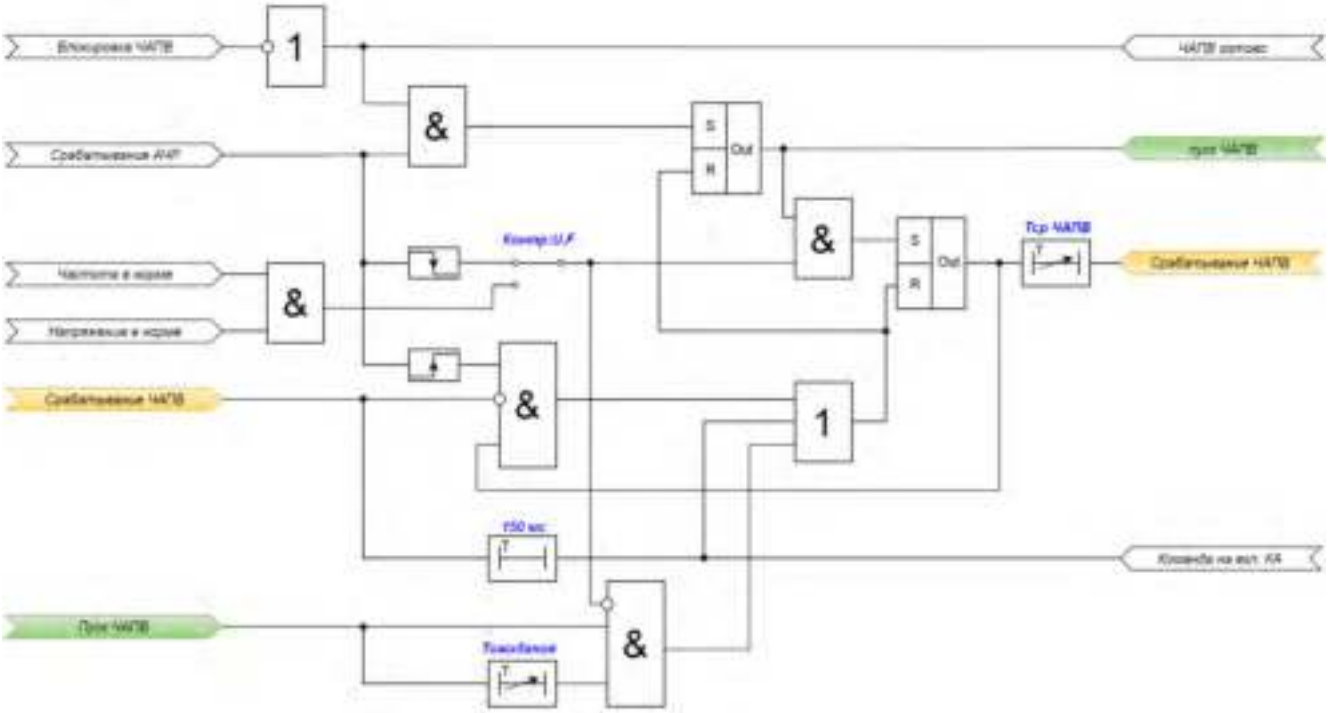


Рисунок 69 – Логическая схема работы ЧАПВ

Таблица 36 – Перечень уставок АЧР

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АЧР	PTUF2.Mod	Ввод в работу АЧР	1 – Включено 5 – Отключено
Fср АЧР	PTUF2.StrVal	Уставка срабатывания АЧР	От 45 до 55 Гц
Тср АЧР	PTUF2.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АЧР	От 0 до 1 000 000 мс
Квозвр	PTUF2.RsCff	Коэффициент возврата	От 1 до 2
df/dt	PFRC1.StrVal	Уставка срабатывания блокировки по скорости изменения частоты	От 0 до 50 Гц/с
Твозвр	PFRC1.RsDlTmms	Выдержка времени на возврат блокировки по скорости изменения частоты	От 0 до 1 000 000 мс
Uср АЧР Блк	PTUV.StrVal	Напряжение контроля исправности ЦН АЧР смежной секции шин	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Тср	PTUV.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание сигнализации о неисправности ЦН контроля АЧР	От 0 до 1 000 000 мс

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Fср min	PTUF1.StrVal	Блокировка АЧР по минимальной частоте	От 45 до 55 Гц
Квозвр	PTUF1.RsCff	Коэффициент возврата	От 1 до 2
Fср	PTUF3.StrVal	Частота разрешения АЧР от смежной секции	От 45 до 55 Гц
Квозвр	PTUF3.RsCff	Коэффициент возврата	От 1 до 2
Uср КОН	SVPI.StrValVUn	Контроль отсутствия напряжения	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
РежРазреш АЧР	PTUF2.EnaOp	Режим разрешающего входа АЧР	0 – Отключено 1 – Включено

Таблица 37 – Перечень уставок АЧРС

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АЧРС	PFRC2.Mod	Ввод в работу АЧРС	1 – Включено 5 – Отключено
df/dt АЧРС	PFRC2.StrVal	Уставка срабатывания по скорости изменения частоты АЧРС	От 0 до 50 Гц/с
Тср АЧРС	PFRC2.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АЧРС	От 0 до 1 000 000 мс
Твозвр АЧРС	PFRC2.RsDlTmms	Выдержка времени возврата АЧРС	От 0 до 1 000 000 мс
РежРазреш АЧРС	PFRC2.EnaOp	Режим разрешающего входа АЧРС	0 – Отключено 1 – Включено
Fср АЧРС	PTUF4.StrVal	Уставка срабатывания разрешающего органа АЧРС	От 45 до 55 Гц
Квозвр	PTUF4.RsCff	Коэффициент возврата	От 1 до 2

Таблица 38 – Перечень уставок ЧАПВ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ЧАПВ	CFVRREC.Mod	Ввод в работу ЧАПВ	1 – Включено 5 – Отключено
Тср ЧАПВ	CFVRREC.Rec3Tmms1	Выдержка времени срабатывания ЧАПВ	От 0 до 1 000 000 мс
Твосстан ЧАПВ	CFVRREC.RclTmms	Время восстановления ЧАПВ (ожидание переключения КА)	От 0 до 1 000 000 мс
Контр:U,F	CFVRREC.VHzPrs	Контроль частоты и напряжения	0 – Отключено 1 – Включено
Тожидания	CFVRREC.MaxTmms	Время ввода контроля частоты и напряжения	От 0 до 1 000 000 мс

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Fср	PTOF.StrVal	Контроль возврата частоты в норму	От 45 до 55 Гц
Квозвр	PTOF.RsCff	Коэффициент возврата	От 1 до 2
Uср КНН	SVPI.StrValVOv	Контроль наличия напряжения	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В

Для построения конфигурации АЧР и АЧРС используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – U4RMXU;
2. ЛУ скорости изменения частоты – PFRC;
3. ЛУ минимальной частоты – PTUF;
4. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
5. ЛУ реле минимального напряжения – PTUV;
6. ЛУ общего отключения – PTRC.

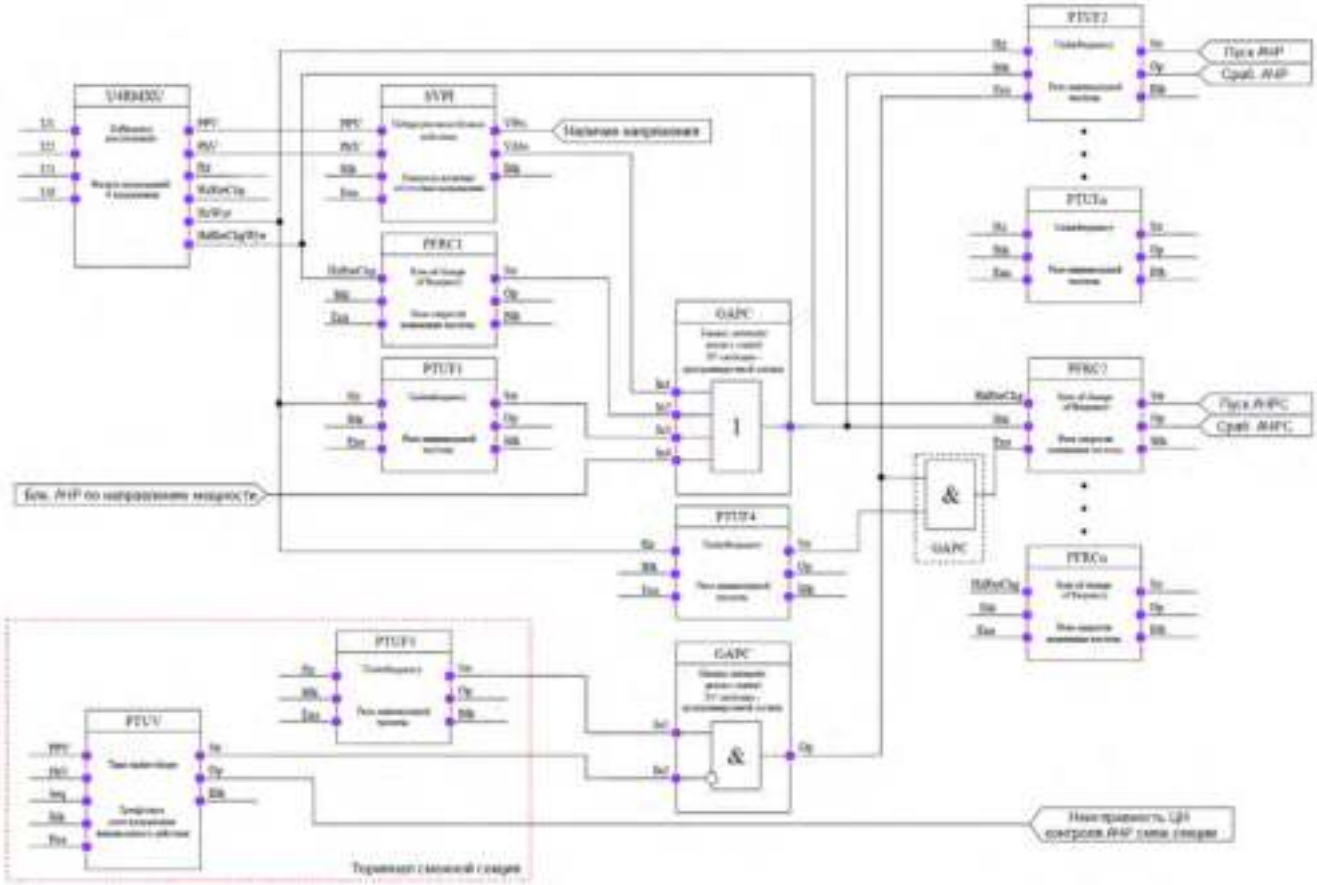


Рисунок 70 – Конфигурация ступени АЧР и АЧРС

Для построения конфигурации ЧАПВ используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ максимальной частоты – PTOF;
2. ЛУ частотного АПВ – CFVRREC.

Рисунок 71 – Конфигурация ЧАПВ

6.18 Автоматика управления выключателем

6.18.1 Режимы управления

В устройстве доступно местное и дистанционное управление выключателем (включение и отключение). Выбор режима управления осуществляется внешним переключателем. Возможно оперативное управление выключателем от внешних команд из АСУ ТП (работает только в дистанционном режиме работы). Предусмотрена возможность управления выключателем от кнопок на лицевой панели терминала и от дискретных входов. Для исключения случайного управления выключателем от клавиш на лицевой панели терминала, команды управления выключателем могут подаваться только после авторизации под пользователем, имеющим соответствующие права.

6.18.2 Управление выключателем

На рис. 72 представлена логическая схема формирования оперативных команд включения и отключения. Оперативное управление выключателем осуществляется в соответствии с моделью управления с предвыбором.

На блокирующий вход запрета отключения предполагается подключение таких сигналов как «***Неисправность цепей отключения***», «***Низкое давление элегаза***» и т.д.

На блокирующий вход запрета включения предполагается подключение таких сигналов как, например, «***Неготовность привода***», «***Неисправность цепей включения***» и т.д.

Если команда оперативного включения была прервана блокировкой, то она не исполняется. Чтобы включить выключатель нужно еще раз подать команду включения.

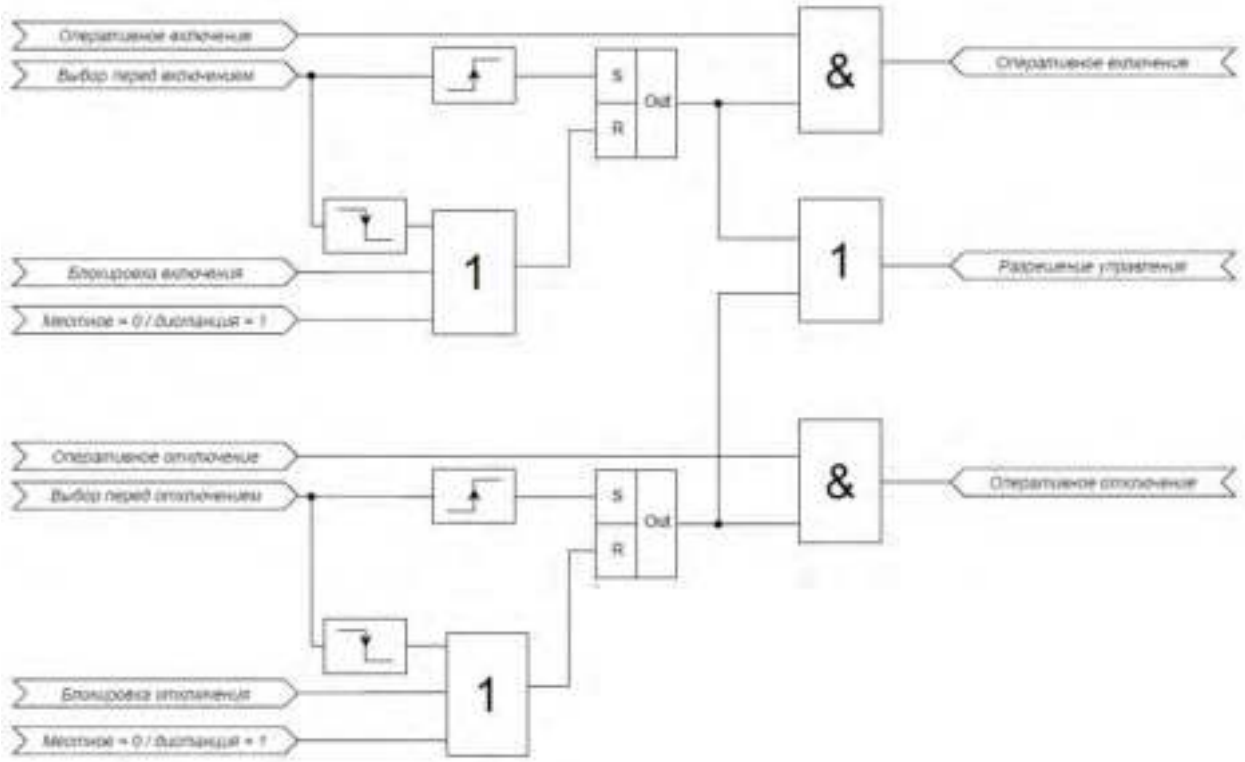


Рисунок 72 – Логическая схема формирования оперативных команд управления КА

Положение коммутационного аппарата (КА) определяется по сигналам ***РПВ1***/***РПВ2*** и ***РПО*** в соответствии с логической схемой на рис. 73. Реализовано два режима определения положения КА: 1. по нормально замкнутому и нормально разомкнутому контактам; 2. по нормально замкнутому и нормально разомкнутому контактам с подавлением промежуточного состояния и состояния неисправности. Переключение между данными режимами производится уставкой «***ОпредПолож***».

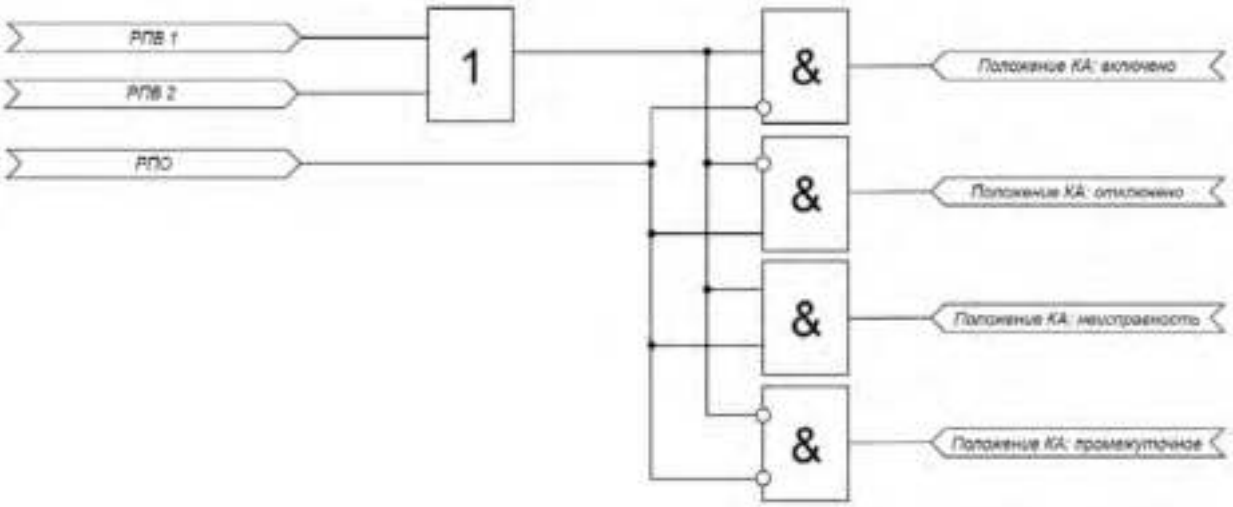


Рисунок 73 – Логическая схема формирования положения КА

При наличии сигналов активации конкурирующих команд (включение/отключение) обеспечивается приоритетное приведение КА к отключенному состоянию. После снятия сигнала активации команды отключения, если сигнал команды включения продолжает быть активным, включение КА не производится. Включение выключателя возможно через 1 секунду после деактивации команды отключения.

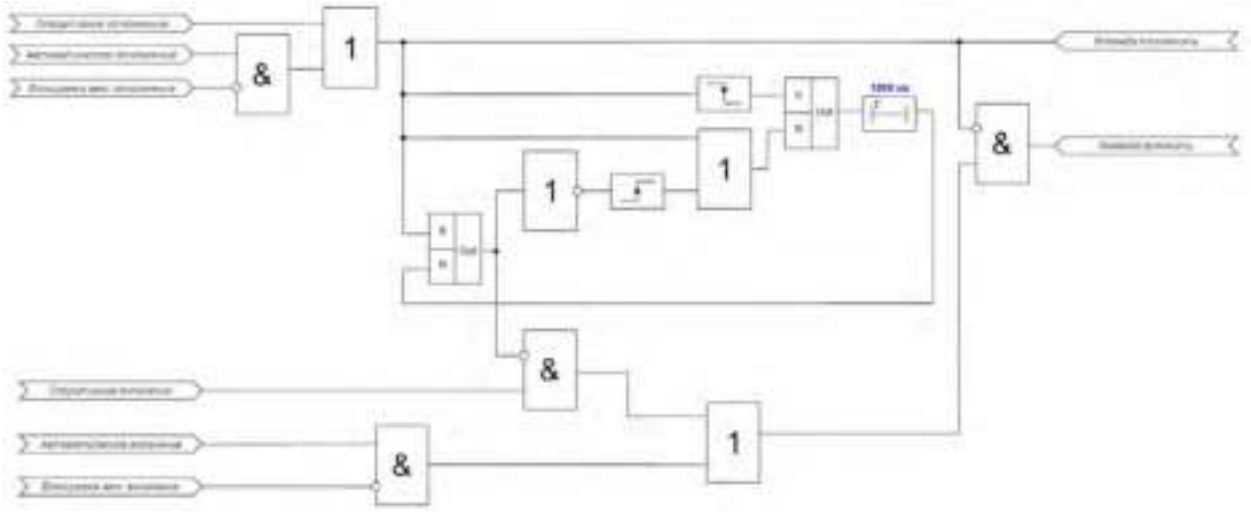


Рисунок 74 – Логическая схема формирования команд включить/отключить

Доступно два режима формирования команд управления: фиксированная длина импульса и адаптивная длина импульса. В импульсном режиме работы продолжительность выходной команды (включение/отключение) равна заданной уставке «***Тимпульса***». В адаптивном режиме управления продолжительность выходной команды не меньше уставки «***Тимпульса***» и сбрасывается после или продлевается до изменения положения выключателя. Переключение между режимами производится уставкой «***Режим***».

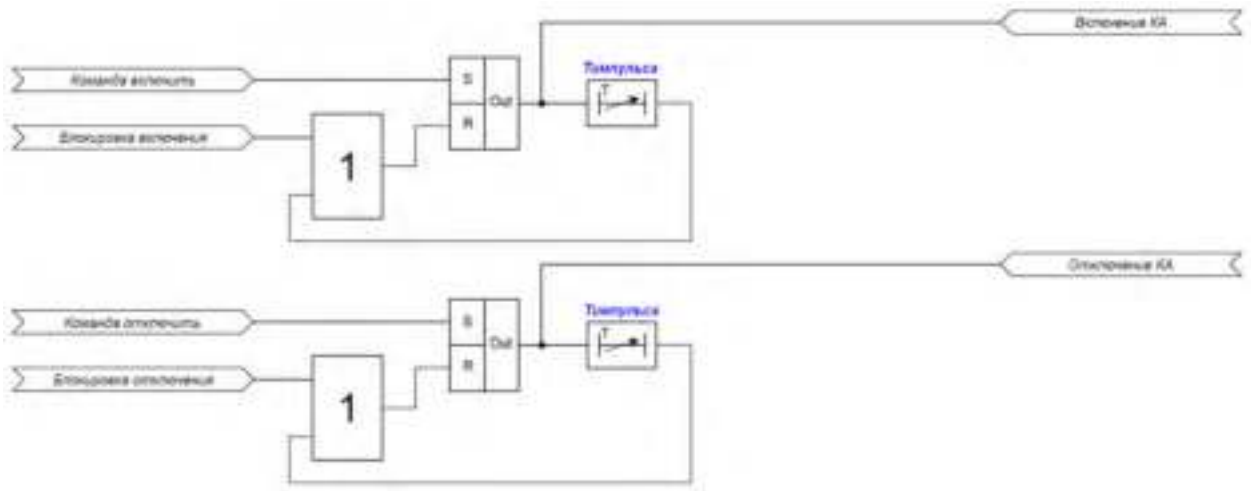


Рисунок 75 – Логическая схема работы в импульсном режиме

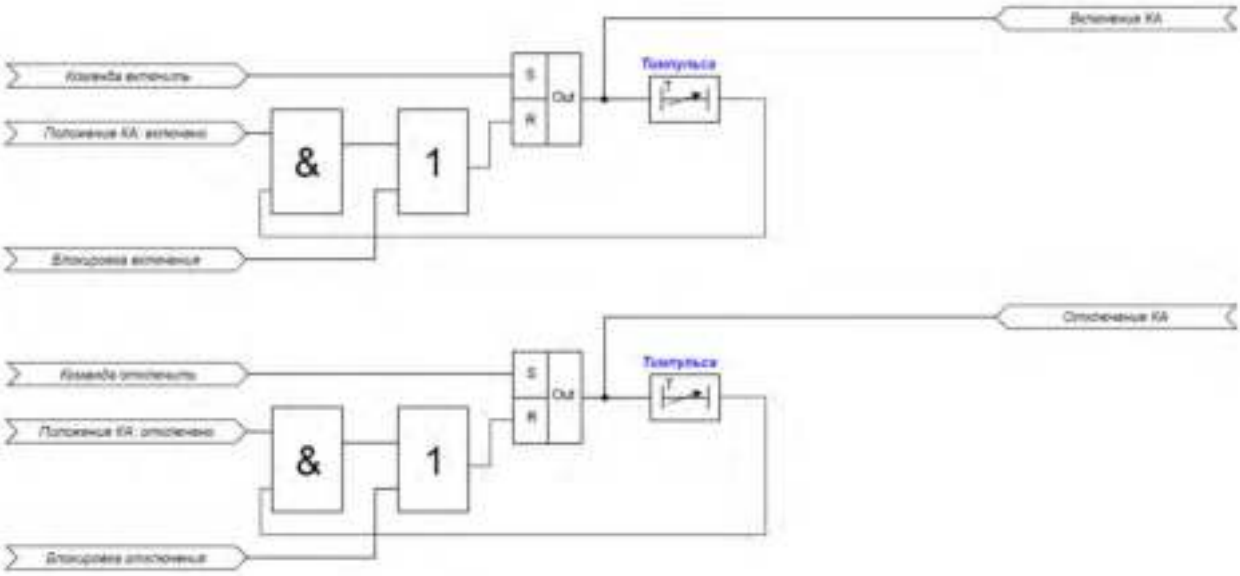


Рисунок 76 – Логическая схема работы в адаптивном режиме

6.18.3 Мониторинг состояния выключателя

Время ожидания исполнения команд включения или отключения задаются уставками «***Твкл***» и «***Тоткл***» соответственно. При превышении времени между подачей команд (включение/отключение) и достижения КА соответствующего целевого положения форсируется сигнал затягивания выполнения команды.

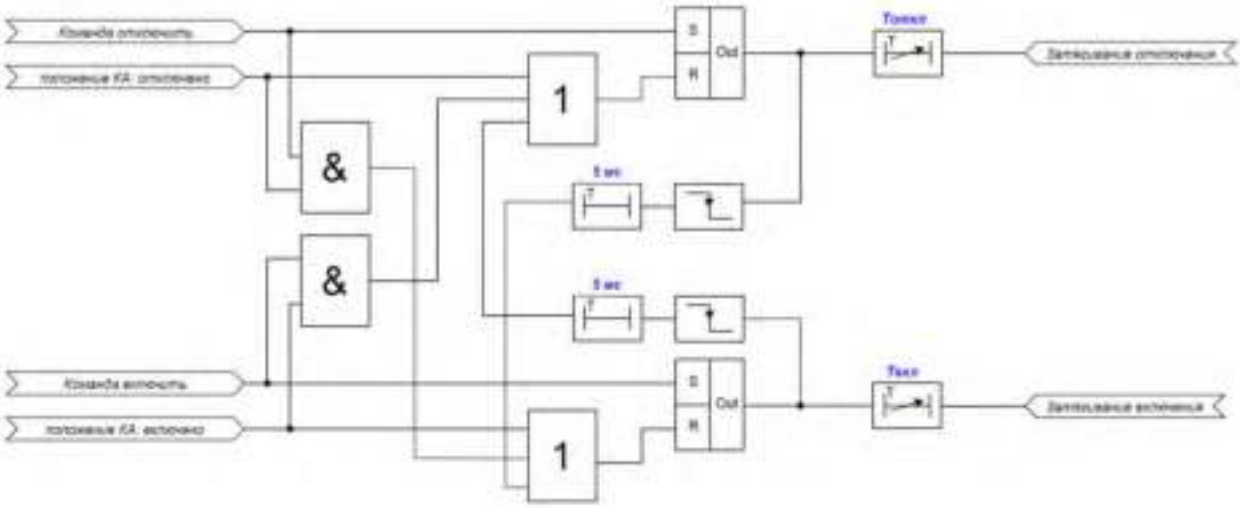


Рисунок 77 – Логическая схема формирования сигнала затягивания выполнения команд включения и отключения

Если КА переходит из включенного или отключенного состояния в промежуточное состояние или состояние неисправности на время, более чем удвоенное значение уставки «***Тоткл***» или «***Твкл***» соответственно, то формируется сигнал неверного положения КА.

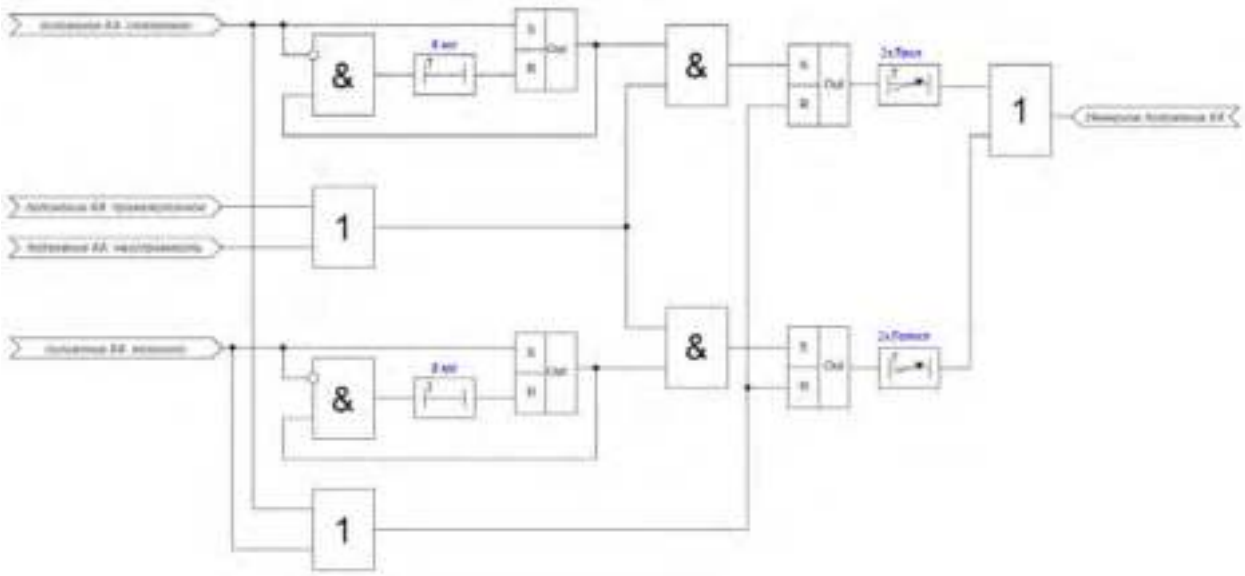


Рисунок 78 – Логическая схема определения неверного положения КА

Общий индикатор неисправности КА активируется в следующих случаях:

1. При определении затягивания выполнения команды;
2. Внешний сигнал неисправности цепей управления;
3. При определении неверного положения КА;
4. Если активны/неактивны оба сигнала РПВ1, РПО в течении времени «***Тнеиспр***»;
5. Если активны/неактивны оба сигнала РПВ2, РПО в течении времени «***Тнеиспр***».

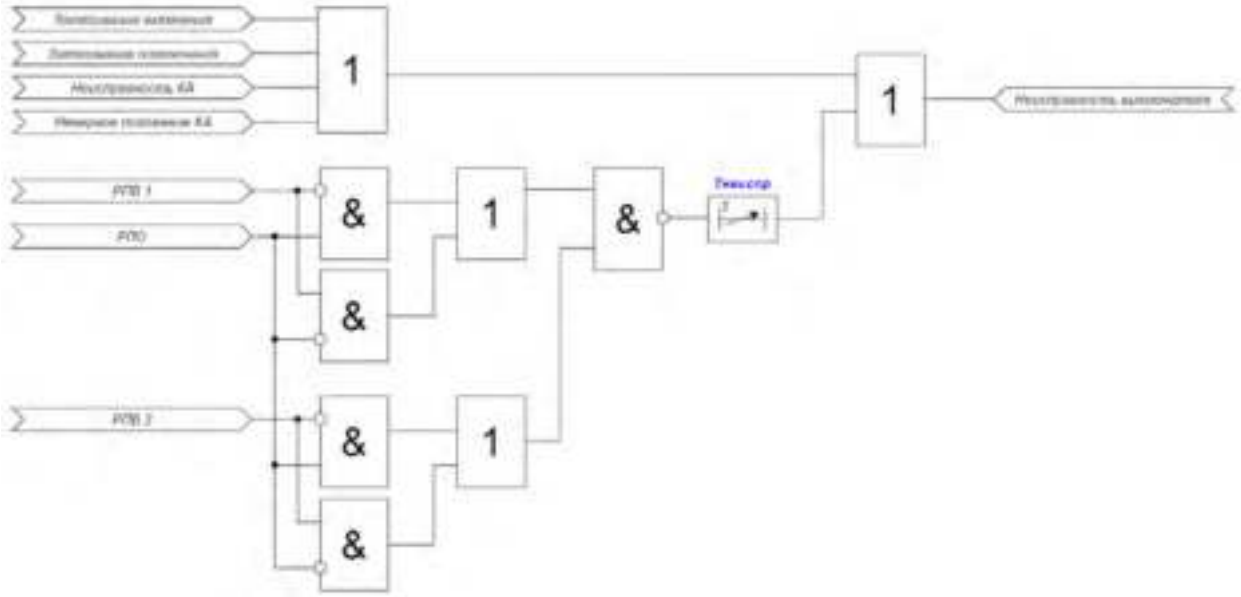


Рисунок 79 – Логическая схема определения неисправности КА

6.18.4 Мониторинг состояния привода

Индикатор завода пружины (готовность привода) активируется если соответствующий дискретный вход находится в активном состоянии.

Индикаторы наличия напряжения в цепях питания привода (АВ ШП) активируются при нахождении соответствующих выходов в активном состоянии.

Индикатор неисправности привода активируется если внешний сигнал неисправности привода, индикатор завода пружины или индикатор наличия напряжения находятся в активном состоянии в течении времени более чем «***Тср***».

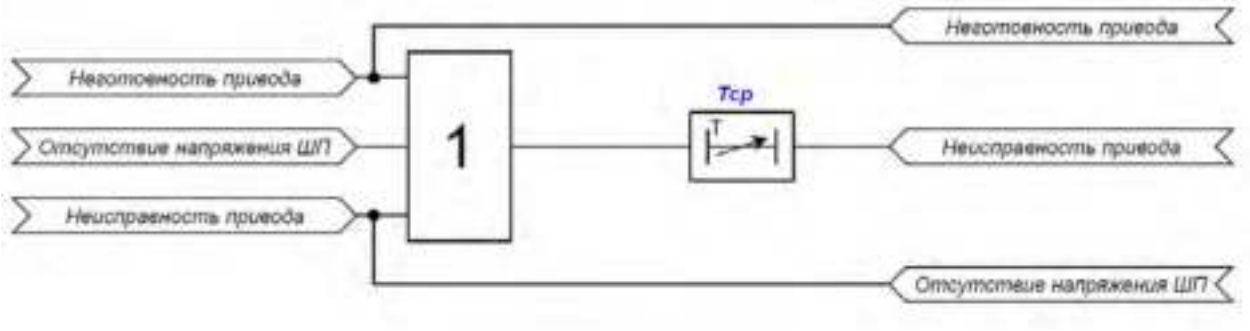


Рисунок 80 – Логическая схема мониторинга состояния привода КА

Таблица 39 – Перечень уставок АУВ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
ОпредПолож	XCBR.PosDefTyp	Алгоритм определения положения КА	1 – Без подавления промежуточных состояний 2 – С подавлением промежуточных состояний
Тимпульса	XCBR.onDur	Минимальная длина импульса управления	От 0 до 1 000 000 мс
Режим	XCBR.cmdQual	Режим управления	0 – Импульсный режим 1 – Адаптивный режим
Твкл	SCBR.OpTmClsSet	Максимально допустимое время выполнения команды включения	От 0 до 1 000 000 мс
Тоткл	SCBR.OpTmOpnSet	Максимально допустимое время выполнения команды отключения	От 0 до 1 000 000 мс
Тнеиспр	SCBR.ColAlmTmsSet	Выдержка времени формирования сигнала неисправности КА	От 0 до 1 000 000 мс
Тср	SOPM.EnTmsAlm	Выдержка времени формирования сигнала неисправности привода	От 0 до 1 000 000 мс

Для построения конфигурации автоматики управления выключателем используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ управления выключателем – XCBR;
2. ЛУ оперативного управления выключателем – CSWI;
3. ЛУ мониторинга состояния выключателя – SCBR;

4. ЛУ мониторинга состояния привода выключателя – SOPM;
5. ЛУ формирования общего отключения – PTRC.

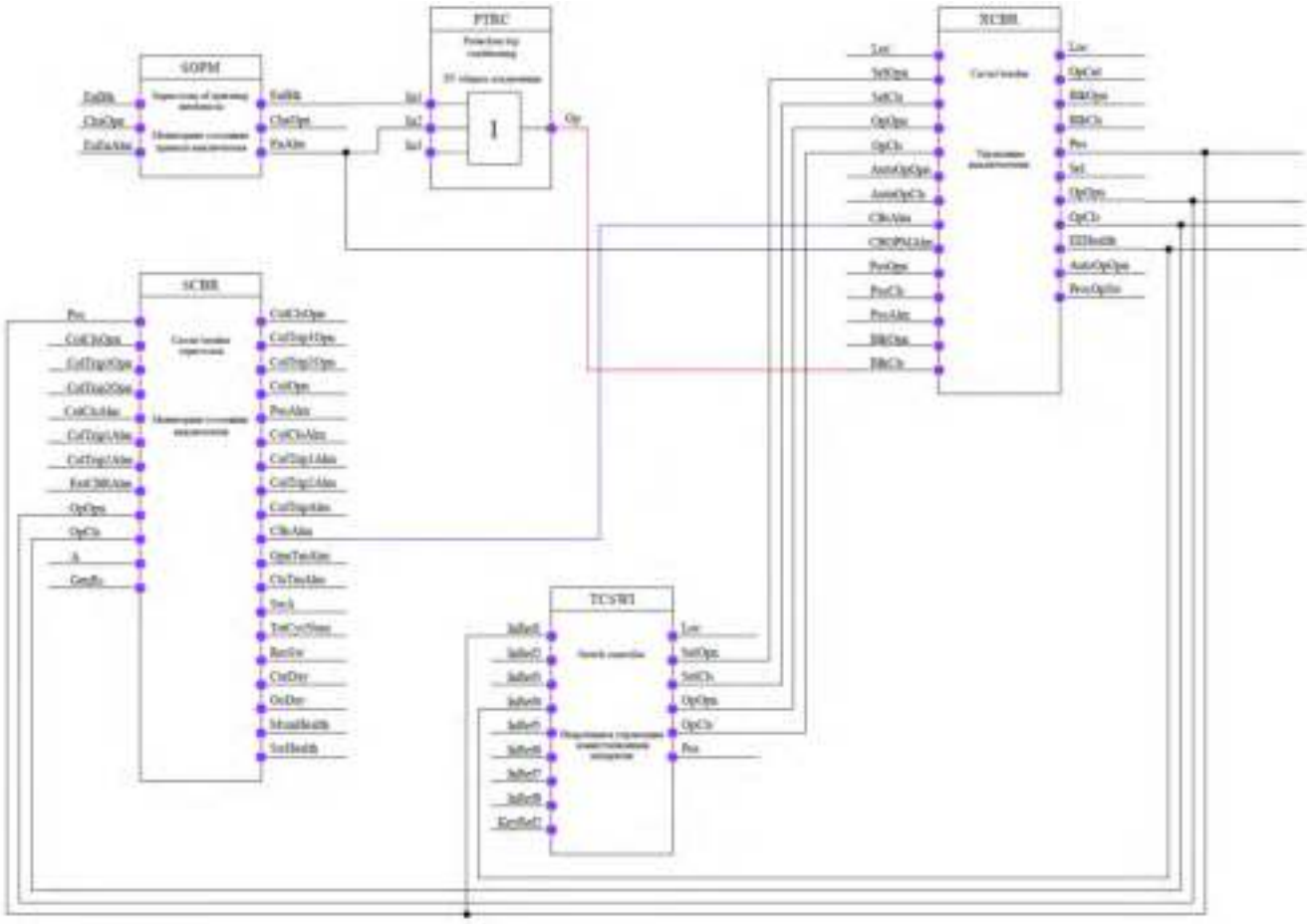


Рисунок 81 – Конфигурация автоматики управления выключателем

6.19 Орган направления мощности

Орган направления мощности (ОНМ) включает независимые органы для каждой фазы и определяет направление тока, как в условиях нормального режима, так и в условиях режима КЗ. Для сохранения направленности ОНМ при близких КЗ, когда напряжение близко к нулю, используется напряжение предаварийного режима (контур памяти).

Для определения направления тока ОНМ использует фазный ток (рабочая величина) и междуфазное напряжение (поляризующая величина). Для поляризации фазного тока используется междуфазное напряжение двух других фаз (кросс-поляризация).

Защищаемая фаза	Рабочий ток	Напряжение поляризации
Фаза А	*Ia*	*Ubc*
Фаза В	*Ib*	*Uca*
Фаза С	*Ic*	*Uab*

ОНМ имеет регулируемые уставки:

1. Угол максимальной чувствительности («***φ м.ч.***») - отсчитывается против часовой стрелки от поляризующей величины.

2. Верхняя и нижняя границы зоны прямого направления («***max∠пр.нап***» и «***min∠пр.нап***». Отсчитываются от линии максимальной чувствительности.

3. Верхняя и нижняя границы зоны обратного направления («***max∠об.нап***» и «***min∠об.нап***»). Отсчитываются от линии максимальной чувствительности.

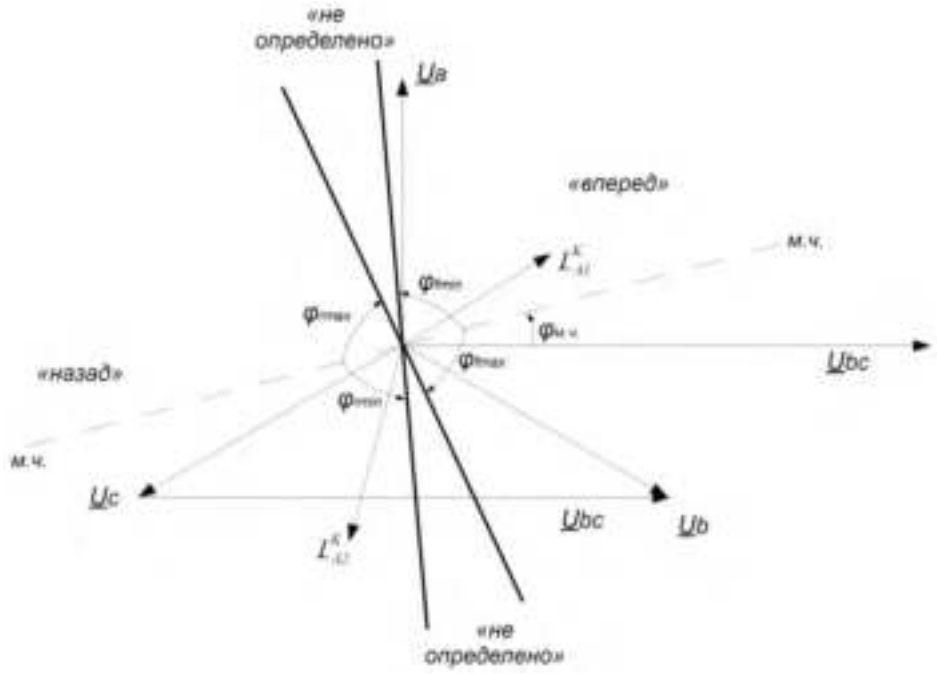


Рисунок 82 – Диаграмма работы органа направления мощности

Минимальный рабочий ток, необходимый для работы ОНМ, определяется уставкой «***Imin ОНМ***». Минимальное рабочее напряжение, необходимое для работы ОНМ, определяется уставкой «***Umin ОНМ***». Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения определяется уставкой «***Кпред.реж ОНМ***».

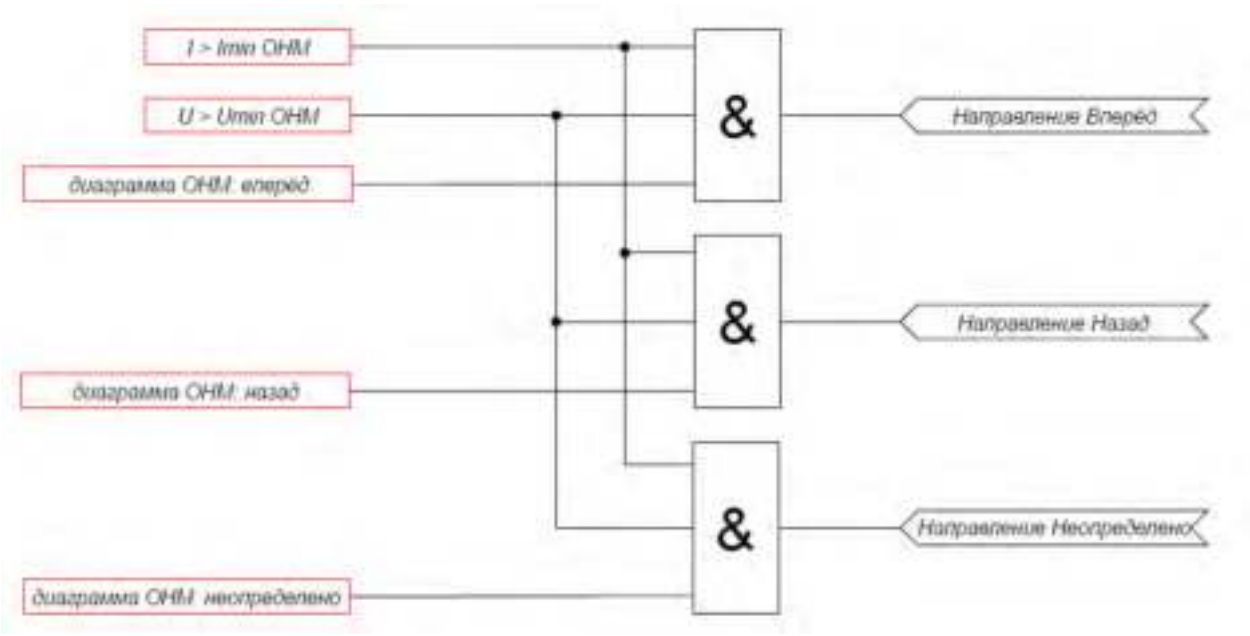


Рисунок 83 – Логическая схема работы ОНМ

Таблица 40 – Перечень уставок ОНМ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
φ м.ч.	RDIR.ChrAng	Угол максимальной чувствительности	От -180 до 180 градусов
max∠пр.нап	RDIR.MaxFwdAng	Максимальный угол в прямом направлении	От 0 до 90 градусов
min∠пр.нап	RDIR.MinFwdAng	Минимальный угол в прямом направлении	От -90 до 0 градусов
max∠об.нап	RDIR.MaxRvAng	Максимальный угол в обратном направлении	От 0 до 90 градусов
min∠об.нап	RDIR.MinRvAng	Минимальный угол в обратном направлении	От -90 до 0 градусов
Imin ОНМ	RDIR.BlkValA	Минимальный рабочий ток ОНМ	От 0 до 50 000 А
Umin ОНМ	RDIR.BlkValV	Минимальное рабочее напряжение ОНМ	От 0 до 1 500 000 В
Кпред.реж ОНМ	RDIR.PreFltCff	Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения	От 0 до 1 о.е.

Для построения конфигурации органа направления мощности используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VCSPVC;
3. ЛУ ОНМ – RDIR.

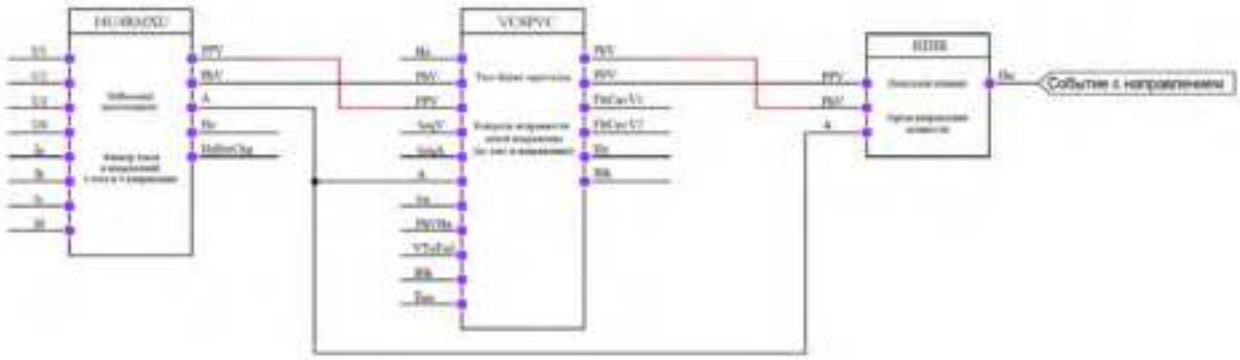


Рисунок 84 – Конфигурация ОНМ

6.20 Автоматика ограничения снижения напряжения

В устройстве реализована многоступенчатая автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН). Количество ступеней определяется пользователем. Ввод в работу ступеней функции АОСН осуществляется программным ключом «***УстРежРаб АОСН***».

Для исключения ложных срабатываний АОСН предусмотрены:

- Контроль частоты на смежной секции шин;
- Контроль напряжения смежной секции;
- Контроль частоты собственной секции;

- Контроль напряжения собственной секции;
- Контроль скорости изменения напряжения собственной секции;
- Контроль исправности цепей переменного напряжения;
- Контроль направления мощности (прием блокирующего сигнала от терминалов отходящих линий).

–

Логическая схема формирования блокировки АОСН от смежной секции представлена на рис. 85.

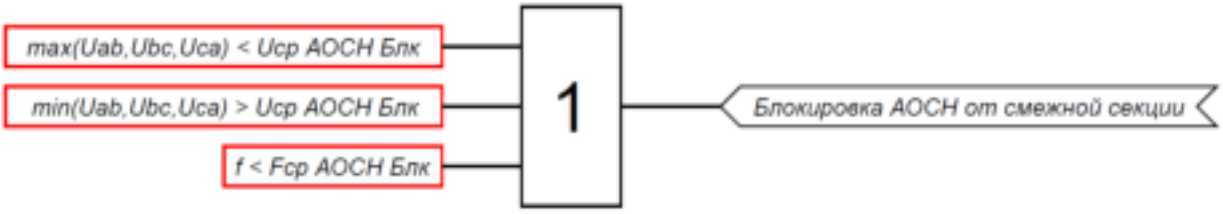


Рисунок 85 – Формирование блокировки АОСН от смежной секции

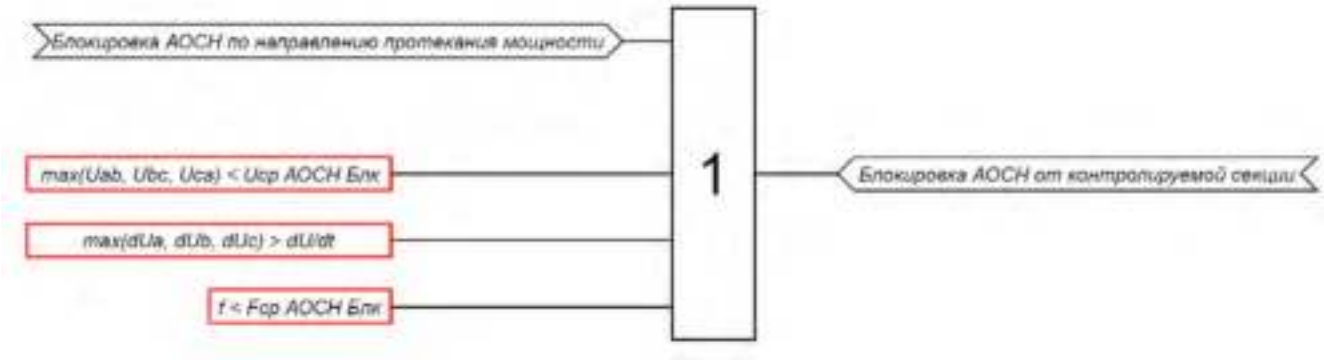


Рисунок 86 – Формирование блокировки АОСН от собственной секции

АОСН имеет регулируемые уставки по напряжению «***Ucp АОСН***» и времени срабатывания «***Tcp АОСН***».

Пуск АОСН осуществляется при снижении всех фазных/линейных напряжений (режим пуска – трехфазный) ниже уставки срабатывания или при снижении любого фазного/линейного напряжения (режим пуска – однофазный) ниже уставки срабатывания, при условии отсутствия сигнала о неисправности цепей напряжения. Переключение между данными режимами осуществляется уставкой «***РежимПуска АОСН***».

Переключение между фазными и линейными величинами осуществляется уставкой «***Уст Uф/Uл***».

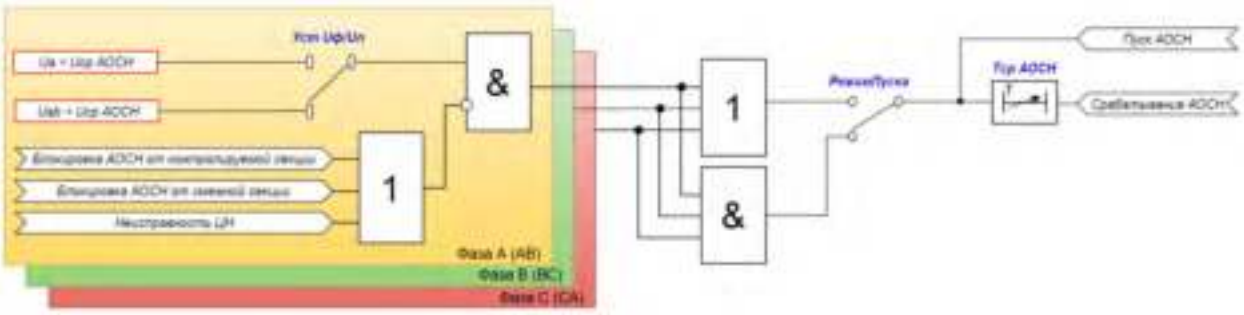


Рисунок 87 – Логическая схема работы ступени АОСН

Таблица 41 – Перечень уставок АОСН

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб АОСН	PTUV.Mod	Ввод в работу ступени АОСН	1 – Включено 5 – Отключено
Uср АОСН Блк	PTUV.StrVal	Уставка блокировки АОСН по минимальному напряжению	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Uср АОСН Блк	PTOV.StrVal	Уставка блокировки АОСН по максимальному напряжению	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Fср АОСН Блк	PTUF.StrVal	Уставка блокировки АОСН по частоте	От 45 до 55 Гц
dU/dt АОСН	PVRC.StrVal	Уставка блокировки АСОН по скорости изменения напряжения	От 0 до 1 500 000 В/с
Uср АОСН	PTUV.StrVal	Уставка срабатывания АОСН	Задается в первичных величинах. От 0 до 1 500 000 В
Tср АОСН	PTUV.OpDlTmms	Выдержка времени срабатывания АОСН	От 0 до 1 000 000 мс
РежимПуска АОСН	PTUV.StrMod	Режим пуска АОСН	1 – Трехфазный режим пуска 2 – Однофазный режим пуска
Уст Uф/Uл	PTUV.isPPV	Селектор фазные/линейные напряжения	0 – Фазные напряжения 1 – Линейные напряжения

Для построения конфигурации автоматики ограничения снижения напряжения используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – VVSPVC;
3. ЛУ реле минимального напряжения – PTUV;
4. ЛУ реле максимального напряжения – PTOV;
5. ЛУ реле по скорости изменения напряжения – PVRC;
6. ЛУ реле минимальной частоты – PTUF;
7. ЛУ формирования общего отключения – PTRC.

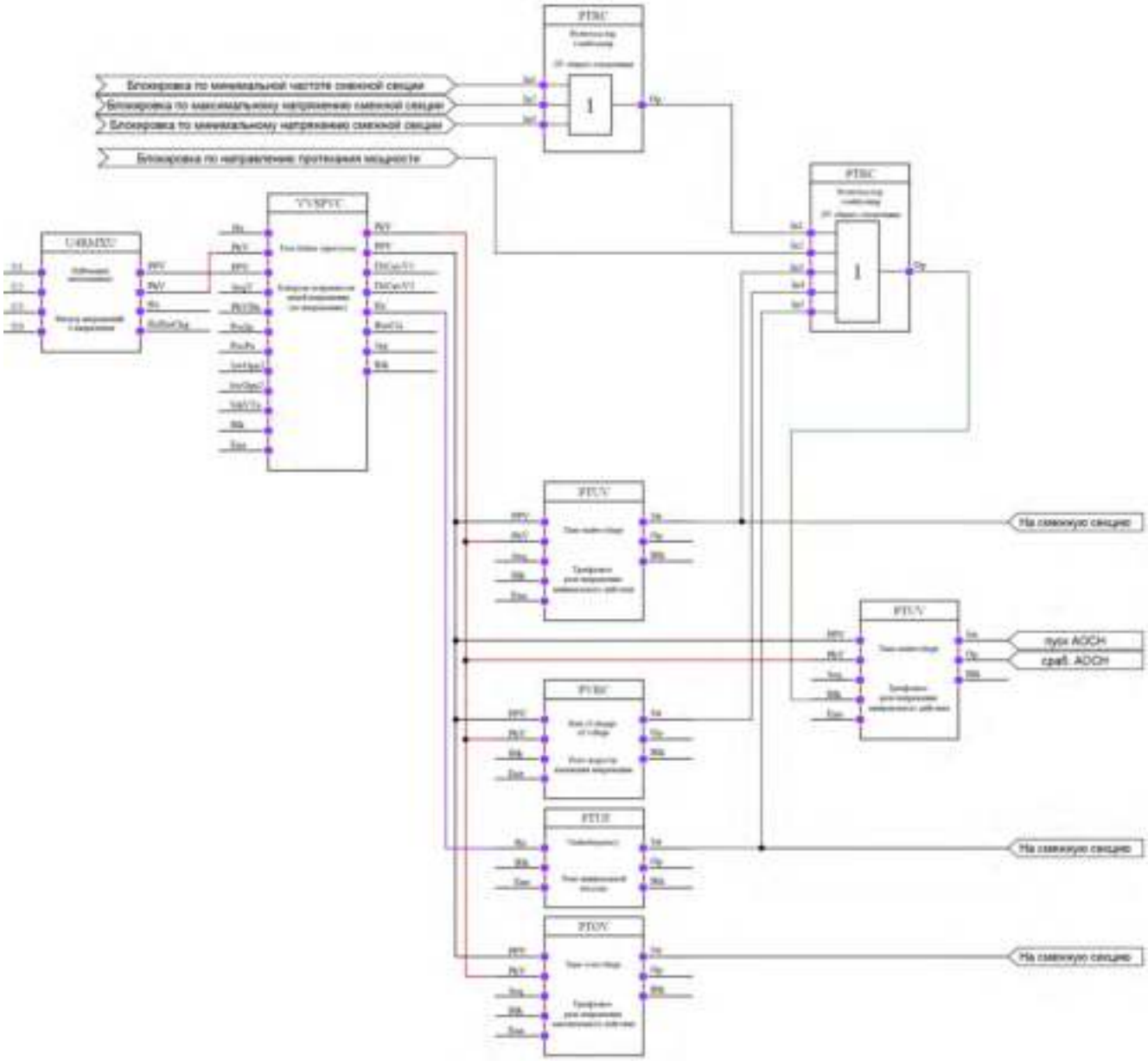


Рисунок 88 – Конфигурация одноступенчатой АОСН

6.21 Дистанционная защита

6.21.1 Дистанционная защита от междуфазных КЗ

Устройство содержит многоступенчатую дистанционную защиту от междуфазных КЗ для сетей с изолированной нейтралью. Каждая ступень включает в себя три измерительных органа сопротивления для междуфазных КЗ (контуры «фаза-фаза»). Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ДЗ***».

Работа ступеней ДЗ разрешается только при отсутствии двойных замыканий на землю: отсутствие превышения утроенным током нулевой последовательности уставки срабатывания ***Iср ДЗДВ***.

Характеристика срабатывания ступеней ДЗ может быть, как полигональной, так и эллипсоидальной. Выбор характеристики срабатывания осуществляется уставкой «***Хар-каСраб»***.

Полигональная характеристика срабатывания представлена на рис.90. У данной характеристики имеется вырез под нагрузку и возможность наклона верхней стороны.

Эллипсоидальная характеристика срабатывания представлена на рис.91-92. Предусмотрена возможность смещения характеристики вдоль линии максимальной чувствительности.

Выдержка времени на срабатывание ступеней ДЗ определяется уставкой «***Тср ДЗ***».

Каждая из ступеней может быть выполнена как направленной, так и ненаправленной. Направленность ступени вводится уставкой «***Реж.напр. ДЗ***».

Формирование замеров сопротивления ДЗ от междуфазных КЗ осуществляется по нижеперечисленным выражениям:

$$Z_{AB} = \frac{U_a - U_b}{I_a - I_b}$$

$$Z_{BC} = \frac{U_b - U_c}{I_b - I_c}$$

$$Z_{CA} = \frac{U_c - U_a}{I_c - I_a}$$

где U_a, U_b, U_c – фазные напряжения текущего режима;
I_a, I_b, I_c – фазные токи текущего режима.

Логическая схема работы ступени ДЗ от междуфазных КЗ представлена на рис.89.

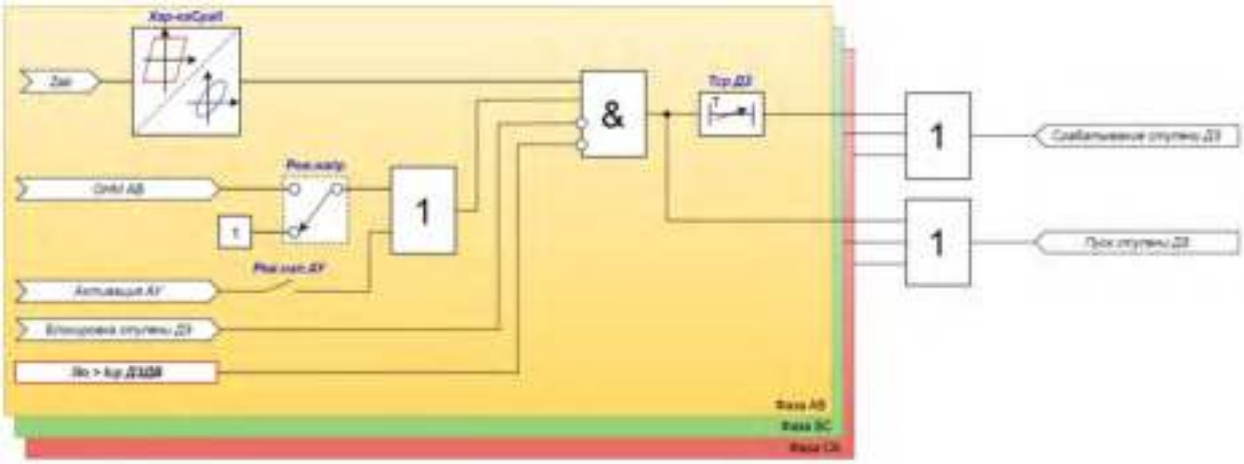


Рисунок 89 – Логическая схема работы ступени ДЗ

При пуске любой ступени ДЗ, действующей на отключение, формируется сигнал «***Пуск общий ДЗ***».

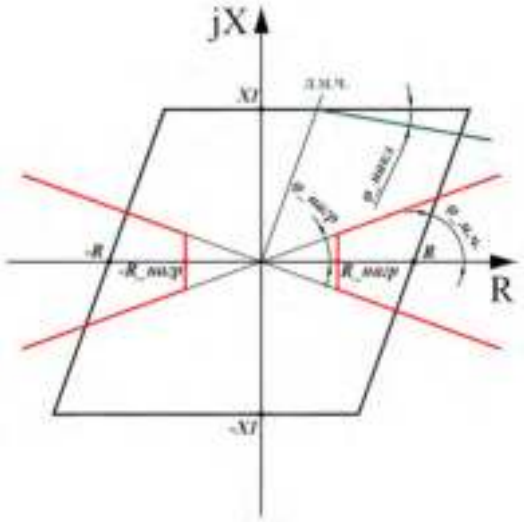


Рисунок 90 – Полигональная характеристика срабатывания ДЗ

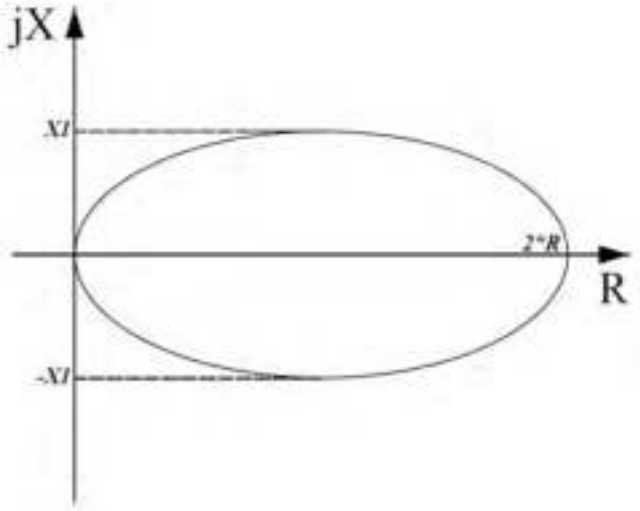


Рисунок 91 – Эллипсоидальная характеристика срабатывания

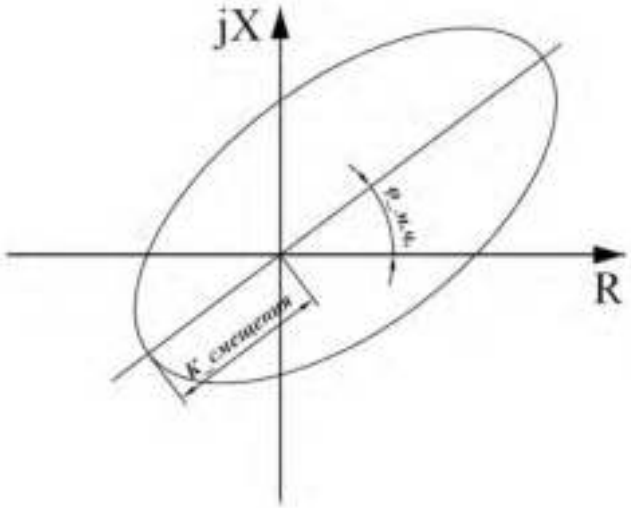


Рисунок 92 - Эллипсоидальная характеристика срабатывания

6.21.2 Ускорение ДЗ

В устройстве реализовано автоматическое ускорение (АУ) и оперативное ускорение (ОУ) ступеней ДЗ. В качестве ускоряемой может быть выбрана любая ступень.

Режим АУ вводится уставкой «***Ввод АУ ДЗ***». АУ активируется по факту пропадания сигнала РПО на время, определяемое уставкой «***Твввода АУ ДЗ***». Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени при АУ определяется уставкой «***Тср АУ ДЗ***». Автоматическое ускорение может быть с контролем отсутствия напряжения на линии. Данный контроль вводится в работу уставкой «***КонтUлинии***». Режим вывода направленности ступени ДЗ при АУ осуществляется через уставку «***Реж.нап.АУ ДЗ***».

Режим ОУ вводится оперативным ключом «***Ввод ОУ ДЗ***». Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени при ОУ определяется уставкой «***Тср ОУ ДЗ***».

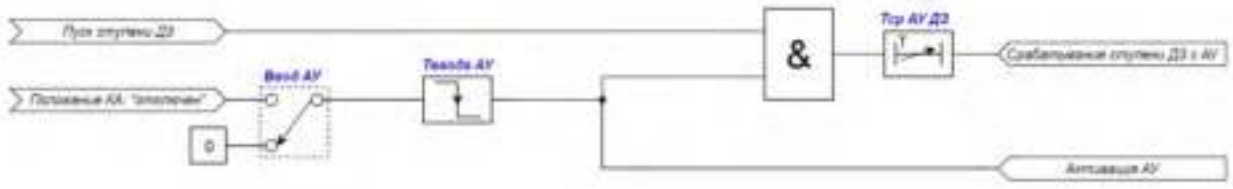


Рисунок 93 – Логическая схема работы автоматического ускорения ступени ДЗ

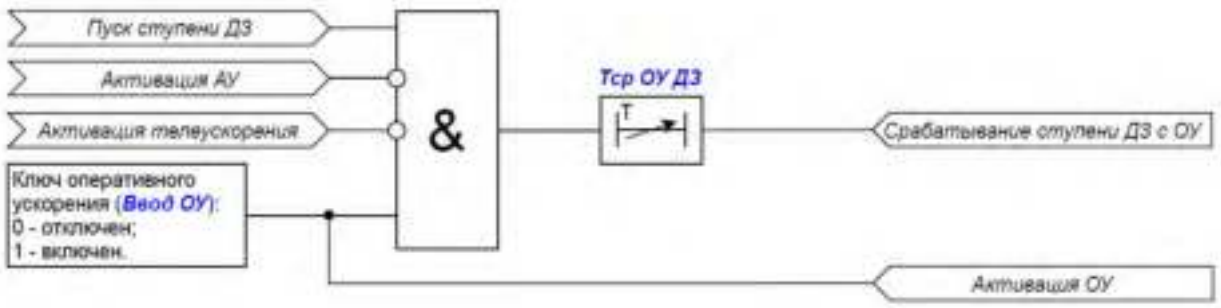


Рисунок 94 – Логическая схема работы оперативного ускорения ступени ДЗ

6.21.2.1 Орган направления мощности

В устройстве реализован орган направления мощности (ОНМ) на плоскости комплексных сопротивлений для ступеней дистанционной защиты. Для определения направления ОНМ использует вектор замера сопротивления и направленную характеристику на плоскости комплексного сопротивления (см.рис.95). Замер сопротивления определяется как отношение напряжения поляризации к рабочему току.

Защищаемый контур	Рабочий ток	Напряжение поляризации	Замер сопротивления
Фаза А – Фаза В	*Ia – Ib*	*-Uc*	*-Uc / (Ia-Ib)*
Фаза В – Фаза С	*Ib – Ic*	*-Ua*	*-Ua / (Ib-Ic)*
Фаза С – Фаза А	*Ic - Ia*	*-Ub*	*-Ub / (Ic-Ia)*

Для сохранения направленности ОНМ при близких КЗ, когда напряжение близко к нулю, используется напряжение предаварийного режима (контур памяти).

ОНМ имеет регулируемые уставки:

1. Верхняя и нижняя границы зоны прямого направления («***max∠пр.нап***» и «***min∠пр.нап***». Отсчитываются от действительной оси.

2. Верхняя и нижняя границы зоны обратного направления («***max∠об.нап***» и «***min∠об.нап***»). Отсчитываются от действительной оси.

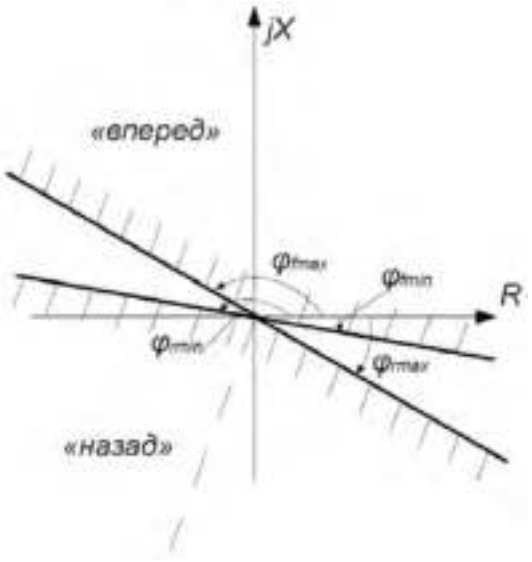


Рисунок 95 – Характеристика ОНМ

Минимальный рабочий ток, необходимый для работы ОНМ, определяется уставкой «***Imin ОНМ***». Минимальное рабочее напряжение, необходимое для работы ОНМ, определяется уставкой «***Umin ОНМ***». Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения определяется уставкой «***Кпред.реж ОНМ***».

Таблица 42 – Перечень уставок дистанционной защиты от междуфазных КЗ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ДЗ	PPDIS.Mod	Ввод в работу ДЗ	1 – Включено
			5 – Отключено
Хар-каСраб.	PPDIS.ImpCrv	Выбор характеристики срабатывания ступени ДЗ	0 – Эллипс
			1 – Параллелограмм
Тср ДЗ	PPDIS.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ступени ДЗ	От 0 до 1 000 000 мс
Реж.напр.	PPDIS.DirMod	Режим направленности ступени ДЗ	1 – Ненаправленный орган
			2 – Направление вперед
			3 – Направление назад
Реж.нап.АУ	PPDIS.NDirModCls	Режим направленности ступени ДЗ при автоматическом ускорении	0 – АУ направленная
			1 – АУ ненаправленная
X1	PPDIS.X1	Уставка характеристики срабатывания ступени ДЗ по мнимой оси	От 0,1 до 1 000 Ом
R	PPDIS.RisPhRch	Уставка характеристики срабатывания ступени ДЗ по действительной оси	От 0,1 до 1 000 Ом

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
φ_м.ч.	PPDIS.LinAng	Угол максимальной чувствительности (угол наклона характеристики срабатывания)	От 5 до 90 градусов
R_нагр	PPDIS.RisLod	Уставка выреза нагрузки по действительной оси	От 0,1 до 1 000 Ом
φ_нагр	PPDIS.AngLod	Угол наклон выреза нагрузки	От 0 до 85 градусов
φ_накл	PPDIS.TxAng	Угол наклона верхней стороны характеристики срабатывания (параллелограмма)	От 0 до -90 градусов
К_смещения	PPDIS.PctOfs	Смещение эллипса вдоль линии максимальной чувствительности	Задается в процентах от 2* ***R***, % От -500 до 500 %
Ввод АУ	PSOF.EnaMod	Режим автоматического ускорения	0 – Выведен 1 – Введен
Tввода АУ	PSOF.ActTmmsCls	Время ввода автоматического ускорения	От 0 до 1 000 000 мс
Tср АУ ДЗ	PSOF.OpDlTmmsCls	Выдержка времени на срабатывание ступени ДЗ при автоматическом ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
Ввод ОУ	PSOF.ManAcc	Ключ активации оперативного ускорения	0 – Выведен 1 – Введен
Tср ОУ ДЗ	PSOF.OpDlTmmsMan	Выдержка времени на срабатывание ступени ДЗ при оперативном ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
КонтUлинии	PSOF.OpMod	Режим контроля отсутствия напряжения на линии при АУ	0 – Выведен 1 – Введен
max∠пр.нап	ZRDIR.MaxFwdAng	Максимальный угол в прямом направлении	От 0 до 180 градусов
min∠пр.нап	ZRDIR.MinFwdAng	Минимальный угол в прямом направлении	От -180 до 0 градусов
max∠об.нап	ZRDIR.MaxRvAng	Максимальный угол в обратном направлении	От -180 до 0 градусов
min∠об.нап	ZRDIR.MinRvAng	Минимальный угол в обратном направлении	От 0 до 180 градусов
Imin ОНМ	ZRDIR.BlkValA	Минимальный рабочий ток ОНМ	От 0 до 50 000 А
Umin ОНМ	ZRDIR.BlkValV	Минимальное рабочее напряжение ОНМ	От 0 до 1 500 000 В
Кпред.реж	ZRDIR.PreFltCff	Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения	От 0 до 1 о.е.
Iср ДЗДВ	APTOC.StrVal	Уставка контроля утроенного тока нулевой последовательности для выявления двойных замыканий на землю	От 0 до 50 000 А

Для построения конфигурации ДЗ от междуфазных КЗ используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ контроля исправности цепей переменного напряжения – SPVC;
2. ЛУ контроля токовых цепей – LSPCC;
3. ЛУ ОНМ по сопротивлению – ZRDIR;
4. ЛУ расчета сопротивлений – Z3MMXU;
5. ЛУ детектора качаний в энергосистеме – RPSB;
6. ЛУ ступени ДЗ от междуфазных КЗ – PPDIS;
7. ЛУ ускорения действия защит – PSOF;
8. ЛУ токовой защиты нулевой последовательности – APTOC;
9. ЛУ свободно-программируемой логики – GAPC.

Уставка APTOC.OpMod в данной конфигурации всегда должна быть выставлена в режим ТЗНП,3Io (APTOC.OpMod = 2). Изменение данной уставки недопустимо.

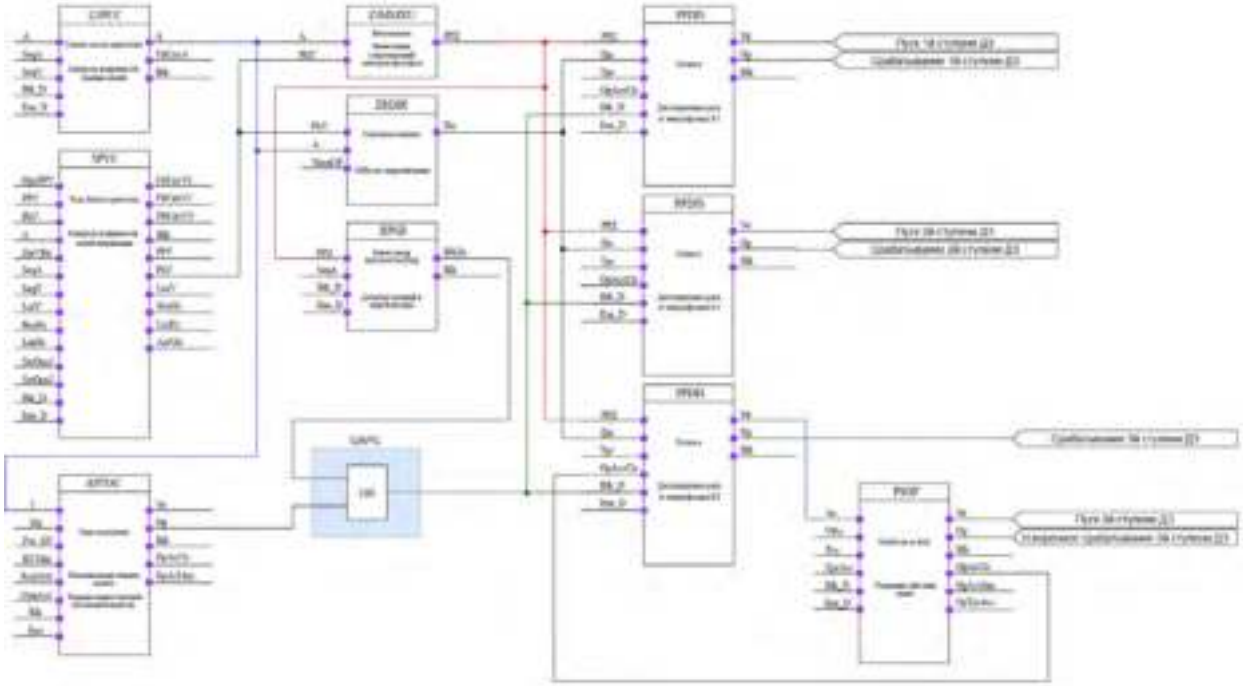


Рисунок 96 – Конфигурация трехступенчатой ДЗ от междуфазных КЗ с ускоряемой третьей ступенью

6.21.3 Дистанционная защита от двойных замыканий на землю

Устройство содержит многоступенчатую дистанционную защиту от двойных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью. Каждая ступень включает в себя три измерительных органа сопротивления (контуры «фаза-земля»). Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ДЗДВ***».

Работа ступеней ДЗДВ разрешается только при наличии двойных замыканий на землю – превышение утроенным током нулевой последовательности уставки срабатывания ***Iср ДЗДВ***.

Характеристика срабатывания ступеней ДЗДВ может быть, как полигональной, так и эллипсоидальной. Выбор характеристики срабатывания осуществляется уставкой «***ХаркаСраб.»***.

Полигональная характеристика срабатывания представлена на рис.98. У данной характеристики имеется вырез под нагрузку и возможность наклона верхней стороны.

Эллипсоидальная характеристика срабатывания представлена на рис.99-100. Предусмотрена возможность смещения характеристики вдоль линии максимальной чувствительности.

У каждого измерительного органа сопротивления имеется собственная выдержка времени на срабатывание. Выдержки времени на срабатывание измерительных органов ступеней ДЗДВ определяются уставками: «***Тср ДЗДВ1***» - фаза А, «***Тср ДЗДВ2***» - фаза В и «***Тср ДЗДВ***» - фаза С. Данные выдержки времени должны отличаться друг от друга минимум на ступень селективности и должны удовлетворять условию: ***Тср ДЗДВ1 < Тср ДЗДВ2 < Тср ДЗДВ3.***

Каждая из ступеней может быть выполнена как направленной, так и ненаправленной. Направленность ступени вводится уставкой «***Реж.напр. ДЗДВ***».

Формирование замеров сопротивления ДЗДВ от двойных замыканий на землю осуществляется по нижеперечисленным выражениям:

$$Z_A = \frac{U_a}{I_a + 3I_0 \cdot k_0}$$

$$Z_B = \frac{U_b}{I_b + 3I_0 \cdot k_0}$$

$$Z_C = \frac{U_c}{I_c + 3I_0 \cdot k_0}$$

где U_a, U_b, U_c – фазные напряжения текущего режима;
I_a, I_b, I_c – фазные токи текущего режима;
I_0 – ток нулевой последовательности текущего режима;
k_0 – комплексный коэффициент компенсации тока нулевой последовательности;

$$k_0 = \frac{(R_{0L} + jX_{0L}) - (R_{1L} + jX_{1L})}{3 \cdot (R_{1L} + jX_{1L})}$$

Логическая схема работы ступени ДЗДВ представлена на рис. 97.

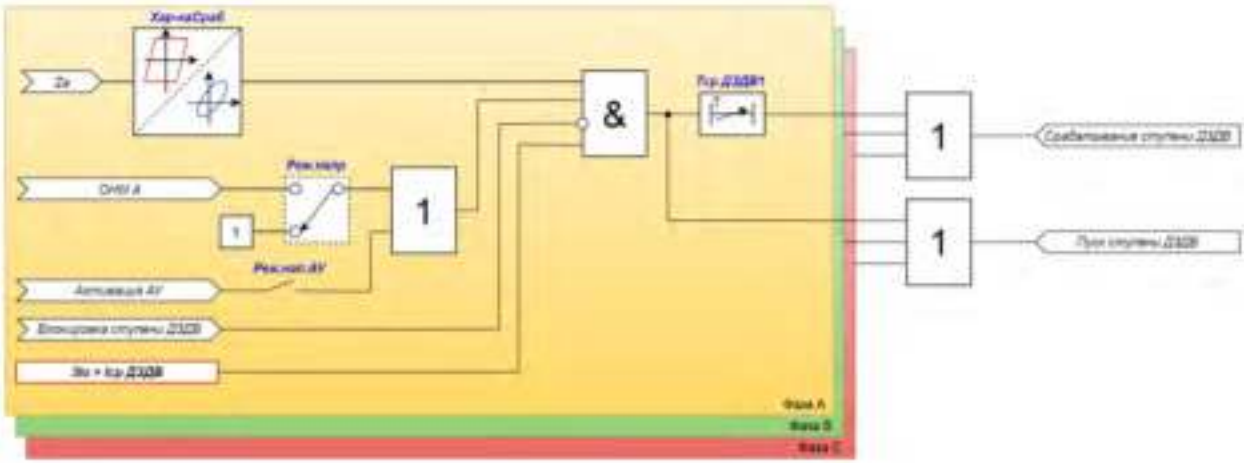


Рисунок 97 – Логическая схема работы ступени ДЗ

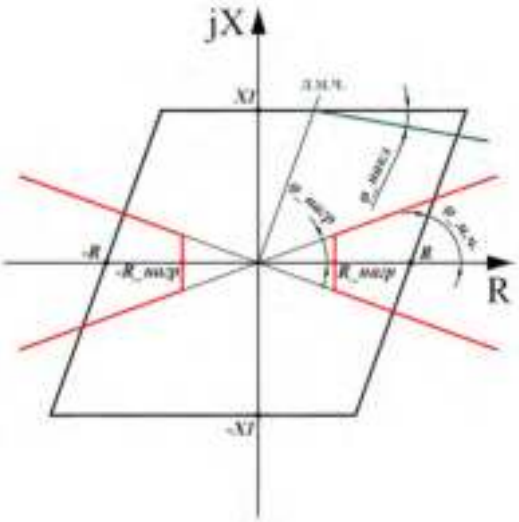


Рисунок 98 – Полигональная характеристика срабатывания ступени ДЗ

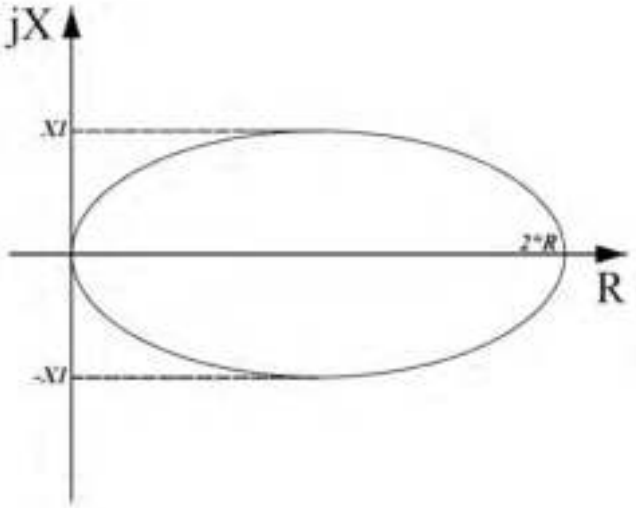


Рисунок 99 – Эллипсоидальная характеристика срабатывания ступени ДЗ

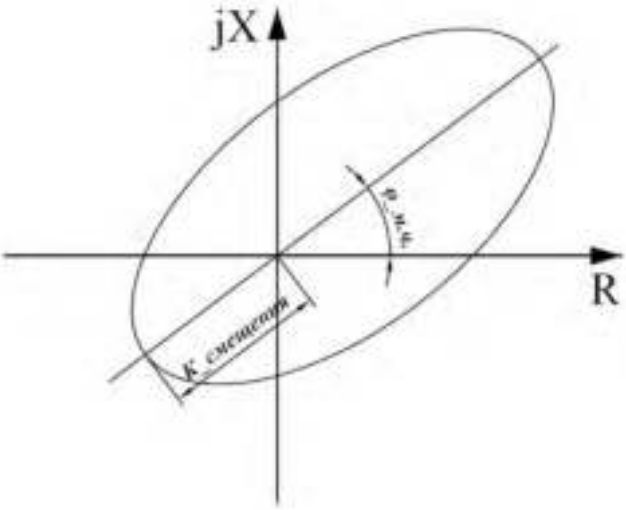


Рисунок 100 – Эллипсоидальная характеристика срабатывания ступени ДЗ

6.21.3.1 Ускорение ДЗДВ

В устройстве реализовано автоматическое ускорение (АУ) и оперативное ускорение (ОУ) ступеней ДЗДВ. В качестве ускоряемой может быть выбрана любая ступень.

Режим АУ вводится уставкой «***Ввод АУ ДЗДВ***». АУ активируется по факту пропадания сигнала РПО на время, определяемое уставкой «***Твввода АУ ДЗДВ***».

Выдержки времени на срабатывание измерительных органов ускоряемой ступени при АУ определяются уставками: «***Тср АУ ДЗДВ1***» - фаза А, «***Тср АУ ДЗДВ2***» - фаза В, «***Тср АУ ДЗДВ3***» - фаза С. Данные выдержки времени должны отличаться друг от друга минимум на ступень селективности и должны удовлетворять условию: ***Тср АУ ДЗДВ1 < Тср АУ ДЗДВ2 < Тср АУ ДЗДВ3.***

Автоматическое ускорение может быть с контролем отсутствия напряжения на линии. Данный контроль вводится в работу уставкой «***КонтУлинии***». Режим вывода направленности ступени ДЗДВ при АУ осуществляется через уставку «***Реж.нап.АУ ДЗДВ***».

Режим ОУ вводится оперативным ключом «***Ввод ОУ ДЗДВ***». Выдержки времени на срабатывание измерительных органов ускоряемой ступени при ОУ определяются уставками: «***Тср ОУ ДЗДВ1***» - фаза А, «***Тср ОУ ДЗДВ2***» - фаза В и «***Тср ОУ ДЗДВ3***» - фаза С. Данные выдержки времени должны отличаться друг от друга минимум на ступень селективности и должны удовлетворять условию: ***Тср ОУ ДЗДВ1 < Тср ОУ ДЗДВ2 < Тср ОУ ДЗДВ3.***

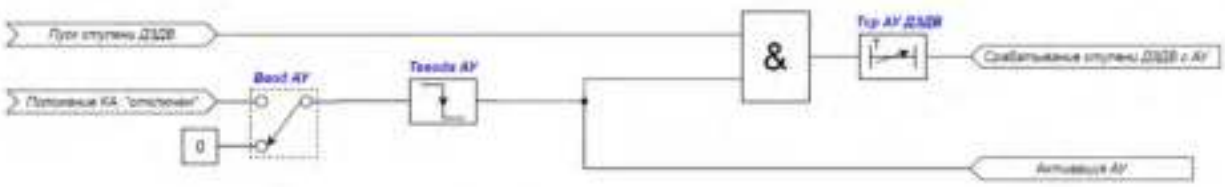


Рисунок 101 – Логическая схема работы автоматического ускорения ступени ДЗДВ

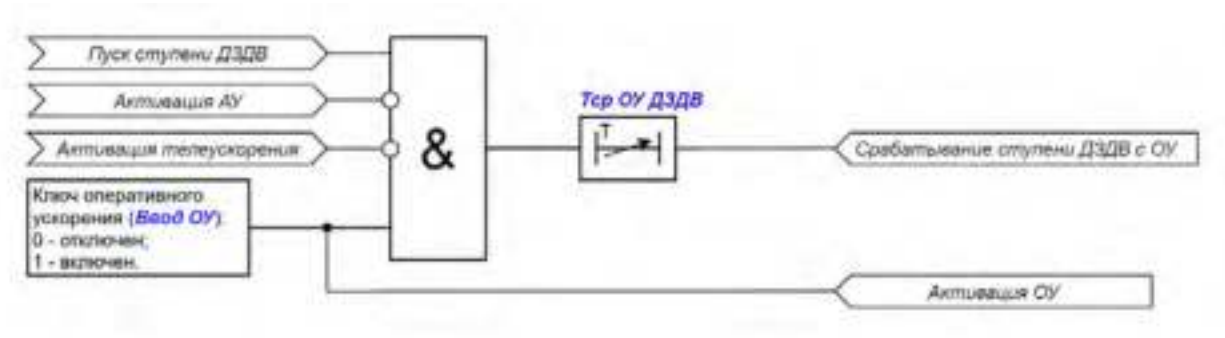


Рисунок 102 – Логическая схема работы оперативного ускорения ступени ДЗДВ

6.21.3.2 Орган направления мощности

В устройстве реализован орган направления мощности (ОНМ) на плоскости комплексных сопротивлений для ступеней дистанционной защиты. Для определения направления ОНМ использует вектор замера сопротивления и направленную характеристику на плоскости комплексного сопротивления (см.рис.103). Замер сопротивления определяется как отношение напряжения поляризации к рабочему току.

Защищаемый контур	Рабочий ток	Напряжение поляризации	Сопротивление поляризации
Фаза А – Земля	*Ia_комп*	*Ub – Uc*	*Ub – Uc / Ia_комп*
Фаза В – Земля	*Ib_комп*	*Uc – Ua*	*Uc – Ua / Ib_комп*

Фаза С – Земля	*Ic_комп*	*Ua – Ub*	*Ua – Ub / Ic_комп*

Ia_комп, Ib_комп, Ic_комп – фазные токи с компенсацией тока нулевой последовательности.

Для сохранения направленности ОНМ при близких КЗ, когда напряжение близко к нулю, используется напряжение предаварийного режима (контур памяти).

ОНМ имеет регулируемые уставки:

1. Верхняя и нижняя границы зоны прямого направления («***max∠пр.нап***» и «***min∠пр.нап***». Отсчитываются от действительной оси.

2. Верхняя и нижняя границы зоны обратного направления («***max∠об.нап***» и «***min∠об.нап***»). Отсчитываются от действительной оси.

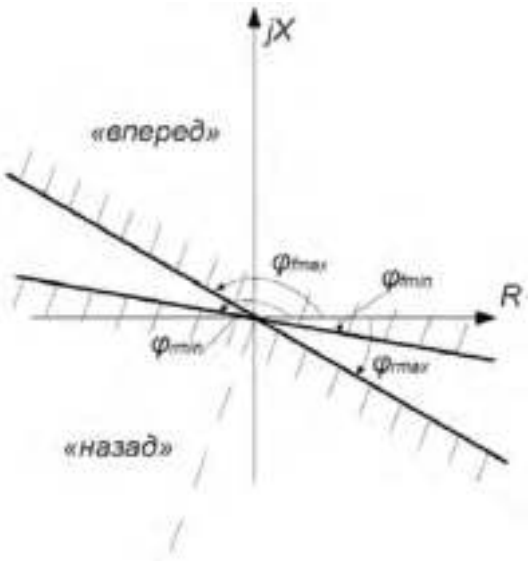


Рисунок 103 – Характеристика ОНМ

Таблица 43 – Перечень уставок дистанционной защиты от двойных замыканий на землю

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ДЗДВ	SPDIS.Mod	Ввод в работу ДЗДВ	1 – Включено 5 – Отключено
Хар-каСраб.	SPDIS.ImpCrv	Выбор характеристики срабатывания ступени ДЗДВ	0 – Эллипс 1 – Параллелограмм
Тср ДЗДВ1	SPDIS1.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание фазы А ступени ДЗДВ	От 0 до 1 000 000 мс
Тср ДЗДВ2	SPDIS2.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание фазы В ступени ДЗДВ	От 0 до 1 000 000 мс
Тср ДЗДВ3	SPDIS3.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание фазы С ступени ДЗДВ	От 0 до 1 000 000 мс
Реж.напр.	SPDIS.DirMod	Режим направленности ступени ДЗДВ	1 – Ненаправленный орган 2 – Направление вперед

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
			3 – Направление назад
Реж.нап.АУ	SPDIS.NDirModCls	Режим направленности ступени ДЗДВ при автоматическом ускорении	0 – АУ направленная 1 – АУ ненаправленная
X1	SPDIS.X1	Уставка характеристики срабатывания ступени ДЗДВ по мнимой оси	От 0,1 до 1 000 Ом
R	SPDIS.RisRch	Уставка характеристики срабатывания ступени ДЗДВ по действительной оси	От 0,1 до 1 000 Ом
φ_м.ч.	SPDIS.LinAng	Угол максимальной чувствительности (угол наклона характеристики срабатывания)	От 5 до 90 градусов
R_нагр	SPDIS.RisLod	Уставка выреза нагрузки по действительной оси	От 0,1 до 1 000 Ом
φ_нагр	SPDIS.AngLod	Угол наклон выреза нагрузки	От 0 до 85 градусов
φ_накл	SPDIS.TxAng	Угол наклона верхней стороны характеристики срабатывания (параллелограмма)	От 0 до -90 градусов
К_смещения	SPDIS.PctOfs	Смещение эллипса вдоль линии максимальной чувствительности	Задается в процентах от 2* ***R***, % От -500 до 500 %
Ввод АУ	PSOF.EnaMod	Режим автоматического ускорения	0 – Выведен 1 – Введен
Тввода АУ	PSOF.ActTmmsCls	Время ввода автоматического ускорения	От 0 до 1 000 000 мс
Тср АУ ДЗДВ1	PSOF1.OpDlTmmsCls	Выдержка времени на срабатывание фазы А ступени ДЗДВ при автоматическом ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
Тср АУ ДЗДВ2	PSOF2.OpDlTmmsCls	Выдержка времени на срабатывание фазы В ступени ДЗДВ при автоматическом ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
Тср АУ ДЗДВ3	PSOF3.OpDlTmmsCls	Выдержка времени на срабатывание фазы С ступени ДЗДВ при автоматическом ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
Ввод ОУ	PSOF.ManAcc	Ключ активации оперативного ускорения	0 – Выведен 1 – Введен
Тср ОУ ДЗДВ1	PSOF1.OpDlTmmsMan	Выдержка времени на срабатывание фазы А ступени ДЗДВ при оперативном ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
Тср ОУ ДЗДВ2	PSOF2.OpDlTmmsMan	Выдержка времени на срабатывание фазы В ступени ДЗДВ при оперативном ускорении	От 0 до 1 000 000 мс

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
Тср ОУ ДЗДВ3	PSOF3.OpDlTmmsMan	Выдержка времени на срабатывание фазы С ступени ДЗДВ при оперативном ускорении	От 0 до 1 000 000 мс
КонтUлинии	PSOF.OpMod	Режим контроля отсутствия напряжения на линии при АУ	0 – Выведен 1 – Введен
max∠пр.нап	ZRDIR.MaxFwdAng	Максимальный угол в прямом направлении	От 0 до 180 градусов
min∠пр.нап	ZRDIR.MinFwdAng	Минимальный угол в прямом направлении	От -180 до 0 градусов
max∠об.нап	ZRDIR.MaxRvAng	Максимальный угол в обратном направлении	От -180 до 0 градусов
min∠об.нап	ZRDIR.MinRvAng	Минимальный угол в обратном направлении	От 0 до 180 градусов
Imin ОНМ	ZRDIR.BlkValA	Минимальный рабочий ток ОНМ	От 0 до 50 000 А
Umin ОНМ	ZRDIR.BlkValV	Минимальное рабочее напряжение ОНМ	От 0 до 1 500 000 В
Кпред.реж	ZRDIR.PreFltCff	Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения	От 0 до 1 о.е.
R0L	Z6MMXU.R0L	Активное сопротивление нулевой последовательности линии	От 0,1 до 1 000 Ом
X0L	Z6MMXU.X0L	Реактивное сопротивление нулевой последовательности линии	От 0,1 до 1 000 Ом
R1L	Z6MMXU.R1L	Активное сопротивление прямой последовательности линии	От 0,1 до 1 000 Ом
X1L	Z6MMXU.X1L	Реактивное сопротивление прямой последовательности линии	От 0,1 до 1 000 Ом
Iср ДЗДВ	APTOC.StrVal	Уставка контроля утроенного тока нулевой последовательности для выявления двойных замыканий на землю	От 0 до 50 000 А

Для построения конфигурации ДЗДВ используются следующие логические узлы (ЛУ):
1. ЛУ контроля исправности цепей переменного напряжения – SPVC;
2. ЛУ контроля токовых цепей – LSPCC;
3. ЛУ ОНМ по сопротивлению – ZRDIR;
4. ЛУ расчета сопротивлений – Z6MMXU;
5. ЛУ детектора качаний в энергосистеме – RPSB;
6. ЛУ однофазного дистанционного органа – SPDIS;
7. ЛУ ускорения действия защит – PSOF;
8. ЛУ токовой защиты нулевой последовательности – APTOC;
9. ЛУ общего отключения – PTRC.

Уставка APTOC.OpMod в данной конфигурации всегда должна быть выставлена в режим ТЗНП,3Io (APTOC.OpMod = 2). Изменение данной уставки недопустимо.

Уставка SPDIS.LoopSel во всех фазах и на всех ступенях ДЗДВ, в данной конфигурации, должна быть выставлена в режим «Фаза – Земля» (SPDIS.LoopSel = 1). Изменение данной уставки недопустимо.

Уставка SPDIS.PhSel на всех ступенях фазы А в данной конфигурации должна быть выставлена в режим «Фаза А(АВ)» (SPDIS.PhSel =1). Уставка SPDIS.PhSel на всех ступенях фазы В в данной конфигурации должна быть выставлена в режим «Фаза В(ВС)» (SPDIS.PhSel =2). Уставка SPDIS.PhSel на всех ступенях фазы С в данной конфигурации должна быть выставлена в режим «Фаза С(СА)» (SPDIS.PhSel =3). Изменение данной уставки недопустимо.

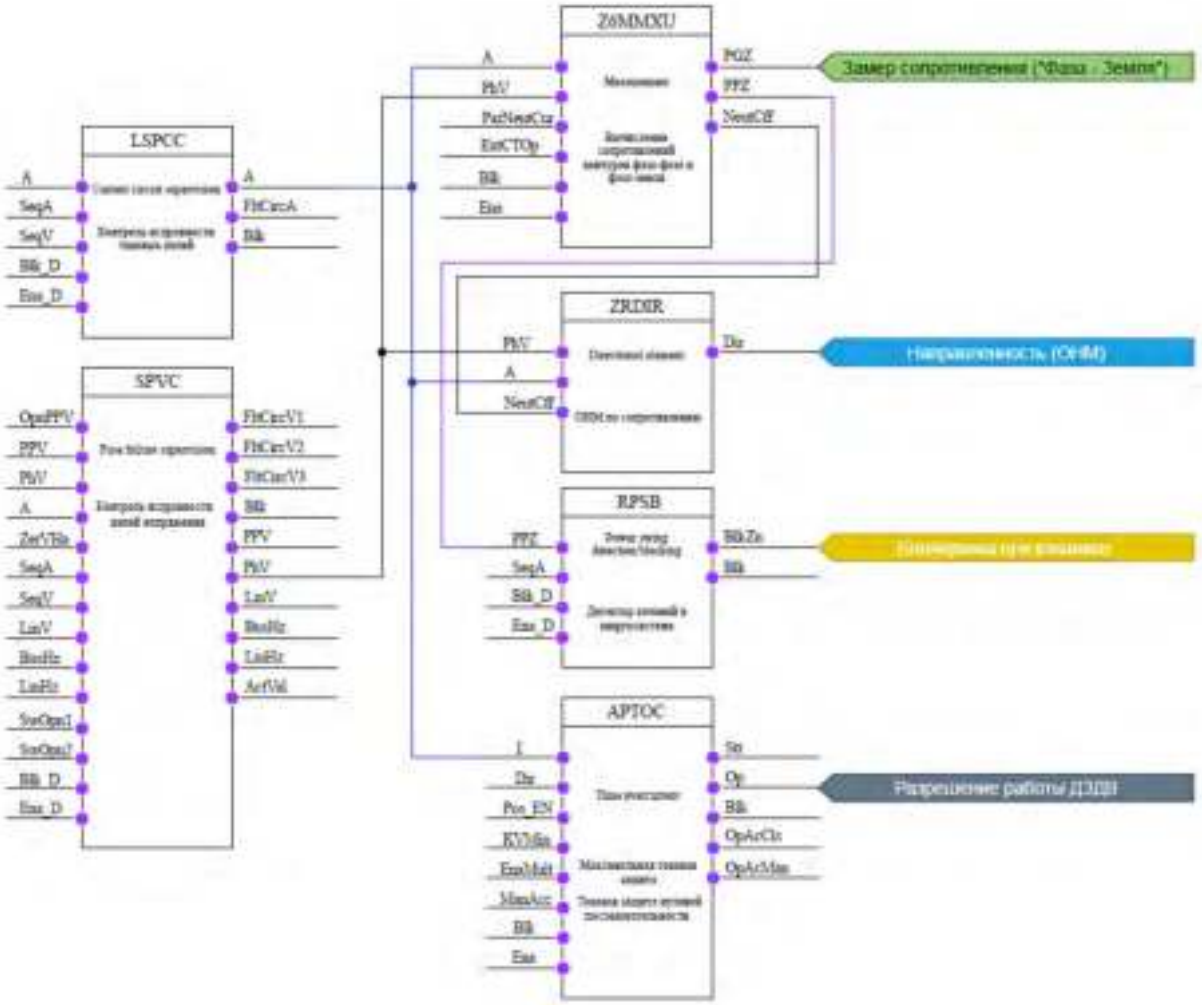


Рисунок 104 – Конфигурация двухступенчатой ДЗ от двойных замыканий на землю с ускоряемой второй ступенью (Часть 1)

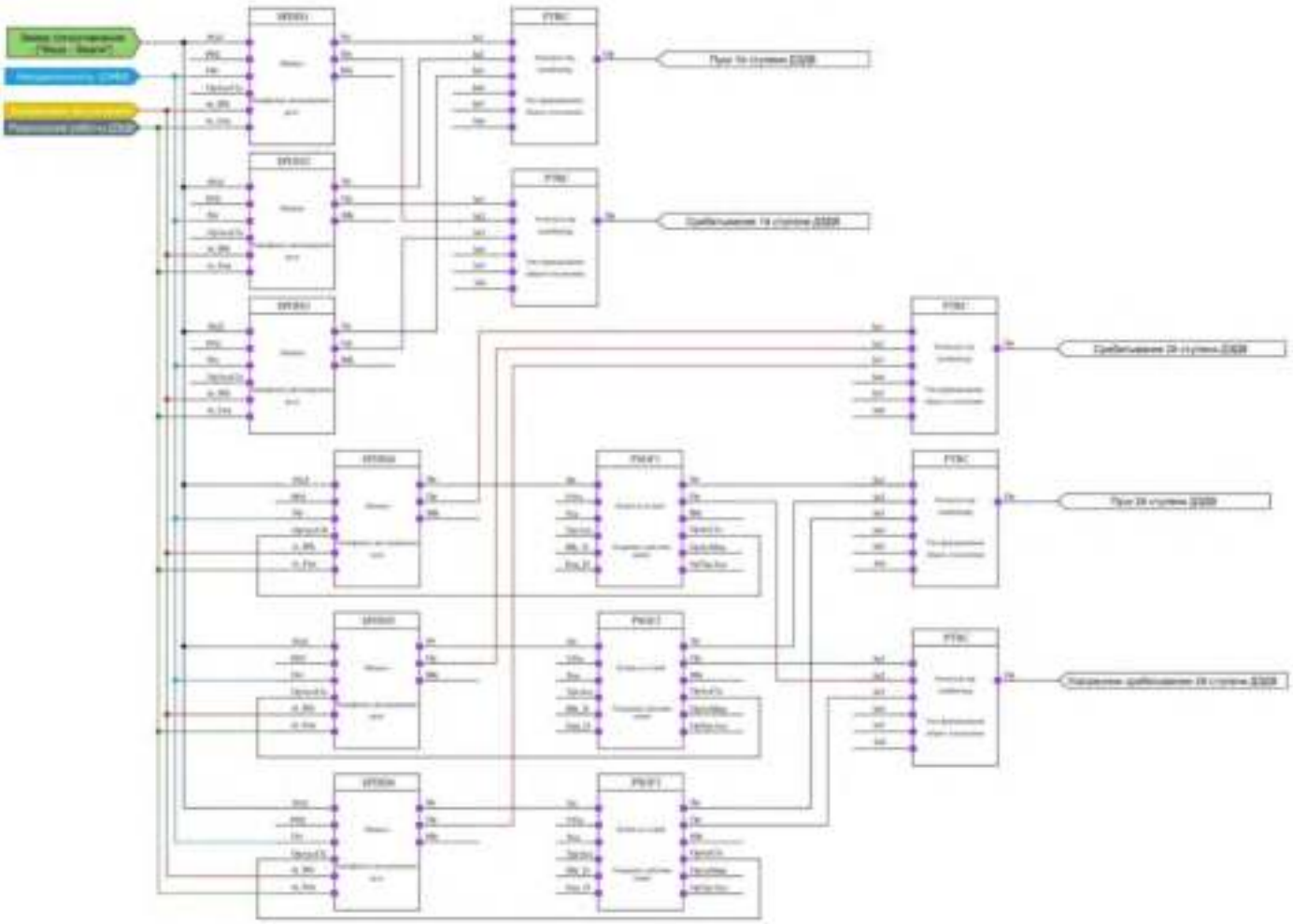


Рисунок 105 – Конфигурация двухступенчатой ДЗ от двойных замыканий на землю с ускоряемой второй ступенью (Часть 2)

6.22 Токовая направленная защита нулевой последовательности

Устройство содержит токовую направленную защиту нулевой последовательности (ТНЗНП) для сетей с резистивно-заземленной нейтралью. Количество ступеней определяется пользователем. Каждая ступень вводится в работу программным ключом «***УстРежРаб ТНЗНП***».

Значение срабатывания ИО тока ступеней ТНЗНП определяется уставкой «***Iср ТНЗНП***».

Выдержка времени на срабатывание ступеней ТНЗНП определяется уставкой «***Тср ТНЗНП***».

Каждая из ступеней может быть выполнена как направленной, так и ненаправленной. Направленность ступени вводится уставкой «***Реж.напр ТНЗНП***».

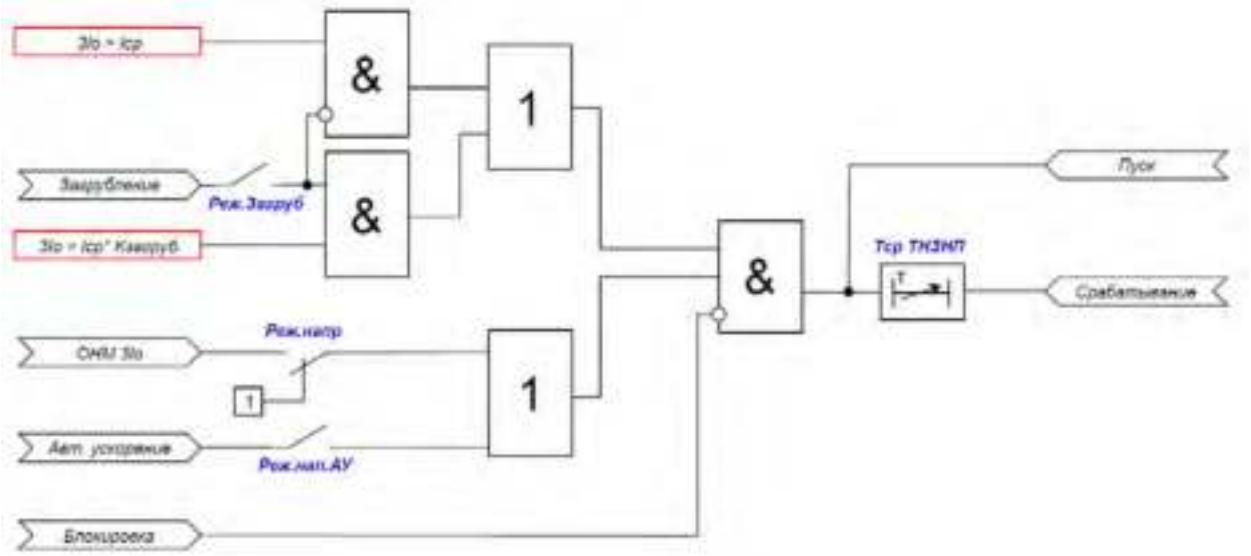


Рисунок 106 – Логическая схема работы ТНЗНП

При пуске любой ступени ТНЗНП, действующей на отключение, формируется сигнал «***Пуск общий ТНЗНП***».

Для каждой ступени предусмотрена функция «загрубления» по току, которая вводится в работу уставкой «***Реж.Загруб ТНЗНП***». Функция «загрубления» активируется по факту пропадания РПО или блоком детекции броска тока намагничивания.

Таблица 44 – Перечень уставок ступени ТНЗНП

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб ТНЗНП	APTOC.Mod	Ввод в работу ступени ТНЗНП	1 – Включено
			5 – Отключено
Iср ТНЗНП	APTOC.StrVal	Ток срабатывания ТНЗНП	Задается в первичных величинах. От 0 до 50 000 А
Tср ТНЗНП	APTOC.OpDlTmms	Выдержка времени на срабатывание ТНЗНП	От 0 до 1 000 000 мс
Реж.напр ТНЗНП	APTOC.DirMod	Выбор режима направленности ступени ТНЗНП	1 – Ненаправленная ступень
			2 – Вперед
			3 – Назад
Реж.Загруб ТНЗНП	APTOC.ModMult	Выбор режима работы функции «загрубления» по току	0 – Отключено
			1 – При пропадании РПО
			2 – От блока детекции БНТ
Кзагруб ТНЗНП	APTOC.StrValMult	Коэффициент «загрубления» уставки по току	От 1 до 10 о.е.

Для построения конфигурации ТНЗНП используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU, I4RMXN;
2. ЛУ ступени ТНЗНП – APTOC;
3. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – SPVC;
4. ЛУ органа направления мощности – RDIR.

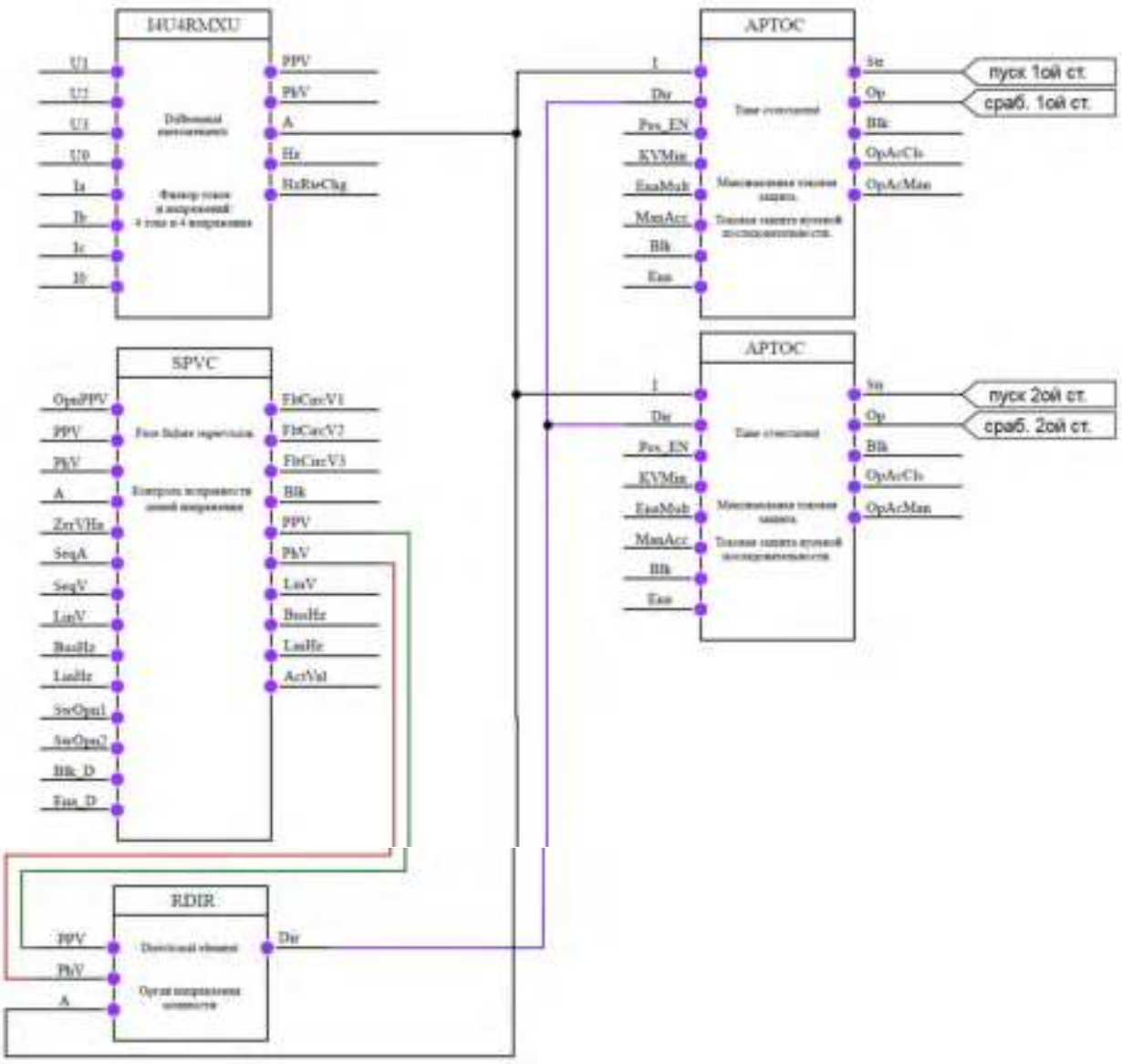


Рисунок 107 – Конфигурация двухступенчатой ТНЗНП

6.22.1 Орган направления мощности

Орган направления мощности (ОНМ) определяет направление тока нулевой последовательности (НП). Для сохранения направленности ОНМ при близких КЗ, когда напряжение близко к нулю, используется напряжение предаварийного режима (контур памяти). Для определения направления тока НП ОНМ использует ток НП (рабочая величина) и напряжение НП (поляризующая величина).

При обнаружении неисправности цепей напряжения ТНЗНП может перейти в ненаправленный режим работы или заблокировать работу ступеней, выбор действия осуществляется уставкой «***ОНМнеиспрЦН***».

ОНМ имеет регулируемые уставки:

1. Угол максимальной чувствительности для мощности нулевой последовательности («***φ м.ч. НП***») - отсчитывается против часовой стрелки от поляризующей величины.

2. Верхняя и нижняя границы зоны прямого направления («***max∠пр.нап***» и «***min∠пр.нап***». Отсчитываются от линии максимальной чувствительности.

3. Верхняя и нижняя границы зоны обратного направления («***max∠об.нап***» и «***min∠об.нап***»). Отсчитываются от линии максимальной чувствительности.

Минимальный ток НП, необходимый для работы ОНМ, определяется уставкой «***Imin ОНМ***». Минимальное напряжение НП, необходимое для работы ОНМ, определяется уставкой «***Umin ОНМ***». Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения определяется уставкой «***Кпред.реж ОНМ***».

Таблица 45 – Перечень уставок ОНМ

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
ОНМнеиспрЦН	APTOC.VCFMod	Сигнал на выходе блока ОНМ при неисправности ЦН	1 – Блокировка 2 – Разрешение
φ м.ч. НП	RDIR.ChrAngNeut	Угол максимальной чувствительности для мощности нулевой последовательности	От -180 до 180 градусов
max∠пр.нап	RDIR.MaxFwdAng	Максимальный угол в прямом направлении	От 0 до 90 градусов
min∠пр.нап	RDIR.MinFwdAng	Минимальный угол в прямом направлении	От -90 до 0 градусов
max∠об.нап	RDIR.MaxRvAng	Максимальный угол в обратном направлении	От 0 до 90 градусов
min∠об.нап	RDIR.MinRvAng	Минимальный угол в обратном направлении	От -90 до 0 градусов
Imin ОНМ	RDIR.BlkValA	Минимальный ток НП ОНМ	От 0 до 50 000 А
Umin ОНМ	RDIR.BlkValV	Минимальное напряжение НП ОНМ	От 0 до 1 500 000 В
Кпред.реж	RDIR.PreFltCff	Коэффициент предшествующего режима контура памяти цепей напряжения	От 0 до 1 о.е.

6.22.2 Ускорение ТНЗНП

В устройстве реализовано автоматическое ускорение (АУ) и оперативное ускорение (ОУ) ступеней ТНЗНП. В качестве ускоряемой ступени может быть выбрана любая ступень.

Режим АУ вводится уставкой «***Ввод АУ ТНЗНП***». АУ активируется по факту пропадания сигнала РПО на время, определяемое уставкой «***Tввода АУ ТНЗНП***». Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени при АУ определяется уставкой «***Tср АУ ТНЗНП***». Автоматическое ускорение может быть с контролем отсутствия напряжения на линии. Данный контроль вводится в работу уставкой «***КонтUлинии***». Режим вывода направленности ступени ТНЗНП при АУ осуществляется через уставку «***Реж.нап.АУ ТНЗНП***».

Режим ОУ вводится оперативным ключом «***Ввод ОУ ТНЗНП***». Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени при ОУ определяется уставкой «***Tср ОУ ТНЗНП***».

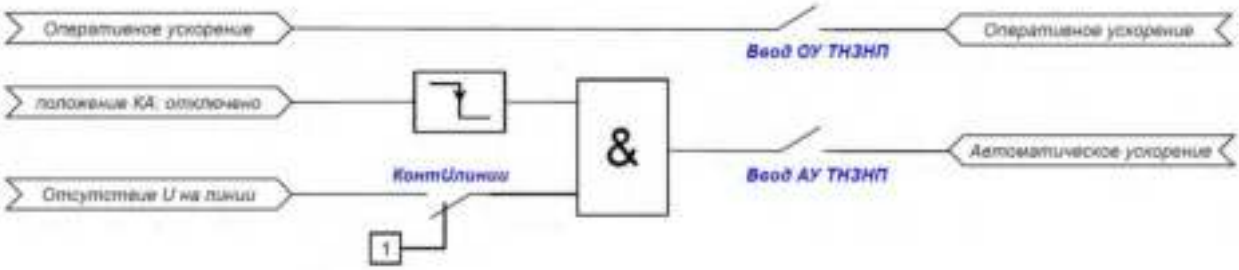


Рисунок 108 – Логическая схема ускорения ТНЗНП

Таблица 46 – Перечень уставок ускорения ТНЗНП

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
Ввод АУ ТНЗНП	APTOC.ClsEna	Автоматическое ускорение ступени ТНЗНП	0 – Отключено 1 – Включено
Тввода АУ ТНЗНП	APTOC.ActTmmsCls	Время действия автоматического ускорения ТНЗНП	От 0 до 1 000 000 мс.
Тср АУ ТНЗНП	APTOC.OpDlTmmsCls	Выдержка времени на срабатывание ступени ТНЗНП при АУ	От 0 до 1 000 000 мс.
КонтУлинии	APTOC.EnaDeaLinMod	Контроль напряжения на линии при АУ	0 – Отключено 1 – Включено
Реж.нап.АУ ТНЗНП	APTOC.NDirModCls	Вывод направленности при АУ	0 – АУ направленная 1 – АУ ненаправленная
Ввод ОУ ТНЗНП	APTOC.ManAcc	Ключ активации ОУ	0 – Отключено 1 – Включено
Тср ОУ ТНЗНП	APTOC.OpDlTmmsMan	Выдержка времени на срабатывание ступени ТНЗНП при ОУ	От 0 до 1 000 000 мс.

Для реализации автоматического ускорения ступеней ТНЗНП дополнительно необходимы следующие ЛУ:

1. ЛУ управления выключателем – HVXCBR;
2. ЛУ контроля наличия/отсутствия напряжения – SVPI;
3. ЛУ контроля исправности цепей напряжения – SPVC.

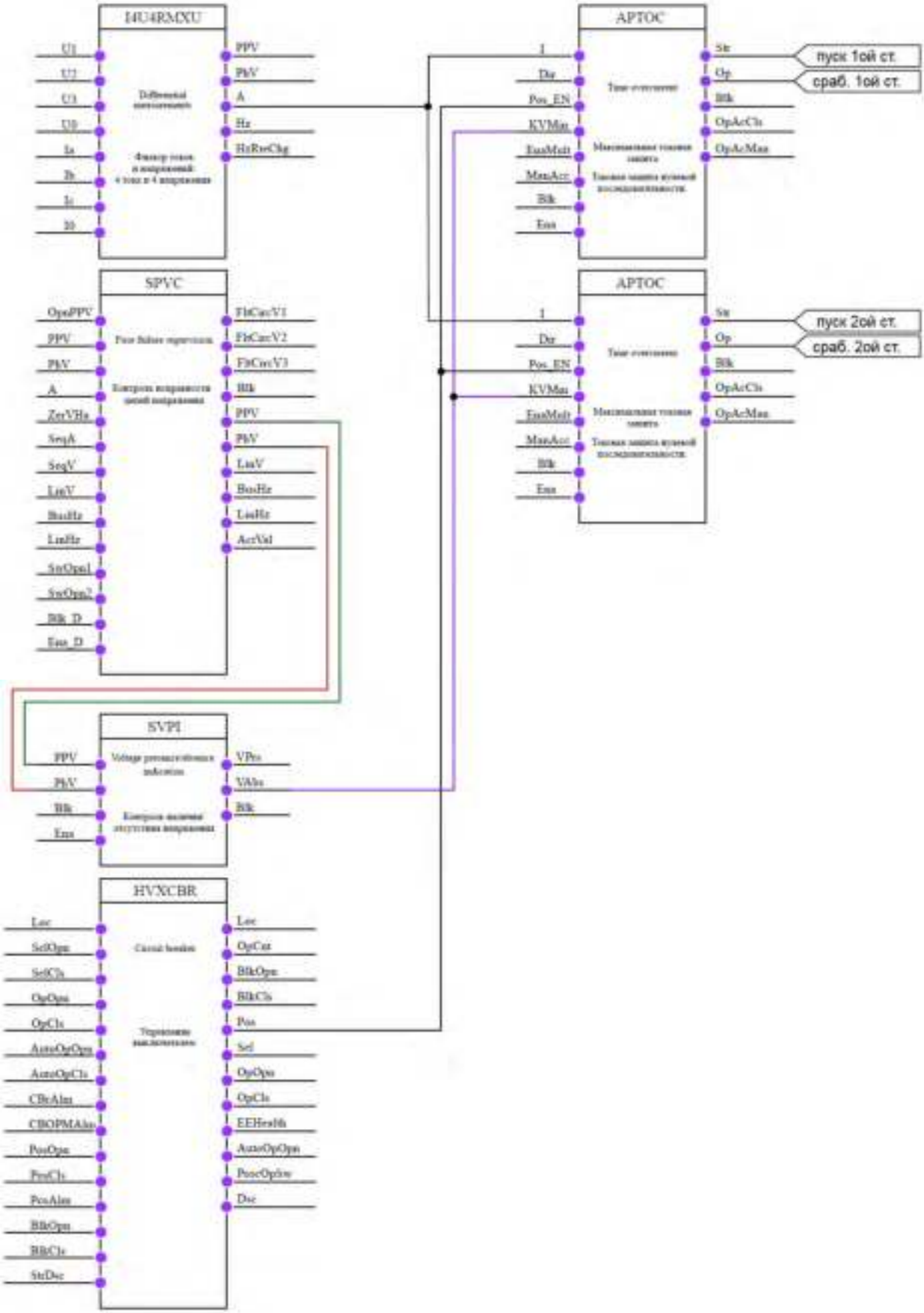


Рисунок 109 – Конфигурация двухступенчатой ТНЗНП с реализацией ускорения каждой из ступеней

6.22.3 Функция «загрубления» по току

Для реализации «загрубления» по току от блока детекции БНТ дополнительно необходимо использовать следующие ЛУ: Фильтр высших гармоник – MHAI и Универсальное реле высших гармоник – PHAR.

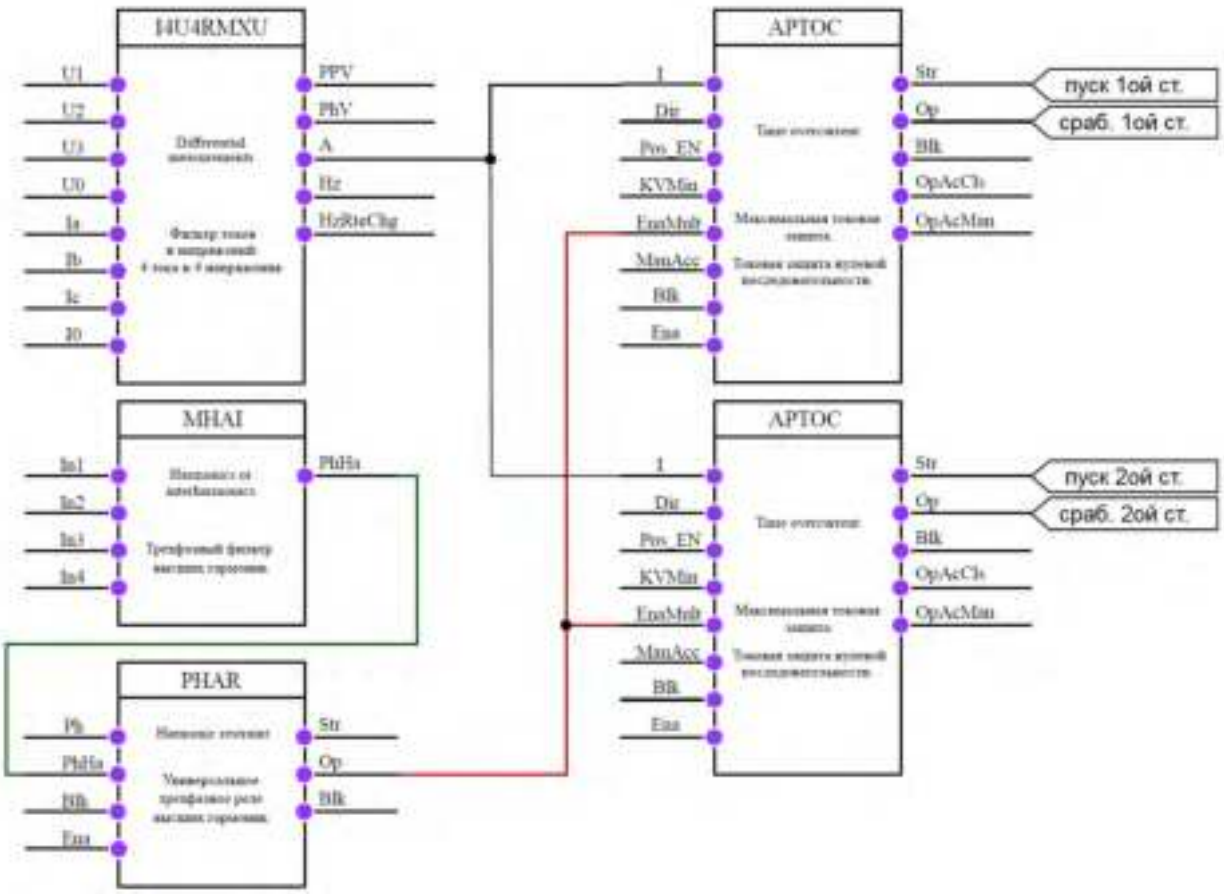


Рисунок 110 – Конфигурация двухступенчатой ТНЗНП с функцией «загрубления» по току от блока детекции БНТ

6.23 Блокировка при качаниях

В устройстве реализована функция детектора качаний, которая предназначена для исключения срабатывания ступеней ДЗ при возникновении качаний в энергосистеме. При обнаружении качаний в энергосистеме детектор блокирует срабатывание ступеней ДЗ. Ввод в работу детектора осуществляется программным ключом «***УстРежРаб БК***».

Функция детектора качаний состоит из внешней и внутренней полигональной характеристик срабатывания. Принцип работы основан на контроле времени прохождения годографа сопротивления между внешней и внутренней характеристиками срабатывания. Качания в энергосистеме выявляются, если время прохождения годографа сопротивления через зону, образованную двумя характеристиками, превысит заданную выдержку времени «***Тср***». При фиксации качаний формируется блокирующий сигнал ступеней ДЗ.

Сброс блокировки осуществляется при выполнении любого из нижеперечисленных условий:

1. Годограф сопротивления, всех контуров, вне зоны срабатывания внешней характеристики;

2. Введен контроль тока обратной последовательности через уставку «***Контр_I2***» и ток *I2* превышает уставку срабатывания «***I2_ср***»;

3. Введен контроль тока нулевой последовательности через уставку «***Контр__3Io***» и ток 3*Io* превышает уставку «***3Io_ср***»;

4. Наличие блокирующего сигнала функции.

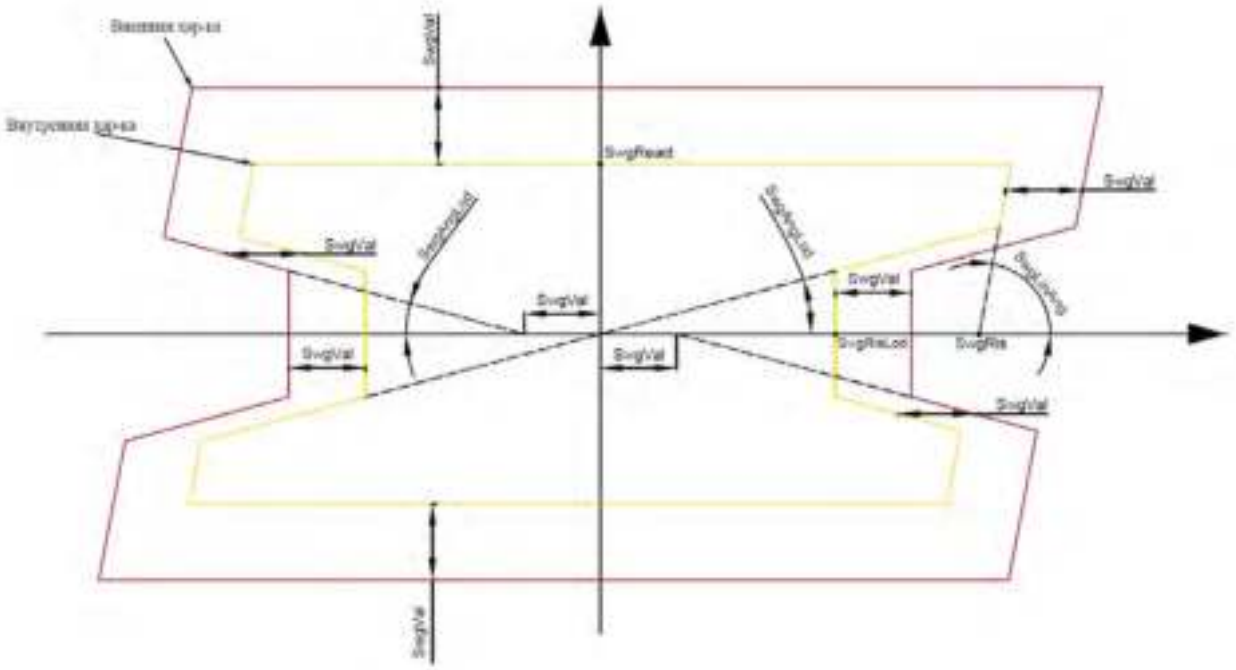


Рисунок 111 – Внешняя и внутренняя характеристики одного контура сопротивления

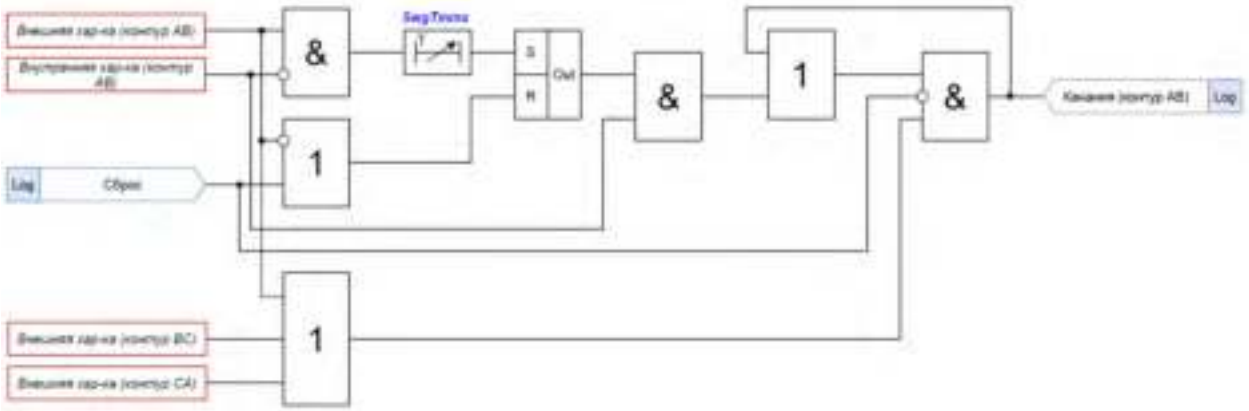


Рисунок 112 – Логическая схема работы алгоритма по одному из контуров

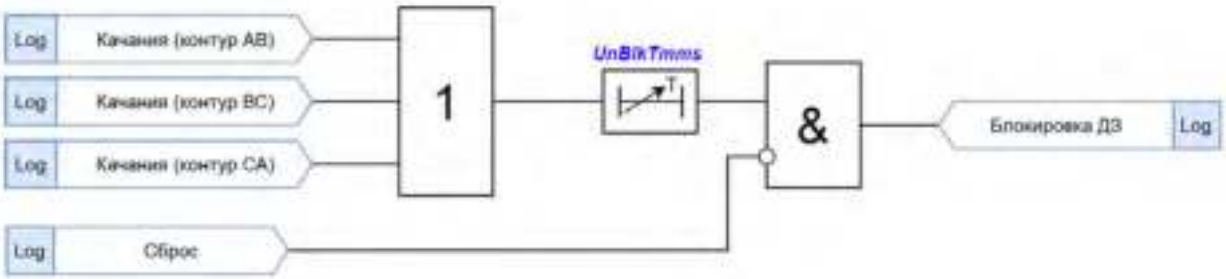


Рисунок 113 – Формирование сигнала блокировки ступеней ДЗ

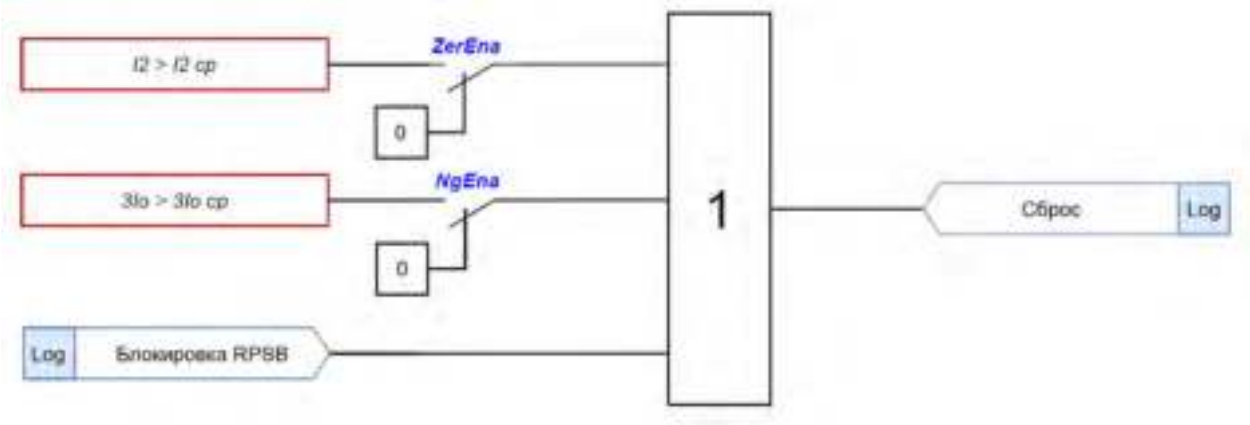


Рисунок 114 – Формирование сигнала «Сброс», который приводит к мгновенному возврату

Таблица 47 – Перечень уставок детектора качаний в энергосистеме

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	**В конфигураторе**		
УстРежРаб БК	RPSB.Mod	Ввод в работу детектора качаний в энергосистеме	1 – Включено 5 – Отключено
Тср	RPSB.SwgTmms	Выдержка времени для детектирования качаний в энергосистеме	От 0 до 1 000 000 мс
Контр_I2	RPSB.NgEna	Контроль тока обратной последовательности	0 – Выведен 1 – Введен
Контр_3Io	RPSB.ZeroEna	Контроль тока нулевой последовательности	0 – Выведен 1 – Введен
ВырезНагр	RPSB.LodCrvEna	Вырез под нагрузку	[0] – выведен; [1] – введен.
Тсброса	RPSB.UnBlkTmms	Выдержка времени возврата	От 0 до 1 000 000 мс
I2_ср	RPSB.NgStrVal	Величина сброса блокировки по току обратной последовательности	Задается в первичных величинах, А От 0 до 50 000 А
3Io_ср	RPSB.ZeroStrVal	Величина сброса блокировки по току нулевой последовательности	Задается в первичных величинах, А От 0 до 50 000 А
R_внутр	RPSB.SwgRis	Значение активного сопротивления внутренней характеристики	Задается в первичных величинах, Ом От 0,1 до 1 000 Ом
X_внутр	RPSB.SwgReact	Значение реактивного сопротивления внутренней характеристики	Задается в первичных величинах, Ом От 0,1 до 1 000 Ом
ΔZ_доп	RPSB.SwgVal	Значение сдвига между основной и дополнительной характеристиками	Задается в первичных величинах, Ом От 0,1 до 1 000 Ом
φ_м.ч.	RPSB.SwgLinAng	Угол наклона характеристик	От 5 до 90 градусов
R_нагр	RPSB.SwgRisLod	Уставка выреза нагрузки по действительной оси внутренней характеристики	Задается в первичных величинах, Ом От 0,1 до 1 000 Ом

Обозначение		Описание	Диапазон регулирования
В описании	В конфигураторе		
φ_нагр	RPSB.SwgAngLod	Уставка угла наклона выреза нагрузки	От 0 до 85 градусов

Для построения конфигурации детектора качаний используются следующие логические узлы (ЛУ):

1. ЛУ цифровой фильтрации – I4U4RMXU;
2. ЛУ контроля исправности цепей переменного напряжения – VCSPVC/SPVC;
3. ЛУ вычисления сопротивлений – Z6MMXU;
4. ЛУ разложения трехфазной системы векторов на симметричные компоненты – MSQI;
5. ЛУ детектора качаний в энергосистеме – RPSB.

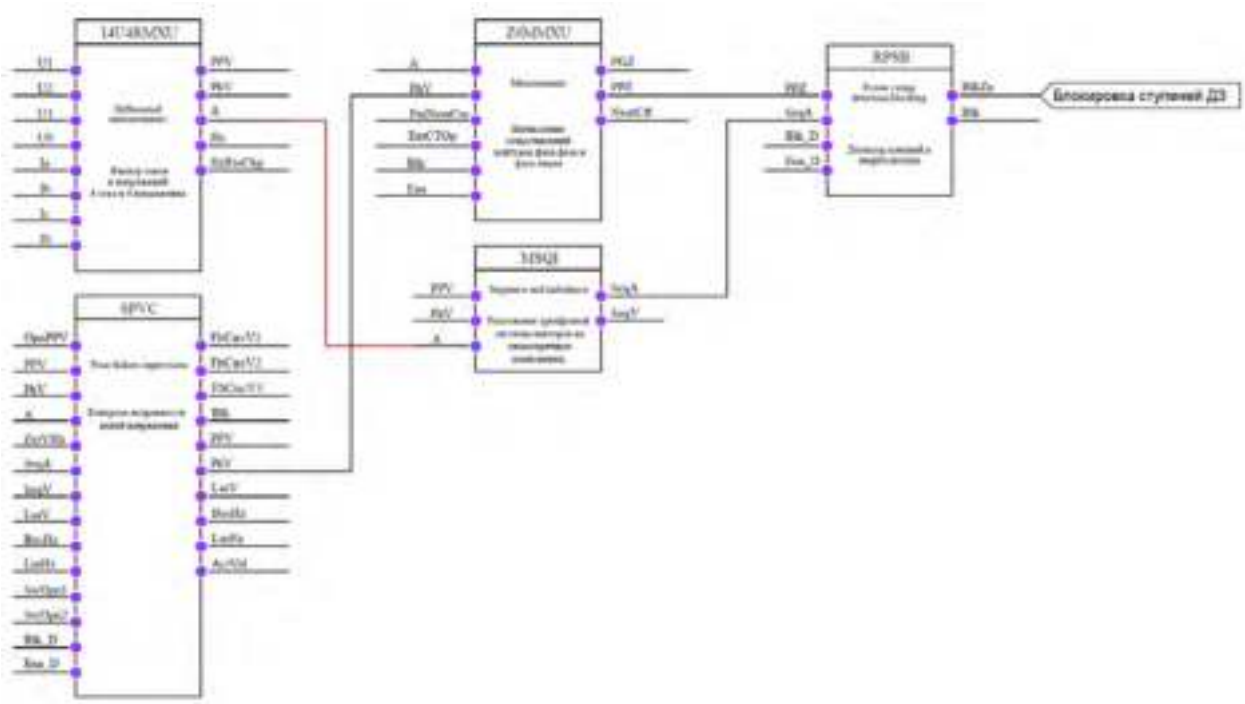


Рисунок 115 – Конфигурация детектора качаний

7 Регистратор аварийных событий

Исполнительный модуль: ras.so

Название в конфигураторе: Регистратор аварийных событий:ras_#

где # - номер экземпляра компонента

Компонент регистратора аварийных событий обеспечивает запись осциллографических и дискретных данных о предыстории и ходе протекания аварийных событий в контролируемом данным IED оборудовании в архив в формате COMTRADE.

Конфигурирование функций РАС выполняется с помощью программы «TOPAZ Model Creator».

Источником осциллографических аналоговых и дискретных данных выступают узлы данных SCL-дерева. В случае необходимости компонент обеспечивает кратную редукцию частоты дискретизации по времени при записи данных в архив.

Функция формирования пусковых событий, определяющих время начала аварийной ситуации, реализуется в отдельном компоненте детектор аварийных событий (далее ДАС).

Компонент реализует следующую логику работы: в отсутствии пусковых событий РАС ведет кольцевой архив глубиной, соответствующей заданной длине предыстории, данные старше периода предыстории периодически удаляются (нормальный режим работы). При поступлении пускового события или соответствующей команды ручного управления РАС производит накопление и запись архивных данных в требуемом объеме в ПЗУ (аварийный режим работы). После окончания формирования аварийной осциллограммы и ее записи в ПЗУ компонент возвращается в нормальный режим работы. Накладываются следующие ограничения на срабатывание компонента от пусковых событий и команд:

- После получения пускового события, либо соответствующей команды ручного управления последующие пусковые события игнорируются на протяжении интервала времени, задаваемого параметром «Зона нечувствительности пуска» (см. таблицу «Общие» п. 14), и не приводят к формированию нового аварийного архива.
- Каждое принятое к обработке пусковое событие приводит к формированию отдельной осциллограммы. При этом запись разных осциллограмм может осуществляться параллельно, если интервалы времени, которые они охватывают, пересекаются. Продление аварийной осциллограммы при повторном получении пускового события осуществляется при установке соответствующего флага для пускового сигнала (см. табл. «Запись в дискретные каналы COMTRADE из SCL» п.11). Максимальная продолжительность регистрации при продлении осциллограммы при повторном получении пусковых событий составляет 10 номинальных периодов регистрации в аварийном режиме (см. табл. «Общие» п.14).
- Срабатывание компонента происходит либо только по переднему, либо только по заднему фронту изменения дискретного сигнала, задающего пусковое событие, в зависимости от значения параметра «Значение срабатывания» для данного сигнала (см. таблицу «Дискретные каналы» п.9).
- Фронтом срабатывания также считается изменение сигнала из любого недостоверного состояния, заданного запрещающей маской качества (см. таблицу «Дискретные каналы» п.7), в достоверное пусковое состояние.
- Игнорируются пусковые события, временная метка которых сильно расходится с текущей локальной временной меткой при получении данного события. Сильным расхождением считается запаздывание пускового события на длину предыстории плюс 600 мс, либо опережение более чем на продолжительность регистрации. Таким образом, вне зависимости от причин расхождения временных меток (например потеря синхронизации времени от сервера точного времени), учитываются только пусковые события, попадающие в интервал:

  [cur_time – prehistory_len – 600ms, cur_time + regist_len]

  где:
  - **cur_time** – текущая локальная временная метка при получении пускового события;
  - **prehistory_len** – длина периода предыстории (см. таблицу «Общие» п. 13);
  - **regist_len** – продолжительность регистрации после получения пускового события (см. таблицу «Общие» п. 14).
- Компонент обеспечивает защиту от непрерывного срабатывания от «дребезжащих» пусковых событий (см. см. таблицу «Дискретные каналы» п.10) путем

анализа предыдущих состояний пускового сигнала.

Выходной информацией компонента является набор COMTRADE-архивов, хранимых в указанном в конфигурации компонента каталоге. Каждый архив содержит два основных файла, определенных в стандарте COMTRADE:

- XXXXXXXX.DAT – файл, содержащий осциллографические данные;
- XXXXXXXX.CFG – файл настроек архива и описания аналоговых и дискретных каналов.

вместо группы символов XXXXXXXX используется указанный в конфигурации компонента шаблон имени. Предусмотрена возможность упаковки каждого отдельного COMTRADE-архива в zip-архив (см. таблицу «Общие» п.9).

Ошибки, выявленные при взаимодействии компонента с другими компонентами (SV-буфер, файловая система и т.д.), диагностируются с помощью установки кода ошибки в дискретный сигнал (см. таблицу «Управление и диагностика» п.12). Код ошибки не сбрасывается автоматически после устранения источника ошибки, но может быть сброшен вручную с помощью соответствующего телеуправления. Все контролируемые компонентом ошибки сведены в 7 групп, при этом точная диагностика причины сбоя/отказа может быть осуществлена при включении логирования в конфигурации компонента.

Таблица 48 – Коды ошибок компонента РАС

Код ошибки	Группа	Возможные причины
0	Норма	-
1	Ошибки в конфигурации	- Отсутствие обязательных конфигурационных файлов; - Неверно форматированный параметр; - Выход указанного для параметра значения за допустимые пределы; - Отсутствие обязательного параметра или группы параметров; - Противоречия между различными параметрами.
2	Ошибки SV	- Слишком медленное чтение из SV-буфера; - Нарушение временной связности в данных из SV-буфера; - Переполнение кольцевого буфера данных SV компонента РАС; - Отсутствие данных из SV-буфера более 1 секунды; - Запаздывание или опережение временной метки поступающих данных SV относительно локального времени более чем на 1 секунду.
3	Ошибки приема событий дискретных сигналов	Запаздывание или опережение временной метки события относительно локального времени более чем на 500 мс.
4	Ошибки записи на диск	- Ошибки при записи сформированных COMTRADE-архивов на диск; - Ошибки при удалении из каталога старых COMTRADE-архивов при превышении лимита на кол-во или объем; - Ошибки при сохранении телерегулирований в конфигурацию.
5	Ошибки инициализации	Ошибки при выделении крупных фрагментов динамической памяти (например, под кольцевой буфер данных из SV).

Код ошибки	Группа	Возможные причины
6	Ошибки обработки телеуправлений	- Сбои механизма отправки откликов на телеуправления; - Поступление не указанных в конфигурации компонента телеуправлений.
7	Ошибки обработки телерегулирований	- Сбои механизма отправки откликов на телеуправления; - Поступление не указанных в конфигурации компонента телеуправлений.

7.1 Описание файлов конфигурации РАС

Каждый экземпляр компонента РАС представлен набором файлов (таблиц), описывающих его параметры.

Таблица 49 – Файлы конфигурации РАС

№	Наименование	Закладка в конфигураторе	Описание
1	main.cfg	«Общие»	Таблица общих параметров компонента и формата COMTRADE
2	ctrl.cfg	«Управление и диагностика»	Таблица привязок команд дистанционного управления и сигналов диагностики состояния компонента
3	sv_analog_channels.cfg	«Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SV»	Таблица описания регистрируемых аналоговых каналов, принимаемых из SV-потока
6	scl_discret_channels.cfg	«Запись в дискретные каналы COMTRADE из SCL-дерева»	Таблица описания регистрируемых дискретных каналов и пусковых событий, принимаемых из узлов данных SCL-дерева
7	scl_analog_channels.cfg	«Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SCL-дерева»	Таблица описания регистрируемых аналоговых каналов, принимаемых из узлов данных SCL-дерева

7.1.1 Общие

Файл таблицы содержит одну строку, в которой указываются следующий набор параметров параметра:

Таблица 50 – Таблица «Общие»

№	Название	Описание
1	Название подстанции	Название подстанции в CFG-файле COMTRADE. Данный параметр опционален. Максимальная длина 64 символа.
2	ID записывающего устройства	Идентификатор записывающего устройства (IED на котором запущен компонент) в CFG-файле COMTRADE. Данный параметр опционален. Максимальная длина 64 символа.
3	Кол-во выборок за период	Частота следования выборок в COMTRADE-архиве, заданная в кол-ве выборок на 1 номинальный период электрической сети.
4	Версия формата COMTRADE	Допустимые значения **1999** и **2013**.
5	Формат записи в COMTRADE	Формат записи данных в DAT-файле COMTRADE-архива. Допускаются значения **ASCII**, **BINARY**, **BINARY32** и **FLOAT32**. Последние два типа поддерживаются только в версии формата COMTRADE 2013 года.
6	Директория архивов	Абсолютный путь к каталогу размещения аварийных архивов.
7	Номер директории	Номер директории архивов в файловом менеджере. Если не предполагается использовать файловый менеджер для передачи архивов на сервер диспетчерского пункта, то данный параметр должен иметь значение 0.

№	Название	Описание
8	Временная директория	Временная директория, используемая при создании архивов. Не должна совпадать с параметром «Директория архивов». Обязательна при использовании способа архивирования **ZIP** и опциональна при способе архивирования типа **FILES** (см. п.9 «Способ хранения архивов»).
9	Способ хранения архивов	Допустимые значения: - **ZIP** – каждая COMTRADE-сессия упаковывается в отдельный zip-архив; - **FILES** – файлы DAT и CFG различных COMTRADE-сессий хранятся в одном каталоге (см. п.5 настоящей таблицы).
10	Шаблон названия архивов	Строка, состоящая из численно-буквенных символов, точки, символов пробела и подчеркивания. Допускается подстановка в шаблон следующих вычисляемых значений: - **%DATETIME** – временная метка пускового события, запустившего запись архива, в формате: **dd_MM_yyyy-hh_mm_ss_zzz,** где: - **dd** – день месяца; - **MM** – номер месяца; - **yyyy** –год; - **hh**– час; - **mm** – минуты; - **ss** – секунды; - **zzz** – милисекунды. В каждом из полей при необходимости используются ведущие нули. - **%UNIXTIME** – временная метка пускового события с точностью до секунды в формате **UNIX TIME**, записанная в шестнадцатеричной системе исчисления в верхнем регистре.
11	Макс. кол-во хранимых архивов	Максимальное кол-во аварийных архивов, хранимых одновременно. Самые ранние архивы автоматически удаляются при превышении данного кол-ва. Допускаются значения больше или равные 3 либо 0. При установке параметра в 0 кол-во хранимых архивов не контролируется.
12	Макс. объем хранимых архивов, МБ	Максимальный объем аварийных архивов в мегабайтах, хранимых одновременно. Самые ранние архивы автоматически удаляются при превышении. Допускаются значения больше или равные 5 либо 0. При установке параметра в 0 объем хранимых архивов не контролируется.
13	Длина предыстории, мс	Продолжительность «предыстории» развития аварийной ситуации (до получения пускового события), хранимой в архиве. Задается в миллисекундах. Допускаются значения из диапазона [100,10000].
14	Продолжительность регистрации, мс	Продолжительность регистрации после получения пускового события, заданная в миллисекундах. Допускаются значения из диапазона [100,30000].

№	Название	Описание
15	Зона нечувствительности пуска, мс	Интервал времени после получения пускового события, на протяжении которого игнорируется получение других пусковых событий. При установке значений меньше нуля зона нечувствительности приравнивается к продолжительности регистрации (см. п.13).
16	Задержка перед стартом	Задержка в миллисекундах перед стартом компонента.
17	Номинальная частота эл. сети	Номинальная линейная частота электрической сети.
18	Режим плавной записи осциллограммы	При установке в 1 запись осциллограммы на диск производится в плавном режиме для избежания скачков нагрузки ЦП во время записи. Значение по умолчанию 0.
19	Суммарная задержка плавной записи, мс	Значение данного параметра учитывается только, если параметр «Режим плавной записи осциллограммы» установлен в 1. Задает суммарную величину дополнительно вводимой плавной задержки при записи осциллограммы на диск. Допускаются значения из диапазона [0, 10000].
20	Максимальное кол-во одновр. писателей	Максимальное кол-во экземпляров компонента, которые могут осуществлять запись готовых осциллограмм на диск одновременно. При значении 0 кол-во не ограничено.
21	Доп. глубина буфера SV, мс.	Дополнительная глубина буфера данных, получаемых компонентом из SV-потока. Дополнительная глубина буфера может потребоваться, если на контроллере запущено несколько экземпляров компонента РАС с плавным режимом записи осциллограмм (см. п.18) и кол-во одновременно пишущих данные на диск экземпляров ограничено (см. п.19). В предельном случае, когда задана строго последовательная запись, доп. глубина буфера рассчитывается по формуле: dTдоп = N * (D + Z) где: • N – кол-во экземпляров РАС; • D – суммарная задержка плавной записи экземпляра; • Z – оценочное время создания zip-архива с осциллограммой, длительность которой максимальна среди экземпляров компонента РАС, размещенных в данном процессе. Значение по умолчанию 0.
22	Останов после записи осциллограммы	Задает порядковый номер осциллограммы, после записи которой, процесс будет остановлен (используется при тестировании). Если 0, то процесс не останавливается. Значение по умолчанию 0.
23	PARMs	Общая параметризация компонента (см. таблицу ниже)

ПРИМЕЧАНИЕ: В текущей версии компонента поддерживается только кратное прореживание исходной последовательности выборок **SV**, т.е. частота AMU должна делиться на параметр **«Частота COMTRADE»** без остатка.

ПРИМЕЧАНИЕ: Принятые телерегулирования записываются в опциональный конфигурационный файл **tr.cfg**. При следующем старте системы компонент в случае его наличия перекрывает значения параметров из **main.cfg** значениями из **tr.cfg**.

Общая параметризация компонента:

Номер бита	
1-13	Не используются
14	Вывод дополнительной отладочной информации (в набор доп. файлов)
15	Логирование на экран
16	Логирование в файл

7.1.2 Управление и диагностика

Файл таблицы содержит одну строку, в которой указываются следующий набор параметров.

Таблица 51 – Таблица «Управление и диагностика»

№	Название	Описание
1	Телеуправление команды ПУСК	Идентификатор телеуправления для команды принудительного старта аварийной регистрации
2	Телеуправление СБРОС ОШИБКИ	Идентификатор телеуправления для установки текущего кода ошибки в состояние «НОРМА»
3	ТР длины предыстории	Идентификатор телерегулирования для динамического управления длинной предыстории
4	ТР продолжительности регистрации	Идентификатор телерегулирования для динамического управления продолжительностью регистрации после получения пускового события
5	ТР зоны нечувствительности пуска	Идентификатор телерегулирования для динамического управления продолжительностью зоны нечувствительности пуска
6	ТР макс. кол-ва хранимых архивов	Идентификатор телерегулирования для динамического изменения максимального кол-ва одновременно хранимых архивов
7	ТР макс. объема хранимых архивов	Идентификатор телерегулирования для динамического изменения максимального объема одновременно хранимых архивов
8	ТР кол-ва выборок за период	Идентификатор телерегулирования для динамического изменения кол-ва выборок за номинальный период в COMTRADE-архиве
9	Сигнал управления режимом работы	Идентификатор сигнала счетного типа, для указания режима работы компонента. Согласно стандарту IEC-61850-7-4, приложение А заблокированному состоянию компонента соответствует значение 5. Остальные значения данного сигнала воспринимаются компонентом, как разблокированное состоятие
10	Дискрет статуса записи	Идентификатор информационного дискретного сигнала «Идет запись»
11	Дискрет статуса ПУСК	Идентификатор дискретного сигнала для хранения событий подачи команды принудительного старта аварийной регистрации
12	Дискрет кода ошибки	Идентификатор дискретного сигнала с кодом последней ошибки/сбоя компонента.
13	Счетчик «Длина предыстории»	Сигнал обратной связи телерегулирования длинны предыстории
14	Счетчик «Продолжительность регистрации»	Сигнал обратной связи телерегулирования продолжительности регистрации после получения пускового события
15	Счетчик «Зона нечувствительности пуска»	Сигнал обратной связи телерегулирования продолжительности зоны нечувствительности пуска

№	Название	Описание
16	Счетчик «Макс. кол-во хранимых архивов»	Сигнал обратной связи телерегулирования максимального кол-ва одновременно хранимых архивов
17	Счетчик «Макс. объем хранимых архивов»	Сигнал обратной связи телерегулирования максимального объема одновременно хранимых архивов
18	Счетчик «Кол-во выборок за период»	Сигнал обратной связи телерегулирования кол-ва выборок за номинальный период в COMTRADE-архиве

Все сигналы в таблице «Управление и диагностика» опциональны. В случае отсутствия необходимости в использовании какого-либо сигнала, телеурегулирования или телеуправления в соответствующее поле таблицы должен быть подставлен ноль.

7.1.3 Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SV

Файл таблицы содержит произвольное количество строк, в каждой из которых указываются следующий набор параметров.

Таблица 52 – Таблица «Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SV»

№	Название	Описание
1	Идентификатор SV	Идентификатор источника SV.
2	Канал в наборе данных	Идентификатор канала в Dataset SV. В текущей версии компонента данное поле опционально для версии 1999 года и обязательно для версии 2013 года, максимальная длина 128 символов.
3	Смещение, байт	Смещение в байтах, от начала Dataset до позиции размещения данных канала.
4	Описание	Текстовое описание физической величины, хранимой в канале, в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 64 символа.
5	Фаза	Идентификатор фазы в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 2 символа.
6	Эл-т цепи/устройство	Текстовое описание участка электрической цепи или ее элемента, к которому относится данный канал, в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 64 символа.
7	Ед. измерения	Единица измерения, указываемая в CFG-файле COMTRADE. Максимальная длина 32 символа.
8	a	Масштабирующий фактор в преобразовании значения для хранения в архиве: x0 = a*x1 + b. Где x0 – исходная величина, x1- величина, хранимая в архиве. Допускаются целочисленные значения и значения с плавающей точкой, записанные в стандартной точечной нотации.
9	b	Офсетный фактор в преобразовании значения для хранения в архиве: x0 = a*x1 + b. Допускаются целочисленные значения и значения с плавающей точкой, записанные в стандартной точечной нотации.

№	Название	Описание
10	Мин. значение	Минимально допустимое значение хранимой величины. Версия формата COMTRADE 1999 года: Для архива в текстовом формате допускаются значения из интервала [-99999,99999], для архивов в бинарном формате – из диапазона [-32767, 32767]. Допускаются только целочисленные значения. Версия формата COMTRADE 2013 года: Для архивов бинарном формате **BINARY** допускаются значения из диапазона [-32767, 32767]. Для архивов в текстовом формате или бинарном формате **BINARY32** или **FLOAT32** допускаются значения из диапазона [-3.4028235E38, 3.4028235E38].
11	Макс. значение	Максимально допустимое значение хранимой величины. Версия формата COMTRADE 1999 года: Для архива в текстовом формате допускаются значения из интервала [-99999,99999], для архивов в бинарном формате – из диапазона [-32767, 32767]. Допускаются только целочисленные значения. Версия формата COMTRADE 2013 года: Для архивов бинарном формате **BINARY** допускаются значения из диапазона [-32767, 32767]. Для архивов в текстовом формате или бинарном формате **BINARY32** или **FLOAT32** допускаются значения из диапазона [-3.4028235E38, 3.4028235E38].
12	Первичный коэф. трансформации	Первичное передаточное число в коэффициенте трансформации измерительного трансформатора данного канала. Допускаются целые положительные значения.
13	Вторичный коэф. трансформации	Вторичное передаточное число в коэффициенте трансформации измерительного трансформатора данного канала. Допускаются целые положительные значения.
14	Первич./вторич.	Флаг, обозначающий запись в архиве первичной измеряемой величины или величины на входе измерительного канала (после понижающей трансформации). Длина – 1 символ. Допустимые значения “P”, “S”.

7.1.4 Запись в дискретные каналы COMTRADE из SCL-дерева

Файл таблицы содержит произвольное количество строк, в каждой из которых указываются следующий набор параметров.

Таблица 53 – Таблица «Запись в дискретные каналы COMTRADE из SCL-дерева»

№	Параметр	Описание
1	Адрес узла	Адрес узла данных в SCL-дереве (поиск узлов качества и временной метки производится автоматически в том же узле DO или SDO). Узел данных должен иметь целочисленный тип данных (указание узлов с типом данных с плавающей точкой не допускается).
2	Номер бита	Номер бита значения сигнала, который записывается в архив (младший бит имеет номер 0). Если установлен флаг **«Пусковой»**, то данный бит также используется для генерации пусковых событий.

№	Параметр	Описание
3	Описание	Текстовое описание канала в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально для версии формата COMTRADE 1999 года и обязательно для версии 2013 года. Максимальная длина 64 символа.
4	Фаза	Идентификатор фазы в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 2 символа.
5	Эл-т цепи/устройство	Текстовое описание участка электрической цепи или ее элемента, к которому относится данный канал. Данное поле опционально. Максимальная длина 64 символа.
6	Знач. по умолчанию	Значение указанного бита по умолчанию.
7	Запрещающие биты качества	«Запрещающая» маска качества при генерации пусковых событий и определении текущего значения дискретных каналов COMTRADE: 1) Пусковое событие генерируется, если в качестве сигнала равны нулю все биты указанные в маске. 2) При наличие в качестве сигнала установленных в 1 битов из маски качества в COMTRADE-архив записывается не текущее значение сигнала, а значение, указанное в поле «Значение по умолчанию»
8	Пусковой	Флаг, сигнализирующий о том, генерирует ли данный сигнал пусковые события. Допускаются значения 0 и 1.
9	Значение срабатывания	Если 0, то пусковое событие генерируется при сбрасывании бита в 0, в противном случае при установке бита в 1. Для дискретных каналов, для которых не установлен флаг «Пусковой», данный параметр игнорируется.
10	Время интегрирования, мс	Параметр защиты компонента от непрерывного срабатывания от «дребезжащих» пусковых событий. Если в указанный период до возникновения пускового события данный бит указанного дискретного сигнала изменялся, то данное пусковое событие будет проигнорировано. При нулевом значении параметра проверка не производится. Максимально допустимое значение 1 час.
11	Продление записи при повторном пуске	Если 1, то запись осциллограммы при повторном получении пускового события по данному сигналу продлевается вместо добавления в очередь записи новой осциллограммы. Максимальное время продления осциллограммы составляет 9 номинальных продолжительностей регистрации (см. табл. «Общие» п.14). Для дискретных каналов, для которых не установлен флаг «Пусковой», данный параметр игнорируется.

7.1.5 Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SCL-дерева

Файл таблицы содержит произвольное количество строк, в каждой из которых указываются следующий набор параметров.

Таблица 54 – Таблица «Запись в аналоговые каналы COMTRADE из SCL-дерева»

№	Название	Описание
1	Адрес узла данных	Адрес узла данных в SCL-дереве (поиск узлов качества и временной метки производится автоматически в том же узле DO или SDO)
2	Описание	Текстовое описание физической величины, хранимой в канале, в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 64 символа.
3	Фаза	Идентификатор фазы в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 2 символа.
4	Эл-т цепи/устройство	Текстовое описание участка электрической цепи или ее элемента, к которому относится данный канал, в CFG-файле COMTRADE. Данное поле опционально. Максимальная длина 64 символа.
5	Ед. измерения	Единица измерения, указываемая в CFG-файле COMTRADE. Максимальная длина 32 символа.
6	a	Масштабирующий фактор в преобразовании значения для хранения в архиве: x0 = a*x1 + b. Где x0 – исходная величина, x1- величина, хранимая в архиве. Допускаются целочисленные значения и значения с плавающей точкой, записанные в стандартной точечной нотации.
7	b	Офсетный фактор в преобразовании значения для хранения в архиве: x0 = a*x1 + b. Допускаются целочисленные значения и значения с плавающей точкой, записанные в стандартной точечной нотации.
8	Мин. значение	Минимально допустимое значение хранимой величины. Версия формата COMTRADE 1999 года: Для архива в текстовом формате допускаются значения из интервала [-99999,99999], для архивов в бинарном формате – из диапазона [-32767, 32767]. Допускаются только целочисленные значения. Версия формата COMTRADE 2013 года: Для архивов бинарном формате **BINARY** допускаются значения из диапазона [-32767, 32767]. Для архивов в текстовом формате или бинарном формате **BINARY32** или **FLOAT32** допускаются значения из диапазона [-3.4028235E38, 3.4028235E38].
9	Макс. значение	Максимально допустимое значение хранимой величины. Версия формата COMTRADE 1999 года: Для архива в текстовом формате допускаются значения из интервала [-99999,99999], для архивов в бинарном формате – из диапазона [-32767, 32767]. Допускаются только целочисленные значения. Версия формата COMTRADE 2013 года: Для архивов бинарном формате **BINARY** допускаются значения из диапазона [-32767, 32767]. Для архивов в текстовом формате или бинарном формате **BINARY32** или **FLOAT32** допускаются значения из диапазона [-3.4028235E38, 3.4028235E38].

№	Название	Описание
10	Первичный коэф. трансформации	Первичное передаточное число в коэффициенте трансформации измерительного трансформатора данного канала. Допускаются целые положительные значения.
11	Вторичный коэф. трансформации	Вторичное передаточное число в коэффициенте трансформации измерительного трансформатора данного канала. Допускаются целые положительные значения.
12	Первич./вторич.	Флаг, обозначающий запись в архиве первичной измеряемой величины или величины на входе измерительного канала (после понижающей трансформации). Длина – 1 символ. Допустимые значения “P”, “S”.

8 Системное конфигурирование

Конфигурирование основных функций устройства приведено в «Приложение Г. Схема конфигурирования основных функций».

9 Текущий ремонт

Восстановление работоспособности устройств непосредственно на месте эксплуатации осуществляется путем замены неисправных элементов и плат на исправные.

Текущий ремонт, в период действия гарантийных обязательств и в послегарантийный период осуществляет предприятие изготовитель.

10 Транспортирование и хранение

Устройства при воздействии механических факторов в условиях хранения и транспортирования соответствуют группе С по ГОСТ 23216-78.

Климатические условия хранения устройства соответствуют категории 3 по ГОСТ 15150-69. Температура хранения от минус 50 °С до плюс 50°С, с относительной влажностью 98% при 35°С (условия хранения 3).

Устройства допускают транспортирование железнодорожным и автомобильным транспортом и их сочетанием, а также водным путем (кроме моря). При этом допустимое число перегрузок устройств не менее 4.

Устройства должны транспортироваться надежным и закрытым транспортом. При транспортировании допускаются следующие воздействия внешней окружающей среды:

- для исполнения УХЛ3.1: верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 50°С, нижнее — минус 60°С (условия хранения 5);
- для исполнения О4: верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 60°С, нижнее — минус 60°С (условия хранения 6).

11 Утилизация

По окончании срока службы устройство подлежит утилизации. В состав устройства не входят драгоценные металлы, а также ядовитые, радиоактивные и взрывоопасные вещества.

Демонтаж и утилизация устройства не требуют применения специальных мер безопасности и выполняются без применения специальных приспособлений и инструментов.

12 Использование по назначению

Условия эксплуатации устройства должны соответствовать требованиям п.2.2.2 настоящего РЭ.

12.1 Подготовка изделия к использованию и меры безопасности

При работе с устройством необходимо соблюдать общие требования техники безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

Монтажные и пусконаладочные работы, работы по эксплуатации и техническому обслуживанию должны выполняться электротехническим персоналом, прошедшим аттестацию в установленном порядке.

Перед началом выполнения всех видов работ, персонал должен ознакомиться с настоящим РЭ и конструкторской документацией на изделие и его составные части.

Устройство должно устанавливаться на заземленные металлические конструкции, при этом необходимо соединить заземляющий винт устройства с контуром заземления медным проводом сечением не менее 2 мм^2.

При внешнем осмотре изделия необходимо проверить:

1) Надежность крепления устройства на монтажной панели;
2) Наличие и правильность маркировки устройства.
3) Надежность крепления разъемов и проводников;

12.2 Монтаж

Габаритные размеры и установочные размеры устройства приведены в «Приложение А. Габаритные и установочные размеры устройства» стр. 149 настоящего РЭ. Назначение клемм и портов устройства приведено в «Приложение А. Габаритные и установочные размеры устройства» (стр. 150) настоящего РЭ.

Внешние электрические цепи подключаются при помощи клеммных колодок.

Токовые цепи и цепи напряжения подключаются при помощи винтовых клемм (проводник сечением 2,5мм^2) с несъемной колодкой.

Цепи питания, интерфейсов RS-485, PPS, реле неисправности имеют винтовые колодки.

Токи должны подводиться с прямым чередованием фаз. Чередование фазных токов обязательно проверяется после построения векторной диаграммы нагрузочного режима, полученной в режиме «Контроль», а также по значению тока I_2.

Оперативное питание подключается к контактам «Питание». Для исполнения 220 В полярность подключения питания произвольная, для исполнения =110 В на клемму **110V** подводится «+», на клемму **N** подводится «–».

Приложение А. Габаритные и установочные размеры устройства

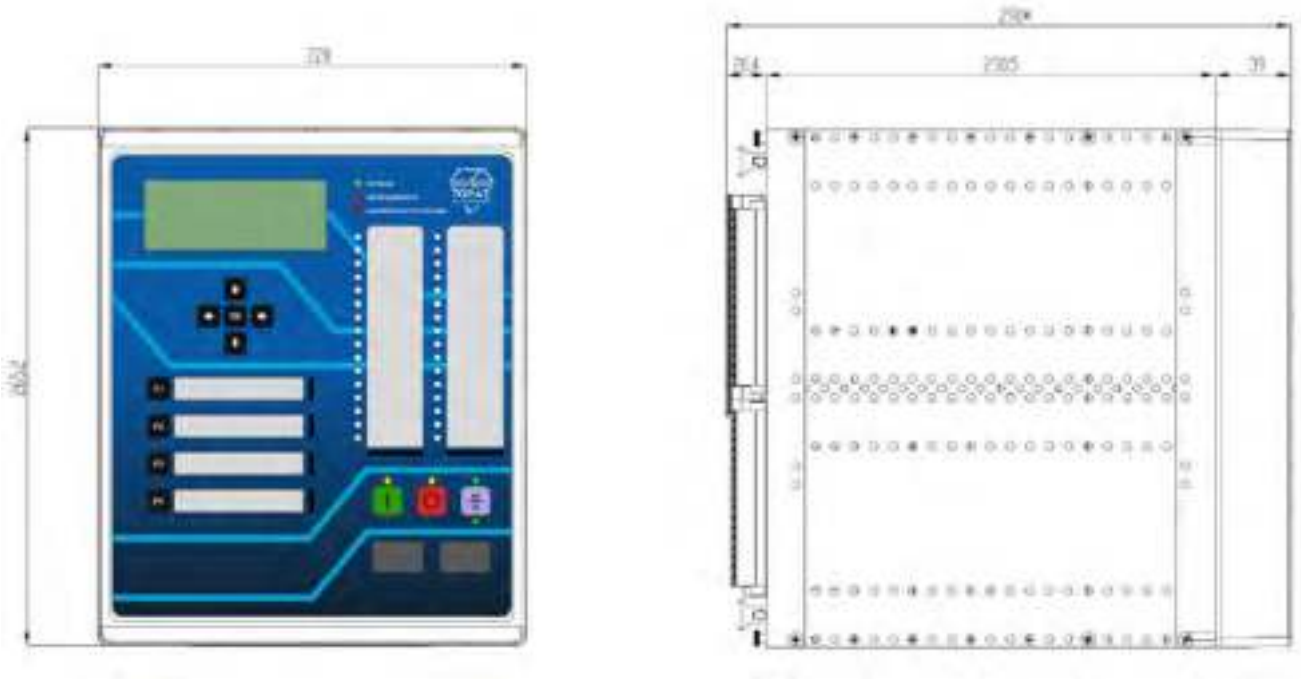


Рисунок А.1. Габаритные размеры устройства

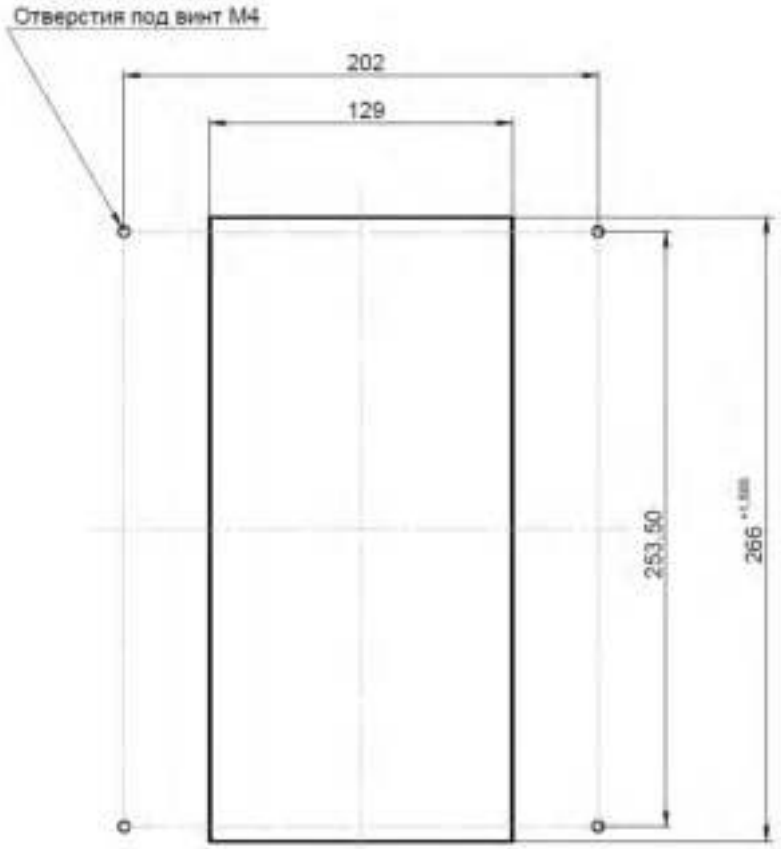


Рисунок А.2. Установочные размеры устройства

Приложение Б. Назначение индикаторов, кнопок, клемм, портов и схемы подключения устройства

На лицевой панели устройства (рисунок Б.1) располагаются:

1. символьный дисплей
2. кнопки управления: «вверх», «вниз», «влево», «вправо», «применить» OK
3. кнопка «Включить» I
4. светодиод «Включено» желтого цвета
5. кнопка «Отключить» O
6. светодиод «Отключено» желтого цвета
7. кнопка перевода управления местное/дистанционное М/Д
8. светодиод «Местное» зеленого цвета
9. светодиод «Дистанционное» зеленого цвета
10. функциональные клавиши (F1, F2, F3, F4)
11. светодиодные индикатора «Питание» - зеленый, «Неисправность» - красный, «Авария» - красный
12. 32 светодиодных индикатора красного цвета с предусмотренным местом для нанесения надписи, указывающей назначение светодиода (назначение светодиодов определяется согласно типоисполнению)
13. порт USB-A
14. порт USB-B

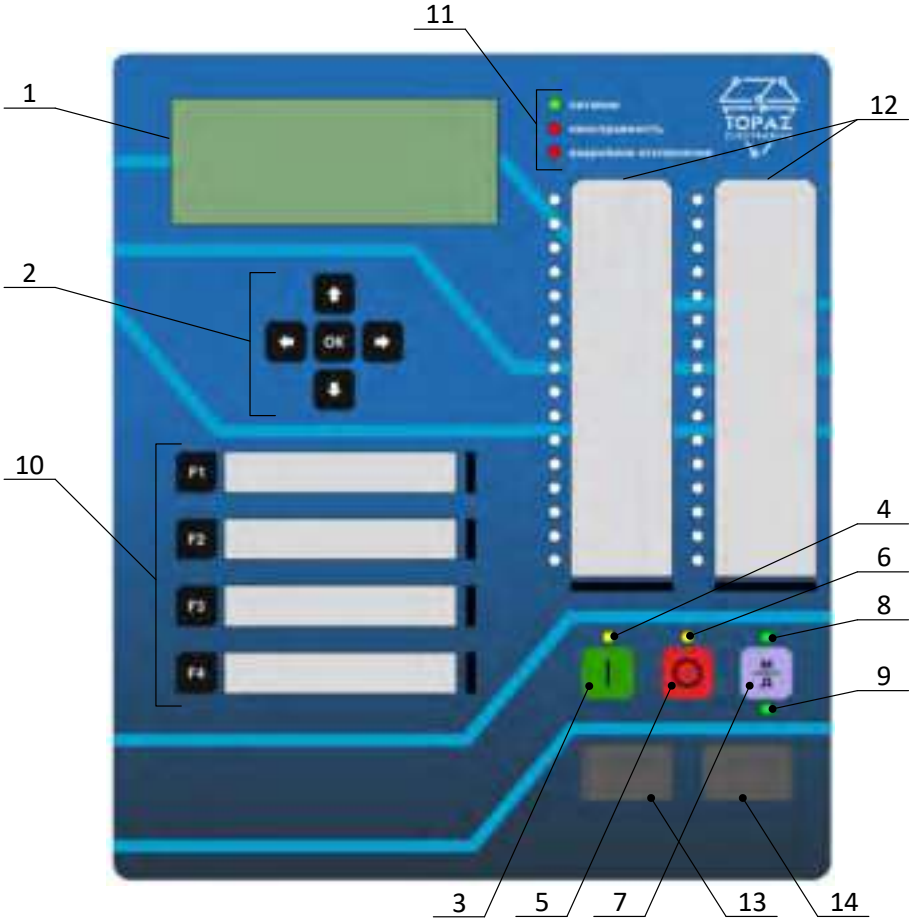
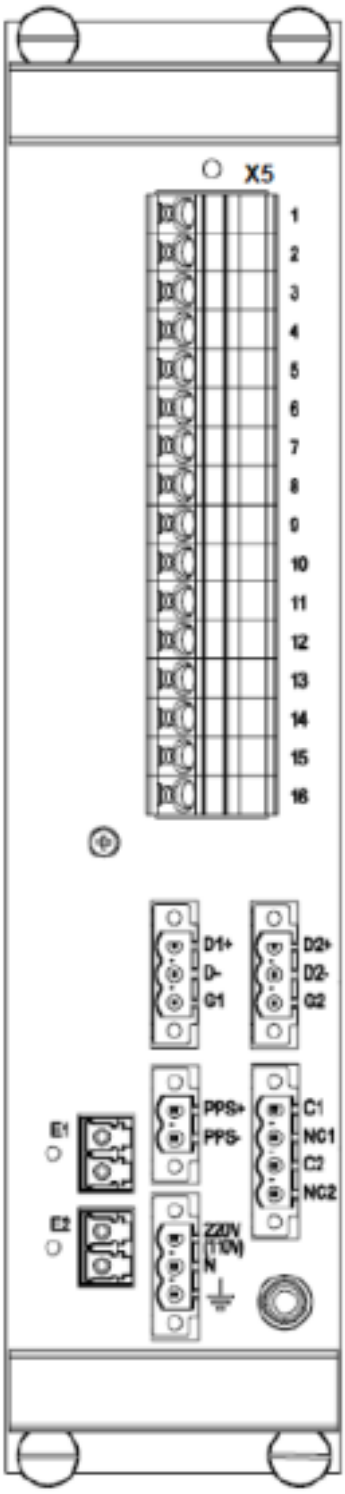
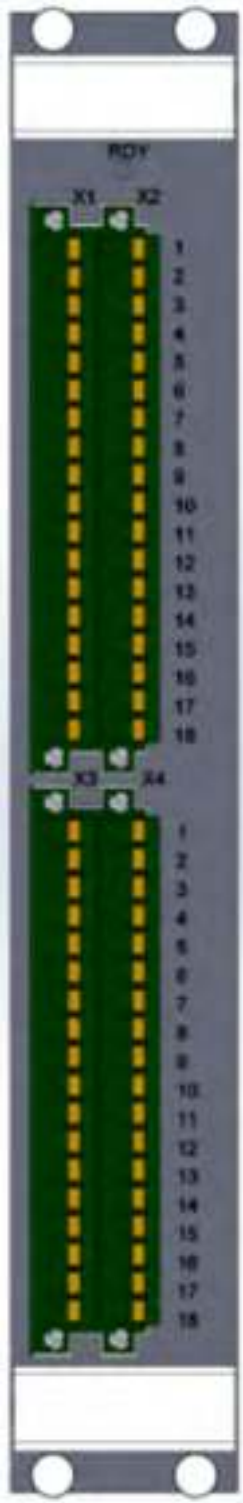


Рисунок Б.1. Внешний вид передней панели устройства



а) плата аналоговых входов, питания и интерфейсов



б) плата дискретных входов/выходов

Рисунок Б.2. Внешний вид лицевых панелей плат устройства

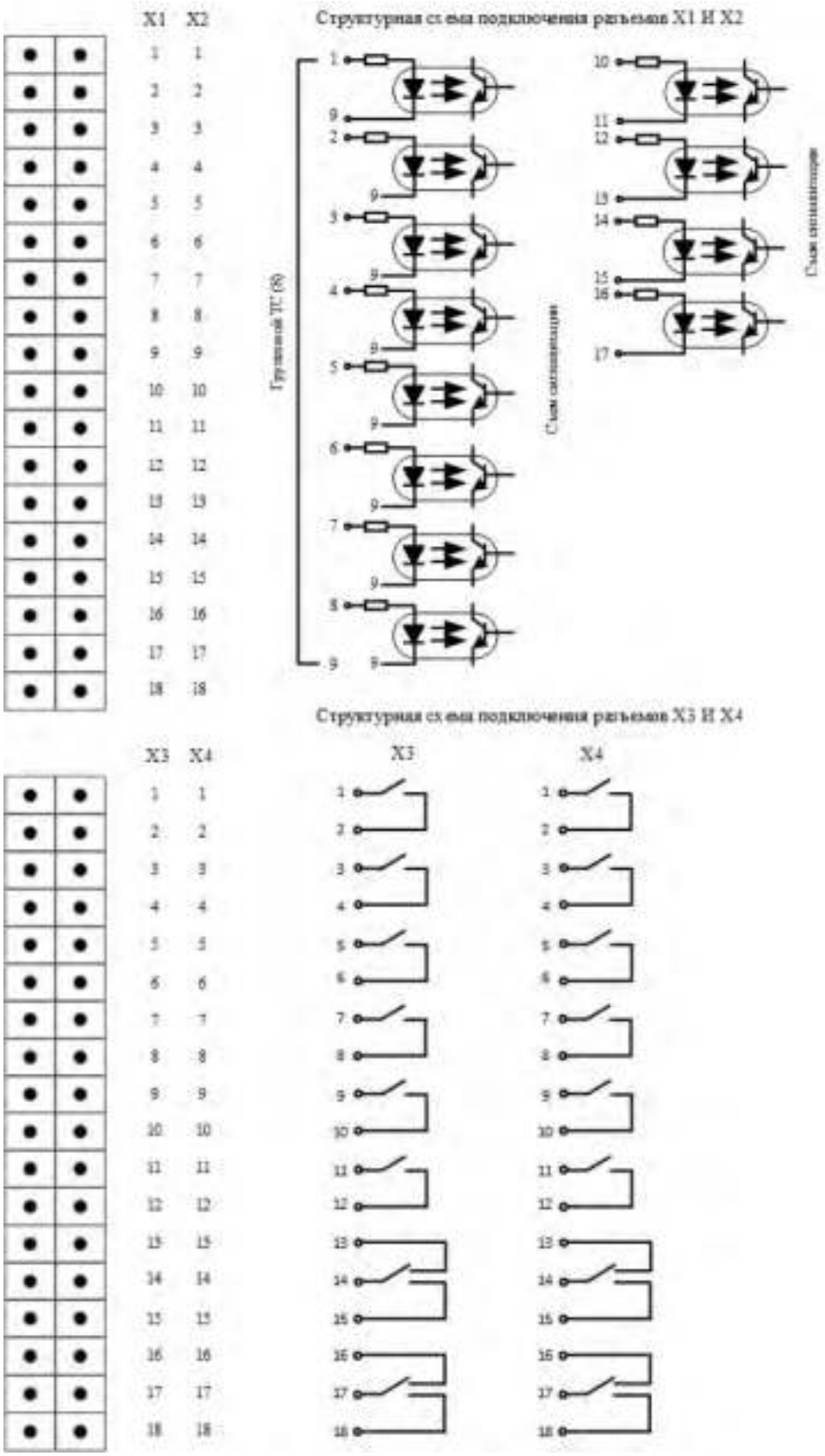


Рисунок Б.3. Схемы подключения дискретных входов/выходов

Таблица Б.1. Назначение клемм и портов питания, сигнализации состояния и интерфейсов устройства

Обозначение	Описание
Интерфейс Ethernet	
E1	Порт Ethernet 1
E2	Порт Ethernet 2
Питание	
220V (110V)	вход электропитания устройства
N	
Синхронизация времени	
PPS+	вход синхронизации 1PPS
PPS-	
Заземление	
⏚	клемма заземления
Интерфейс RS-485-1	
G1	GND
+D1	data+
–D1	data-
Интерфейс RS-485-2	
G2	GND
+D2	data+
–D2	data-
Дискретные выходы сигнализации состояния устройства	
C1	нормально замкнутый дискретных выход сигнализации неисправности 1
NC1	
C2	нормально замкнутый дискретных выход сигнализации неисправности 2
NC2	

Таблица Б.2. TOPAZ DRP-35 типоисполнение «Л». Назначение клемм

Обозначение	Описание
Аналоговые входы	
X5.1; X5.2	1. Ток фазы А
X5.3; X5.4	2. Ток фазы В
X5.5; X5.6	3. Ток фазы С
X5.7; X5.8	4. Ток нулевой последовательности
X5.9; X5.10	5. Напряжение фазы А
X5.11; X5.12	6. Напряжение фазы В
X5.13; X5.14	7. Напряжение фазы С
X5.15; X5.16	8. Напряжение нулевой последовательности
Дискретные входы	
X1.1	1. Внешний пуск защит
X1.2	2. Внешнее отключение
X1.3	3. Сигнал от датчика ЗДЗ в кабельном отсеке
X1.4	4. Сигнал от датчика ЗДЗ на выключателе
X1.5	5. Сигнал от датчика ЗДЗ на шинах
X1.6	6. Сигнал от технологических защит 1
X1.7	7. Сигнал от технологических защит 2
X1.8	8. Сигнал от технологических защит 3
X1.9	Общая клемма входов 1-8 клеммника X1
X1.10; X1.11	9. РПВ1
X1.12; X1.13	10. РПВ2
X1.14; X1.15	11. РПО
X1.16; X1.7	12. Контроль питания электромагнита отключения 1
X1.18	Отсутствует
X2.1	13. Привод не готов
X2.2	14. Отсутствие напряжения ШП
X2.3	15. Неисправность привода
X2.4	16. Ключ АПВ
X2.5	17. Сброс сигнализации
X2.6	18. Команда "включить"
X2.7	19. Команда "отключить"
X2.8	20. Ключ местное/дистанция
X2.9	Общая клемма входов 13-20 клеммника X2
X2.10; X2.11	21. Контроль питания электромагнита отключения 2
X2.12; X2.13	22. Контроль питания электромагнита включения
X2.14; X2.15	23. АЧР
X2.16; X2.17	24. ЧАПВ
X2.18	Отсутствует
Дискретные выходы	
X3.1; X3.2	1. Включение выключателя
X3.3; X3.4	2. Отключение выключателя через КО1
X3.5; X3.6	3. УРОВ
X3.7; X3.8	4. Срабатывание ЗДЗ

Обозначение	Описание
X3.9; X3.10	5. Резерв
X3.11; X3.12	6. Резерв
X3.13 - X3.15	7. Пуск МТЗ (НО_НЗ контакт)
X3.16 - X3.18	8. Блокировка АЧР/АОСН по направлению протекания мощности
X4.1; X4.2	9. Резерв
X4.3; X4.4	10. Отключение выключателя через КО2
X4.5; X4.6	11. Неисправность цепей управления
X4.7; X4.8	12. Предупредительная сигнализация
X4.9; X4.10	13. Аварийное отключение
X4.11; X4.12	14. Вызов
X4.13 - X4.15	15. Работа защит
X4.16 - X4.18	16. Тестовый выход

Таблица Б.3.TOPAZ DRP-35 типоисполнение «ВВ». . Назначение клемм

Обозначение	Описание
Аналоговые входы	
X5.1; X5.2	1. Ток фазы А
X5.3; X5.4	2. Ток фазы В
X5.5; X5.6	3. Ток фазы с
X5.7; X5.8	4. Напряжение фазы А
X5.9; X5.10	5. Напряжение фазы В
X5.11; X5.12	6. Напряжение фазы С
X5.13; X5.14	7. Напряжение нулевой последовательности
X5.15; X5.16	8. Напряжение фазы А с ТН за ВВ
Дискретные входы	
X1.1	1. Внешнее отключение с АВР
X1.2	2. Внешнее отключение без АВР
X1.3	3. Сигнал от датчика ЗДЗ кабельного отсека и отсека выключателя
X1.4	4. Внешнее срабатывание ЗДЗ
X1.5	5. Сигнал от датчика ЗДЗ на шинах
X1.6	6. Встречное разрешение АВР
X1.7	7. РПО секционного выключателя
X1.8	8. РПВ секционного выключателя
X1.9	Общая клемма входов 1-8 клеммника X1
X1.10; X1.11	9. РПВ1
X1.12; X1.13	10. РПВ2
X1.14; X1.15	11. РПО
X1.16; X1.7	12. Контроль питания электромагнита отключения 1
X1.18	Отсутствует
X2.1	13. Привод не готов
X2.2	14. Отсутствие напряжения ШП
X2.3	15. Неисправность привода
X2.4	16. Ключ ввода/вывода АВР+АВНР
X2.5	17. сброс сигнализации
X2.6	18. команда "включить"
X2.7	19. команда "отключить"
X2.8	20. Ключ местное/дистанция
X2.9	Общая клемма входов 13-20 клеммника X2
X2.10; X2.11	21. Контроль питания электромагнита отключения 2
X2.12; X2.13	22. Контроль питания электромагнита включения
X2.14; X2.15	23. Внешнее срабатывание УРОВ
X2.16; X2.17	24. Разрешение ЛЗШ
X2.18	Отсутствует
Дискретные выходы	
X3.1; X3.2	1. Включение выключателя
X3.3; X3.4	2. Отключение выключателя через КО1
X3.5; X3.6	3. УРОВ
X3.7; X3.8	4. Срабатывание ЗДЗ

Обозначение	Описание
X3.9; X3.10	5. Включение СВ
X3.11; X3.12	6. Отключение СВ
X3.13 - X3.15	7. Пуск МТЗ (НО_НЗ контакт)
X3.16 - X3.18	8. Встречное разрешение АВР
X4.1; X4.2	9. Наличие напряжения за ВВ
X4.3; X4.4	10. Отключение выключателя через КО2
X4.5; X4.6	11. Неисправность цепей управления
X4.7; X4.8	12.Предупредительная сигнализация
X4.9; X4.10	13. Аварийное отключение
X4.11; X4.12	14. Вызов
X4.13 - X4.15	15. Работа защит
X4.16 - X4.18	16. Тестовый выход

Таблица Б.4. TOPAZ DRP-35 типоисполнение «ТН». Назначение клемм

Обозначение	Описание
Аналоговые входы	
X5.1; X5.2	1. Напряжение фазы А
X5.3; X5.4	2. Напряжение фазы В
X5.5; X5.6	3. Напряжение фазы С
X5.7; X5.8	4. Напряжение нулевой последовательности
X5.9; X5.10	Отсутствует
X5.11; X5.12	Отсутствует
X5.13; X5.14	Отсутствует
X5.15; X5.16	Отсутствует
Дискретные входы	
X1.1	1. Резерв
X1.2	2. Контроль частоты смежной секции
X1.3	3. Контроль напряжения смежной секции
X1.4	4. Датчик ЗДЗ 1
X1.5	5. Датчик ЗДЗ 2
X1.6	6. Встречное разрешение АВР
X1.7	7. Наличие напряжения за ВВ
X1.8	8. Блокировка АВР (внешняя)
X1.9	Общая клемма входов 1-8 клеммника X1
X1.10; X1.11	9. Блокировка АЧР по направлению протекания мощности
X1.12; X1.13	10. РПВ вводного выключателя
X1.14; X1.15	11. РПВ секционного выключателя
X1.16; X1.7	12. Резерв
X1.18	Отсутствует
X2.1	13. Автомат ТН звезды
X2.2	14. Автомат ТН разомкнутого треугольника
X2.3	15. Положение тележки ТН
X2.4	16. Ключ ввода/вывода АВР+АВНР
X2.5	17. сброс сигнализации
X2.6	18. неисправность предохранителя
X2.7	19. Резерв
X2.8	20. Резерв
X2.9	Общая клемма входов 13-20 клеммника X2
X2.10; X2.11	21. РПО вводного выключателя
X2.12; X2.13	22. РПО секционного выключателя
X2.14; X2.15	23. Резерв
X2.16; X2.7	24. Резерв
X2.18	Отсутствует
Дискретные выходы	
X3.1; X3.2	1. Отключение от АЧР1
X3.3; X3.4	2. Отключение от АЧР2
X3.5; X3.6	3. Отключение от АЧРС
X3.7; X3.8	4. Включение от ЧАПВ1

Обозначение	Описание
X3.9; X3.10	5. Включение от ЧАПВ2
X3.11; X3.12	6. Включение от ЧАПВС
X3.13 - X3.15	7. Включение СВ
X3.16 - X3.18	8. Отключение СВ
X4.1; X4.2	9. Срабатывание ЗДЗ
X4.3; X4.4	10. Вызов
X4.5; X4.6	11. Земля в сети
X4.7; X4.8	12. Контроль частоты смежной секции
X4.9; X4.10	13. Контроль напряжения смежной секции
X4.11; X4.12	14. Встречное разрешение АВР
X4.13 - X4.15	15. Включение ВВ
X4.16 - X4.18	16. Отключение ВВ

Таблица Б.5. TOPAZ DRP-35 типоисполнение «СВ». Назначение клемм

Обозначение	Описание
Аналоговые входы	
X5.1; X5.2	1. Ток фазы А
X5.3; X5.4	2. Ток фазы В
X5.5; X5.6	3. Ток фазы С
X5.7; X5.8	4. Ток нулевой последовательности
X5.9; X5.10	Отсутствует
X5.11; X5.12	Отсутствует
X5.13; X5.14	Отсутствует
X5.15; X5.16	Отсутствует
Дискретные входы	
X1.1	1. Включение от АВР
X1.2	2. Отключение от АВНР
X1.3	3. Сигнал от датчика ЗДЗ кабельного отсека
X1.4	4. Сигнал от датчика ЗДЗ на выключателе
X1.5	5. Сигнал от датчика ЗДЗ на шинах
X1.6	6. УРОВ 2 сек.
X1.7	7. Разрешение ЛЗШ2
X1.8	8. Внешнее срабатывание ЗДЗ2
X1.9	Общая клемма входов 1-8 клеммника X1
X1.10; X1.11	9. РПВ1
X1.12; X1.13	10. РПВ2
X1.14; X1.15	11. РПО
X1.16; X1.7	12. Контроль питания электромагнита отключения 1
X1.18	Отсутствует
X2.1	13. Привод не готов
X2.2	14. Отсутствие напряжения ШП
X2.3	15. Неисправность привода
X2.4	16. Внешнее срабатывание ЗДЗ1
X2.5	17. сброс сигнализации
X2.6	18. команда "включить"
X2.7	19. команда "отключить"
X2.8	20. Ключ местное/дистанц
X2.9	Общая клемма входов 13-20 клеммника X2
X2.10; X2.11	21. Контроль питания электромагнита отключения 2
X2.12; X2.13	22. Контроль питания электромагнита включения
X2.14; X2.15	23. УРОВ 1 сек.
X2.16; X2.17	24. Разрешение ЛЗШ1
X2.18	Отсутствует
Дискретные выходы	
X3.1; X3.2	1. Включение выключателя
X3.3; X3.4	2. Отключение выключателя через КО1
X3.5; X3.6	3. УРОВ 1сек
X3.7; X3.8	4. Срабатывание ЗДЗ 1 сек.

Обозначение	Описание
X3.9; X3.10	5. УРОВ 2сек
X3.11; X3.12	6. Срабатывание ЗДЗ 2 сек
X3.13 - X3.15	7. Пуск МТЗ (НО_НЗ контакт)
X3.16 - X3.18	8. Пуск МТЗ
X4.1; X4.2	9. Резерв
X4.3; X4.4	10. Отключение выключателя через КО2
X4.5; X4.6	11. Неисправность цепей управления
X4.7; X4.8	12. Предупредительная сигнализация
X4.9; X4.10	13. Аварийное отключение
X4.11; X4.12	14. Вызов
X4.13 - X4.15	15. Работа защит
X4.16 - X4.18	8. Тестовый выход

Таблица Б.6. TOPAZ DRP-35 типоисполнение «БСК». Назначение клемм

Обозначение	Описание
Аналоговые входы	
X5.1; X5.2	1. Ток фазы А
X5.3; X5.4	2. Ток фазы В
X5.5; X5.6	3. Ток фазы С
X5.7; X5.8	4. Ток небаланса в нейтральном проводе БСК
X5.9; X5.10	5. Напряжение фазы А
X5.11; X5.12	6. Напряжение фазы В
X5.13; X5.14	7. Напряжение фазы С
X5.15; X5.16	8. Напряжение нулевой последовательности
Дискретные входы	
X1.1	1. Внешний пуск защит
X1.2	2. Внешнее отключение
X1.3	3. Сигнал от датчика ЗДЗ в кабельном отсеке
X1.4	4. Сигнал от датчика ЗДЗ на выключателе
X1.5	5. Сигнал от датчика ЗДЗ на шинах
X1.6	6. Резерв
X1.7	7. Резерв
X1.8	8. Резерв
X1.9	Общая клемма входов 1-8 клеммника X1
X1.10; X1.11	9. РПВ1
X1.12; X1.13	10. РПВ2
X1.14; X1.15	11. РПО
X1.16; X1.7	12. Контроль питания электромагнита отключения 1
X1.18	Отсутствует
X2.1	13. Привод не готов
X2.2	14. Отсутствие напряжения ШП
X2.3	15. Неисправность привода
X2.4	16. Ключ АПВ
X2.5	17. сброс сигнализации
X2.6	18. команда "включить"
X2.7	19. команда "отключить"
X2.8	20. Ключ местное/дистанц
X2.9	Общая клемма входов 13-20 клеммника X2
X2.10; X2.11	21. Контроль питания электромагнита отключения 2
X2.12; X2.13	22. Контроль питания электромагнита включения
X2.14; X2.15	23. Резерв
X2.16; X2.7	24. Резерв
X2.18	Отсутствует
Дискретные выходы	
X3.1; X3.2	1. Включение выключателя
X3.3; X3.4	2. Отключение выключателя через КО1
X3.5; X3.6	3. УРОВ
X3.7; X3.8	4. Срабатывание ЗДЗ

Обозначение	Описание
X3.9; X3.10	5. Резерв
X3.11; X3.12	6. Резерв
X3.13 - X3.15	7. Пуск МТЗ (НО_НЗ контакт)
X3.16 - X3.18	8. Резерв
X4.1; X4.2	9. Резерв
X4.3; X4.4	10. Отключение выключателя через КО2
X4.5; X4.6	11. Неисправность цепей управления
X4.7; X4.8	12. Предупредительная сигнализация
X4.9; X4.10	13. Аварийное отключение
X4.11; X4.12	14. Вызов
X4.13 - X4.15	15. Работа защит
X4.16 - X4.18	16. Тестовый выход

Таблица Б.7. TOPAZ DRP-35 типоисполнение «АЧР». Назначение клемм

Обозначение	Описание
Аналоговые входы	
X5.1; X5.2	1. Напряжение фазы А
X5.3; X5.4	2. Напряжение фазы В
X5.5; X5.6	3. Напряжение фазы С
X5.7; X5.8	4. Напряжение нулевой последовательности
X5.9; X5.10	Отсутствует
X5.11; X5.12	Отсутствует
X5.13; X5.14	Отсутствует
X5.15; X5.16	Отсутствует
Дискретные входы	
X1.1	1. Неисправность ЦН контрольного канала
X1.2	2. Разрешение контрольного канала по частоте для АЧР
X1.3	3. Блокировка от контрольного канала по снижению напряжения АЧР
X1.4	4. Блокировка от контрольного канала по снижению частоты для АОСН
X1.5	5. Блокировка от контрольного канала по снижению напряжения АОСН
X1.6	5. Блокировка от контрольного канала по повышению напряжения АОСН
X1.7	7. Резерв
X1.8	8. Резерв
X1.9	Общая клемма входов 1-8 клемника X1
X1.10; X1.11	9. Блокировка АЧР/АОСН по направлению мощности
X1.12; X1.13	10. РПО вводного выключателя
X1.14; X1.15	11. РПО секционного выключателя
X1.16; X1.7	12. Резерв
X1.18	Отсутствует
X2.1	13. Автомат ТН звезды
X2.2	14. Автомат ТН разомкнутого треугольника
X2.3	15. Положение тележки ТН
X2.4	16. ключ ввод/вывод
X2.5	17. сброс сигнализации
X2.6	18. резерв
X2.7	19. Резерв
X2.8	20. Резерв
X2.9	Общая клемма входов 13-20 клеммника X2
X2.10; X2.11	21. Резерв
X2.12; X2.13	22. Резерв
X2.14; X2.15	23. Резерв
X2.16; X2.7	24. Резерв
X2.18	Отсутствует
Дискретные выходы	
X3.1; X3.2	1. Неисправность ЦН контрольного канала
X3.3; X3.4	2. Разрешение АЧР смежной секции по частоте
X3.5; X3.6	3. Блокировка АЧР смежной секции по снижению напряжению
X3.7; X3.8	4. Блокировка АОСН смежной секции по снижению частоты

Обозначение	Описание
X3.9; X3.10	5. Блокировка АОСН смежной секции по снижению напряжению
X3.11; X3.12	6. Блокировка АОСН смежной секции по повышении напряжения
X3.13 - X3.15	7. Отключение от АЧР-1
X3.16 - X3.18	8. Отключение от АЧР-2
X4.1; X4.2	9. Отключение от АЧРС
X4.3; X4.4	10. Отключение от АОСН-1
X4.5; X4.6	11. Отключение от АОСН-2
X4.7; X4.8	12. Отключение от АОСН-3
X4.9; X4.10	13. Включение от ЧАПВ-1/АПВН-1
X4.11; X4.12	14. Включение от ЧАПВ-2/АПВН-1
X4.13 - X4.15	15. Включение от АПВ-3
X4.16 - X4.18	16. Вызов

Приложение В. Карта заказа

TOPAZ DRP-35-01- [**A**] - [**B**] - [**C**] - [**D**] [**E**]

Типоисполнение:
Л *– защита линии*
ВВ *– защита вводного выключателя*
СВ *– защита секционного выключателя*
ТН *– защита трансформатора напряжения*
АЧР *– автоматическая частотная разгрузка*
БСК *– защита батареи статических конденсаторов*

Тип платы аналоговых входов:
1 *– 4I,5A+4U (для Л, СВ, БСК, АЧР)*
2 *– 4I,1A+4U (для Л, СВ, БСК, АЧР)*
3 *– 3I,5A+1I,1A+4U (для Л, СВ, БСК, АЧР)*
4 *– 3I,1A+1I,0,2A+4U (для Л, СВ, БСК, АЧР)*
5 *– 3I,5A+5U (для ВВ)*
6 *– 3I,1A+5U (для ВВ)*
7 *– 4U (для ТН)*

Номинальное напряжение оперативного тока:
1 *– 110 В постоянного тока*
2 *– 220 В постоянного тока*
3 *– 220 В переменного тока*

Порты связи Ethernet с АСУ:
1Tx *– один порт электрический*
1FxS *– один порт оптический (одномодовое оптоволокно)*
1FxM *– один порт оптический (многомодовое оптоволокно)*
1SFP *– один порт SFP*
2Tx *– два порта электрических*
2FxS *– два порта оптических (одномодовое оптоволокно)*
2FxM *– два порта оптических (многомодовое оптоволокно)*
2SFP *– два порта SFP*

Климатическое исполнение и категория размещения
УХЛ3.1 *- УХЛ3.1*
О4 *- О4*

1) Количество устройств в заказе: _____
2) Наименование фирмы-заказчика, адрес, т/ф _____
3) Контактное лицо _____
4) Название проекта _____

Приложение Г. Схема конфигурирования основных функций

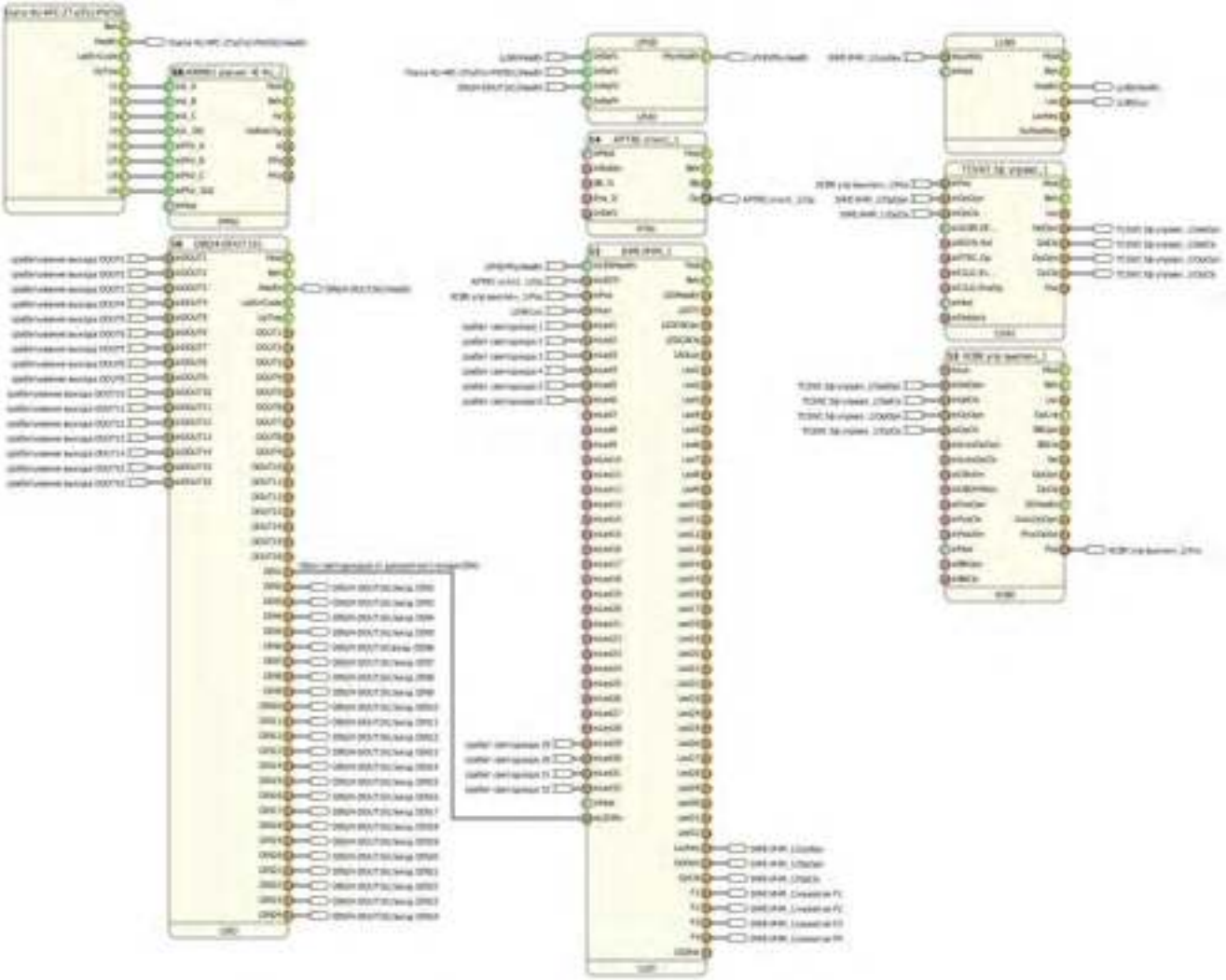


Рисунок Г.1. Схема конфигурирования основных функций