

**Закрытое акционерное общество**  
**«Институт автоматизации энергетических систем»**

**ОКП 34 3500**

**КОМПЛЕКС ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ**  
**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ**

**КПА-М-02-10010-УХЛ4**

**на базе БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48**

**ИШМУ.6455.XXX-XX РЭ**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Объект: ПС 500 кВ XXX**

***Два дублированных шкафа***

***ВЛ-1 (АЛАР, АУЛР, АОПН, ЗНПФ, УРОВ АОПН)***

***ВЛ-2 (АЛАР, АУЛР, АОПН, ЗНПФ, УРОВ АОПН)***

**Новосибирск 2021**



**ВНИМАНИЕ! ДО ИЗУЧЕНИЯ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВО НЕ ВКЛЮЧАТЬ!**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ТЕРМИНЫ, СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ОПИСАНИЕ И РАБОТА УСТРОЙСТВА .....</b>	<b>10</b>
	2.1 НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА.....	10
	2.1.1 Процессорный блок БФ (БП).....	12
	2.1.2 Сетевой коммутатор (СК) .....	14
	2.2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА .....	15
	2.2.1 Общие требования .....	15
	2.2.2 Основные параметры и размеры.....	15
	2.2.3 Общие характеристики.....	15
	2.2.4 Показатели надежности.....	20
	2.2.5 Характеристика процессорного блока (БП).....	21
	2.3 КОМПЛЕКТНОСТЬ.....	26
	2.4 СОСТАВ УСТРОЙСТВ .....	27
	2.4.1 Автоматика ликвидации асинхронного режима с действием по сопротивлению основная (АЛАРо) .....	28
	2.4.2 Устройство автоматики ограничения повышения напряжения (АОПН) .....	30
	2.4.3 Устройство автоматики управления линейным реактором (АУЛР).....	31
	2.4.4 Устройство резервирования при отказе выключателя с пуском от АОПН (УРОВ АОПН) .....	32
	2.4.5 Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме линии (ЗНПФ) .....	33
	2.4.6 Контроль исправности цепей напряжения (КИН).....	34
	2.4.7 Устройство контроля исправности токовых цепей (КИТ).....	35
	2.4.8 Контроль исправности устройства (КИУ).....	36
	2.4.9 Устройство сигнализации .....	37
	2.4.10 Устройство осциллографирования (осциллограф) .....	37
	2.4.11 Регистрация событий.....	37
	2.5 СОСТАВ И КОНСТРУКЦИЯ ШКАФА .....	38
	2.5.2 Процессорный блок .....	38
	2.5.3 Входные цепи .....	39
	2.5.4 Вывод дискретных сигналов.....	39
	2.5.5 Оперативные цепи шкафа .....	39
	2.5.6 Выходные цепи.....	40
	2.5.7 Цепи сигнализации .....	40
	2.5.8 Органы оперативного управления .....	40
	2.5.9 Интерфейсные средства .....	42
	2.5.10 Цепи служебного питания.....	42
	2.5.11 Цепи регистрации .....	42
	2.6 ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВ .....	43
	2.6.1 Измерения .....	43
	2.6.2 Контроль ввода измерительных цепей тока и напряжения .....	43
	2.6.3 Устройство контроля исправности измерительных цепей напряжения (КИН).....	44
	2.6.4 Контроль исправности цепей тока (КИТ) .....	45
	2.6.5 Устройство АЛАР .....	46
	2.6.6 Алгоритм блокировки АЛАРо от внешнего УПА (УПА-Блок АЛАР).....	48
	2.6.7 Устройство автоматики ликвидации асинхронного режима по сопротивлению (АЛАРо) .....	50
	2.6.7.1 Алгоритм блокировки АЛАР ВЛ при отключенном присоединении (БОП) .....	50
	2.6.7.2 Общая структура АЛАРо ВЛ при симметричном режиме .....	50
	2.6.7.3 Общая структура ОВАР АЛАР ВЛ при симметричном режиме .....	50
	2.6.7.4 ТУВ АЛАРо сим.....	51
	2.6.7.5 Тсигн.УВ АЛАРо сим .....	51
	2.6.7.7 Общая структура АЛАРо ВЛ при несимметричном режиме .....	52
	2.6.7.8 Алгоритм фиксации неполнофазного режима ВЛ .....	52
	2.6.7.9 ТУВ АЛАРо несим.....	53

2.6.7.10 Тсигн.УВ АЛАРо несим .....	54
2.6.8 Орган выявления асинхронного режима (ОВАР).....	55
2.6.9 Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме (ЗНПФ) .....	62
2.6.9.6 ТУВ ЗНПФ.....	64
2.6.9.7 Тсигн. ЗНПФ.....	65
2.6.10 Устройство автоматики ограничения повышения напряжения (АОПН) .....	66
2.6.11 Алгоритм пофазного контроля отключенного состояния ВЛ (АПОВЛ) .....	69
2.6.12 Таблица управляющих воздействий АОПН (ТУВ АОПН).....	70
2.6.13 Устройство резервирования при отказе линейного выключателя при работе АОПН (УРОВ АОПН) .....	71
2.6.14 Автоматика включения линейного реактора от АОПН (АУЛР).....	72
2.6.15 Алгоритм контроля исправности устройства (КИУ) .....	73
2.6.16 Устройство сигнализации.....	75
2.7 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ .....	80
2.8 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....	80
<b>3 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ .....</b>	<b>82</b>
<b>4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....</b>	<b>83</b>
4.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ .....	83
4.2 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ .....	83
4.2.1 Меры безопасности при подготовке шкафа к использованию .....	83
4.2.2 Внешний осмотр и порядок установки шкафа .....	83
4.2.3 Монтаж шкафа .....	83
4.2.4 Подготовка шкафа к работе .....	83
4.2.5 Перечень основных режимов работы изделия, а также основных режимов работы устройств комплекса.....	83
4.2.6 Указания оперативному персоналу. Ввод комплекса в работу .....	89
4.2.7 Указания оперативному персоналу. Вывод комплекса из работы.....	90
4.2.8 Указания оперативному персоналу при появлении сигнала «Неисправность».....	90
4.2.9 Указания оперативному персоналу при срабатывании устройства комплекса .....	90
4.2.10 Техника безопасности при работе в шкафу.....	90
<b>5 МЕТОДИКА ПРОВЕРОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ШКАФА .....</b>	<b>92</b>
5.1 ПЕРЕЧЕНЬ ПРОВЕРОК ПРИ ВВОДЕ ШКАФА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.....	92
5.2 ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ШКАФА КПА-М .....	92
5.2.1 Проверка изоляции .....	92
5.2.2 Проверка функционирования БП и полевых интерфейсов .....	93
5.3 ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШКАФА .....	93
5.3.1 Перечень основных функций шкафа.....	93
5.3.2 Настройка заданных параметров срабатывания (уставок) .....	93
5.3.3 Комплексная проверка имитацией аварийных режимов.....	94
5.3.4 Проверка алгоритма АЛАРо .....	94
5.3.1 Проверка алгоритма ЗНПФ.....	95
5.3.1 Проверка алгоритма АОПН .....	96
5.3.2 Проверка алгоритма УРОВ АОПН.....	96
5.3.1 Проверка алгоритма АУЛР .....	96
5.3.2 Проверка аналоговых входов и устройств КИТ, КИН. ....	96
5.3.3 Проверка алгоритма КИУ .....	98
5.3.4 Проверка действия на отключения выключателей, центральную сигнализацию и внешние устройства регистрации .....	98
5.3.5 Проверка рабочим током и напряжением.....	98
<b>6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПЛЕКСА КПА-М .....</b>	<b>99</b>
6.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	99
6.1.1 Первый профилактический контроль (К1) .....	99
6.1.2 Профилактический контроль .....	99
6.1.3 Профилактическое восстановление .....	99
6.2 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	100
6.3 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОВЕРОК.....	100

<b>7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ .....</b>	<b>101</b>
7.1 АЛАР ОСНОВНАЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ (АЛАРо).....	101
7.1.1 Уставки общие для всех ступеней:.....	101
7.1.2 Дополнительные параметры для первой ступени:.....	101
7.1.3 Дополнительные параметры для второй ступени: .....	101
7.1.4 Дополнительные параметры для третьей ступени:.....	101
7.1.5 Исходные данные.....	101
7.1.6 Блокировка АЛАРо при отключенном присоединении (АЛАР БОП) .....	107
7.2 АОПН.....	108
7.2.1 Уставки АОПН.....	108
7.2.2 Уставки УРОВ АОПН.....	110
7.3 ЗНПФ .....	111
7.4 АУЛР.....	112
7.5 КИН .....	113
7.6 КИТ.....	114
<b>8 УТИЛИЗАЦИЯ .....</b>	<b>115</b>
<b>9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....</b>	<b>116</b>
<b>10 ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ.....</b>	<b>117</b>
<b>11 ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ .....</b>	<b>118</b>

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на комплекс устройств противоаварийной автоматики КПА-М-02-10010-УХЛ4, выполненный на базе БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48 (ТУ 3435-001-49075268-2012), и содержит необходимые сведения по эксплуатации и обслуживанию.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий на «Комплекс противоаварийной автоматики многофункциональный», ТУ 3435-001-49075268-2012.

До включения устройства в работу необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Надежность и долговечность устройства обеспечиваются не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, поэтому выполнение всех требований, изложенных в настоящем документе, является обязательным.

Техническое состояние шкафа после изготовления, в процессе эксплуатации или после ремонта отражается в его формуляре [1].

# 1 ТЕРМИНЫ, СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

## Список используемых терминов

Аварийное возмущение	—	внезапное изменение режима энергосистемы в результате короткого замыкания, непредвиденного отключения элемента из-за его повреждения, ошибочных действий защиты, автоматики или персонала.
Автоматическое отключение генератора	—	отключение генератора (или нескольких генераторов) от электрической сети в результате действия автоматических устройств в целях обеспечения статической, динамической, результирующей устойчивости энергосистемы, ликвидации перегрузки основного оборудования электрических станций и сетей.
Аварийный режим энергосистемы	—	режим энергосистемы с параметрами, выходящими за пределы требований технических регламентов, возникновение и длительное существование которого представляют недопустимую угрозу жизни людей, повреждения оборудования и/или ведут к ограничению подачи электрической и тепловой энергии в значительном объеме.
Автоматическое противоаварийное управление	—	управление режимом энергосистемы посредством специальных автоматических устройств противоаварийной автоматики, цель которого заключается в предотвращении развития нарушений нормального режима, сопровождающихся высокой скоростью изменения его параметров, при которой неэффективны системы автоматического и оперативного управления нормальными режимами.
Автоматическая частотная разгрузка энергосистем	—	отключение заранее сформированных групп энергопринимающих установок потребителей электроэнергии от питающей электрической сети при понижении частоты в энергосистеме, осуществляемое устройствами автоматики в целях недопущения дальнейшего снижения и обеспечения восстановления частоты в энергосистеме до допустимого уровня.
Автоматическое отключение нагрузки	—	отключение нагрузки от электрической сети в результате действия автоматических устройств в целях обеспечения статической, динамической, результирующей устойчивости энергосистемы.
Автоматическое разделение энергосистемы	—	разделение энергосистемы на части в результате действия автоматических устройств в целях: <ul style="list-style-type: none"><li>- предотвращения нарушения устойчивости параллельной работы электростанций и энергосистем в послеаварийном режиме;</li><li>- предотвращение нарушения динамической устойчивости параллельной работы электростанций;</li><li>- ликвидации асинхронного режима;</li><li>- предотвращения потери собственных нужд и останова генераторов электростанций при аварийном снижении частоты и/или напряжения в энергосистеме;</li><li>- предотвращения и ликвидации перегрузки основного</li></ul>

Асинхронный режим	—	оборудования электростанций и электрических сетей. аварийный режим энергосистемы, при котором в сети переменного тока существует на менее двух групп синхронных машин, работающих с разными частотами вращения, то есть работающих несинхронно.
Допустимая аварийная перегрузка	—	перегрузка оборудования, допустимая в аварийных режимах, величина и длительность которой установлены нормативными документами.
Канал связи (передачи)	—	совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающих передачу сигналов ПА.
Команда ПА	—	передаваемая по каналу связи информация ПА, предписывающая выполнение определенных операций.
Комплект (комплекс)	—	совокупность одного, двух и более шкафов, несущая одну или несколько функций противоаварийной автоматики.
Лавина частоты	—	процесс нарушения устойчивости района энергосистемы в связи с прогрессирующим снижением частоты (обычно из-за дефицита активной мощности).
Локальное устройства ПА	—	противоаварийная автоматика отдельного объекта ЭС, имеющая собственную логику выбора УВ, использующая, как правило, местную информацию.
Настройка устройства противоаварийной автоматики	—	процесс приведения параметров устройства ПА в соответствие с заданием (параметрирование микропроцессорного устройства ПА).
Одностороннее отключение линии	—	отключение линии электропередачи выключателями на одной из подстанций, к которым она подключена.
Параметр (электрического) режима ЭС	—	показатель, характеризующий режим энергосистемы: значения мощностей, напряжений, частоты.
Перегрузка оборудования	—	нагрузка оборудования, при которой расчетный его износ, соответствующий установившимся превышениям температуры, превосходит износ, соответствующий номинальному режиму работы.
Полное отключение линии	—	отключение линии электропередачи выключателями на всех подстанциях, к которым она подключена.
Пусковое устройство ПА	—	устройство ПА, фиксирующее возникновение аварийного возмущения и формирующее аварийный сигнал пуска автоматики.
Ресинхронизация	—	восстановление синхронной работы по сечению асинхронного режима.
Связь	—	последовательность элементов, соединяющих две части энергосистемы.
Сечение асинхронного режима	—	условная линия, делящая энергосистему на две группы станций (генераторов), между которыми возможно нарушение параллельной синхронной работы.
Состояние «Работа»	—	установившееся состояние контролируемого элемента сети (линии, трансформатора), когда через него осуществляется электрическая связь.
Состояние «Ремонт»	—	установившееся состояние контролируемого элемента сети (линии, трансформатора), когда через него электрическая связь не осуществляется.

Система АЛАРо	—	совокупность устройств АЛАРо, согласованных по контролируемым участкам, условиям срабатывания и формирования управляющих воздействий, обеспечивающая выявление и ликвидацию асинхронных режимов в энергосистеме.
Система сбора и передачи информации (ССПИ) ЦПА	—	совокупность технических средств сбора и передачи информации о схеме и режиме района управления или энергоузла (датчики, аппаратура и устройства каналов связи и т.п.).
Уставка ПА	—	значение параметра срабатывания устройства противоаварийной автоматики.
Устройство АЛАР	—	локальное устройство ПА, предназначенное для выявления асинхронного режима и формирования управляющих воздействий с целью его ликвидации.
Устройство ПА	—	совокупность программных и аппаратных элементов, представляющая единую конструкцию, имеющая функциональное назначение. Применительно к КПА-М под устройством понимается отдельная автоматика.
Цикл асинхронного режима (асинхронный проворот)	—	поворот на 360° угла между ЭДС несинхронно работающих генераторов.
Частотная делительная автоматика	—	автоматика выделения электростанций или энергоблоков со сбалансированной нагрузкой или генераторов на питание собственных нужд электростанций в случае неэффективности действия АЧР.
Частотная делительная автоматика	—	автоматика выделения электростанций или энергоблоков со сбалансированной нагрузкой или генераторов на питание собственных нужд электростанций в случае неэффективности действия АЧР.
Частотный пуск генератора	—	процесс включения находящегося в резерве генератора в результате действия автоматики частотного пуска генератора.
Шкаф противоаварийной автоматики	—	Программно-технический комплекс в едином конструктиве (шкафу), имеющий одно или несколько функциональных назначений.
Электрический центр качаний (ЭЦК)	—	точка на связи в электрической сети, расположенная между несинхронными частями системы, характеризующаяся максимальным снижением напряжения при взаимных колебаниях или проворотах роторов генераторов.
Эффективность действия ПАУ	—	достижение целей ПАУ (ограничение развития и прекращение аварийных режимов в ЭС) в результате действия ПА при возникновении аварийных возмущений режима энергосистемы.



**Список принятых сокращений**

АВСН	—	Автоматика выделения на собственные нужды
АЛАРо	—	Автоматика ликвидации асинхронного режима основная (по сопротивлению)
АЛАРр	—	Автоматика ликвидации асинхронного режима резервная (по току)
АУЛР	—	Автоматика управления линейным реактором
АОПН	—	Автоматика ограничения повышения напряжения
АЧВР	—	Автоматический частотный ввод резерва
АЧР	—	Автоматическая частотная разгрузка
АЧР1	—	Подсистема АЧР, предназначенная для прекращения процесса снижения частоты
АЧР2	—	Подсистема АЧР, предназначенная для подъема частоты после действия устройств АЧР1
АЭС	—	Атомная электростанция
БСК	—	Батарея статических конденсаторов
ВКН	—	Выбор контролируемого напряжения
ГА	—	Гидроагрегат
ГРАМ	—	Групповое регулирование активной мощности
ГЭС	—	Гидроэлектростанция
ДАР	—	Дополнительная автоматическая разгрузка
ЗНПФ	—	Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме
ИП	—	Искровой промежуток на выключателе ШР
ИО	—	Избирательный орган
ИУОН	—	Исполнительное устройство отключения нагрузки
ОГ	—	Отключение генераторов
ПА	—	Противоаварийная автоматика
ПАУ	—	Противоаварийное управление
ПИО	—	Параметрический избирательный орган
ПО	—	Пусковой орган
СГ	—	Синхронный генератор
СИО	—	Сигнальный избирательный орган
СН	—	Собственные нужды
ТН	—	Трансформатор напряжения
ТТ	—	Трансформатор тока
ТЭС	—	Тепловая электростанция
УВ	—	Управляющие воздействия ПА
УПАСК	—	Устройство передачи аварийных сигналов-команд
УШР	—	Управляемый шунтирующий реактор
ЧАПВ	—	Частотное автоматическое повторное включение
ЧДА	—	Частотная делительная автоматика
ШР	—	Шунтирующий реактор

## 2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА УСТРОЙСТВА

### 2.1 Назначение устройства

Комплекс КПА-М предназначен для выполнения функций различных устройств противоаварийной автоматики, технологической автоматики, релейной защиты и системной автоматики, устанавливаемых на электроэнергетических объектах.

Текущая модификация шкафа КПА-М предназначена для ВЛ-1 и ВЛ-2, устанавливаемый со стороны ПС 500 кВ XXX, и включает в себя следующие функции противоаварийной автоматики:

1. автоматика ликвидации асинхронного режима по дистанционному принципу (**основная АЛАР или АЛАРо**) (версия алгоритма 04.01) для симметричного и несимметричного режима;

2. автоматика управления линейным реактором (АУЛР) (версия алгоритма 05.01.20). Данная автоматика идет совместно с АОПН;

3. автоматика ограничения повышения напряжения (**АОПН**) (версия алгоритма 06.05.19);

4. защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме (**ЗНПФ**) (версия алгоритма 11.04.20).

5. устройство резервирования при отказе выключателя с пуском от АОПН (**УРОВ АОПН**) (версия алгоритма 15.01.18). Данное устройство идет совместно с АОПН;

ВЛ-1 присоединена к ОРУ 500 кВ через 2 выключателя: В-1-1 и В-2-1 (см. рис.2.1). Для ВЛ-1 предусмотрен один линейный ТН ВЛ-1.

ВЛ-2 присоединена к ОРУ 500 кВ через 2 выключателя: В-1-2 и В-2-2 (см. рис.2.1). Для ВЛ-2 предусмотрены один линейный ТН ВЛ-2.

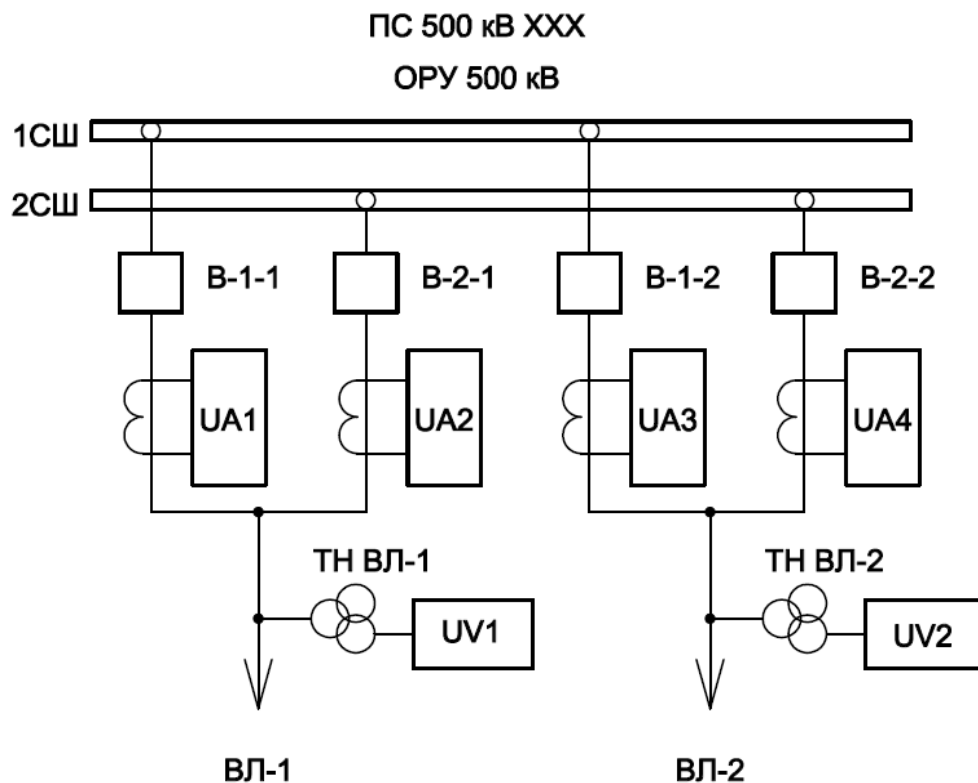


Рисунок 2.1 — Схема подключения модулей тока и напряжения КПА-М к ВЛ-1 и ВЛ-2

Комплекс КПА-М выпускается в виде шкафа, содержащего микропроцессорный блок противоаварийной автоматики на базе платформы **БФ** (далее БП – процессорный блок), вынесенные устройства связи с объектом (УСО). В качестве УСО в комплексе КПА-М применяются специализированные модули тока (**REXT-I3**) и модули напряжения (**REXT-U8-D**), а также устройства ввода (**REXT-DI24**, **REXT-DI220**) и вывода дискретных сигналов (**REXT-DO24**). Подробное описание модулей REXT-XX приведено в техническом описании платформы **БФ** [2]. На рисунке 2.1 приведена схема подключения: модулей тока UA1 – UA 4 (REXT-I3); модулей напряжения UV1 - UV4 (REXT-U8-D).

Структура условного обозначения комплекса КПА-М показана на рисунке 2.2

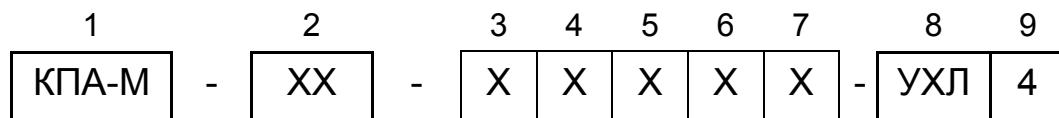


Рисунок 2.2 — Структура условного обозначения КПА-М

- 1 Комплекс Противоаварийной Автоматики - Многофункциональный
- 2 Виды автоматики, реализуемые комплексом, в соответствии с таблицей 2.1
- 3 Количество процессорных блоков (БП) — 1, 2
- 4 Количество серверных блоков (БС) — 0, 1, 2
- 5 Наличие консоли ввода-вывода: 0 — нет, 1 — есть
- 6 Наличие сетевых коммутаторов (СК) — 0, 1, 2
- 7 Количество блоков сбора доаварийной информации (БСДИ) — 0, 1, 2
- 8 Климатическое исполнение
- 9 Категория размещения

Таблица 2.1 – коды видов автоматики, реализуемых КПА-М

Код	Вид автоматики
01	Управляющий вычислительный комплекс автоматической дозировки управляющих воздействий (УВК АДВ)
02	Комплекс локальной противоаварийной автоматики (КЛПА)
03	Центральный регулятор системы группового регулирования активной и реактивной мощности станции (ЦР ГРАРМ)
04	Комплекс агрегатного уровня ГРАРМ (КАУ ГРАРМ)
05	Система температурного контроля гидроагрегата (СТК)
06	Шкаф приема и передачи сигналов противоаварийной автоматики (ШППСПА)
07	Шкаф измерительных преобразователей (ШИП)
08	Шкаф коммутационный (ШК)
09	Устройство регистрации
10	Шкаф на базе других устройств
11	Координирующее устройство специальной автоматики отключения нагрузки (КУ САОН)
12	Синхронизатор
13	Другие виды автоматики

Обозначение комплекса противоаварийной автоматики при заказе и в проектной документации: комплекс противоаварийной автоматики, реализующий функции локальной противоаварийной автоматики, включающий один БП и один СК — «КПА-М-02-10010-УХЛ4».

### 2.1.1 Процессорный блок БФ (БП)

Блок процессорный (далее БП) предназначен для использования в системах промышленной автоматики в качестве центрального процессорного устройства, выполняющего функции:

- исполнение технологического алгоритма;
- взаимодействие с устройствами расширения;
- информационный обмен через сетевые интерфейсы;
- отображение текущего состояния контролируемого объекта и результатов работы алгоритма;
- накопление данных в энергонезависимой памяти.

БП в комплексе с модулями расширения серии REXT составляет специализированную аппаратную платформу БФ, предназначенную для построения устройств противоаварийной автоматики. Подобное описание платформы БФ приведено в его техническом описании [2].

Структура условного обозначения функционального блока БП показана на рисунке 2.3.

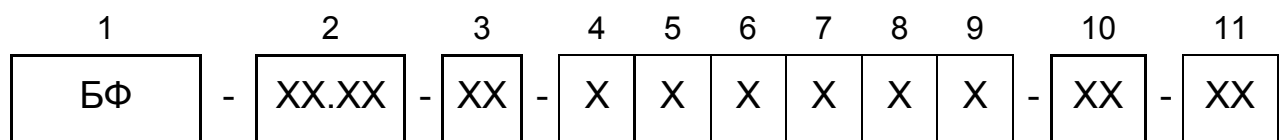


Рисунок 2.3 — Структура условного обозначения БП

- 1 Блок Функциональный
- 2 Функции противоаварийной автоматики, реализуемые блоком, см. таблицу 2.2.
- 3 Номер разработки
- 4 Количество подключаемых модулей напряжения «REXT-U8-D» (до восьми измерений в интерфейсе)
- 5 Количество подключаемых модулей тока «REXT-I3» (до трех измерений в интерфейсе)
- 6 Количество подключаемых групп измерения частоты и напряжения через полевые интерфейсы «ПЦР-Ч» (до двух каналов в группе)
- 7 Количество подключаемых групп измерения постоянного тока через полевые интерфейсы "ПЦР-ПТ" (до четырёх измерений в группе)
- 8 Количество подключаемых групп ввода стандартных аналоговых сигналов через полевые интерфейсы "ПЦР-А". Каждый модуль полевого интерфейса обеспечивает ввод до 4 сигналов с индивидуальной установкой параметров входного сигнала (в соответствии с ГОСТ 26.011-80 предусмотрены стандарты: 0...5 мА, 0...10 мА, 0...20 мА, ± 5 мА, ± 10 мА, ± 20 мА, 0...10 В, ± 5 В, ± 10 В, 0...75 мВ)
- 9 Количество подключаемых групп ввода информации от термосопротивлений через полевые интерфейсы "ИТС". Каждый модуль полевого интерфейса обеспечивает ввод до 16 сигналов от термосопротивлений по ГОСТ 6651-2009.

10 Число входных дискретных сигналов

11 Число выходных дискретных сигналов

Таблица 2.2 - Коды функций, реализуемых БП

Код	Функции
01	Локальная автоматика дозирования УВ (ЛАДВ)
02	Автоматика запоминания дозирования УВ (АЗД)
03	Автоматика фиксации отключения присоединения, например, линии (ФОЛ) или трансформатора (ФОТ)
04	Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)
05	Автоматика управления и фиксации состояния линейного шунтирующего реактора (АУЛР и АФСР)
06	Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН)
07	Автоматика управления и фиксации состояния шинного шунтирующего реактора (АУШР и АФСР)
08	Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)
09	Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО)
10	Автоматика фиксации перегрузки по активной мощности (АФСРМ)
11	Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме (ЗНПФ)
12	Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ)
13	Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)
14	Автоматика контроля состояния схемы (АКСС)
15	Устройство резервирования при отказе выключателей (УРОВ)
16	Устройство фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ)
17	Устройство контроля предшествующей мощности (КПР)
18	Автоматика частотного ввода резерва (АЧВР)
19	Исполнительное устройство отключения нагрузки (ИУОН)
20	Исполнительное устройства отключения генераторов (ИУОГ)
21	Интеллектуальное устройство системной автоматики отключения нагрузки (ИУСАОН)
22	Автоматика опережающего деления системы (АОДС)
23	Автоматика выделения станции на нагрузку (АВСН)
24	Дополнительная автоматика разгрузки (ДАР)
25	Контроллер ввода-вывода дискретной и аналоговой информации
26	Координирующее устройство системной автоматики отключения нагрузки (КУСАОН)
27	Синхронизатор
28	Защита от выдачи мощности (ЗВМ)
29...49	Другие виды автоматики

Обозначение БП при заказе и в проектной документации:

БП – блок функциональный «БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48». Реализует функции АЛАР, АУЛР, АОПН, ЗНПФ. Включает в себя 2 полевых интерфейса ввода напряжений и 6 полевых интерфейса ввода токов. Число входных дискретных сигналов – 78. Число выходных

дискретных сигналов –48.

### **2.1.2 Сетевой коммутатор (СК)**

Сетевой коммутатор обеспечивает:

- организацию в стандарте Ethernet межмашинной связи между устройствами, установленным в КПА-М;
- организацию в стандарте Ethernet внешнего доступа из АСУТП к БП установленном в КПА-М;
- подключение сети АРМ и переносных терминалов при обслуживании комплекса.

## 2.2 Основные технические данные и характеристики комплекса

### 2.2.1 Общие требования

Комплекс КПА-М соответствует требованиям настоящих технических условий и ГОСТ Р 51321.1-2007.

Комплектуемые изделия, устанавливаемые в шкафу комплекса во всем, не оговоренном настоящими техническими условиями, удовлетворяют требованиям технических условий на эти изделия.

### 2.2.2 Основные параметры и размеры

Основные параметры КПА-М соответствуют указанным в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Основные параметры КПА-М

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение оперативного постоянного тока, В	220
Номинальная частота, Гц	50
Номинальное переменное напряжение, В	100
Номинальный переменный ток, А	1 или 5

Шкаф комплекса двухстороннего обслуживания. Степень защиты оболочки шкафа – IP54 по ГОСТ 14254-96.

Габаритные, установочные размеры и масса шкафа комплекса КПА-М соответствуют значениям, указанным в конструкторской документации на конкретное изделие.

### 2.2.3 Общие характеристики

#### Климатические условия эксплуатации шкафа комплекса КПА-М

Шкаф комплекса КПА-М предназначен для работы в следующих условиях: номинальные значения климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15543.1-89 и ГОСТ 15150-69. При этом:

- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным плюс 1°C;
- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным плюс 45°C;
- верхнее рабочее значение относительной влажности воздуха не более 80% при температуре плюс 25°C и 98,35% при плюс 35°C;
- высота над уровнем моря должна быть не более 2000 м;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

#### Степень загрязнения

2.2.3.1 Степень загрязнения 1 (загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение) по ГОСТ Р 51321.1-2007.

#### Допустимые механические нагрузки

2.2.3.2 Комплекс КПА-М в транспортной таре выдерживает воздействие механико-динамических нагрузок по ГОСТ 12997-84 и ГОСТ Р 52931-2008, действующих в направлении,

обозначенном на таре манипуляционным знаком по ГОСТ 14192-96 «Верх, не кантовать», а именно — вибрации по группе N2.

### Контактные соединения

**2.2.3.3** Соединения в цепях напряжения и тока электронных блоков, устанавливаемых в шкаф комплекса, и электронных блоков между собой осуществляются с помощью разъемов. Соединительные провода медные и располагаются на внутренней стороне шкафа. Номинальное сечение проводов для токовых цепей и цепей напряжения не менее  $1,5 \text{ мм}^2$ . Для остальных цепей номинальные сечения монтажных проводов выбираются по условиям токовых нагрузок, но не менее указанных в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Минимальные сечения проводников, используемых для внутреннего монтажа КПА-М

Вид жилы провода	Вид соединения	Сечение, $\text{мм}^2$
Однопроволочный	Винтовой или пружинный зажим	0,75
Однопроволочный	Пайка	0,5
Многопроволочный	Наконечник	0,35
Многопроволочный	Пайка	0,2

Контактные соединения шкафов должны соответствовать 2 классу по ГОСТ 10434-82.

Монтаж проводов выполняется по схеме электрических соединений или таблице соединений. Концы проводников и ряды наборных контактных зажимов промаркированы в соответствии со схемой электрических соединений или таблицей соединений.

Допускается отсутствие маркировок внутри блоков.

### Цепи переменного тока и переменного напряжения

**2.2.3.4** Элементы комплекса КПА-М в нормальном режиме обтекаемые током длительно выдерживают 4-кратное превышение номинальной величины переменного тока, 120% номинальной величины напряжения постоянного оперативного тока и 140% номинальной величины переменного напряжения.

**2.2.3.5** Входные цепи от трансформаторов тока проходят через испытательные блоки, обеспечивающие их безразрывное отключение. Цепи переменного тока шкафа длительно выдерживают ток  $4 \cdot I_{ном}$  и кратковременно (в течение 1 с) до 40 крат номинального тока. Максимальная кратность тока перегрузки по условию линейности измерений –  $20 \cdot I_{ном}$ .

**2.2.3.6** Входные цепи от трансформаторов напряжения проходят через испытательные блоки. Цепи переменного напряжения длительно выдерживают напряжение  $1,4 \cdot U_{ном}$  и кратковременно (в течение 1 с)  $2 \cdot U_{ном}$ . Максимальная кратность перегрузки по условию линейности измерений –  $2 \cdot U_{ном}$ .

### Мощность, потребляемая комплексом

**2.2.3.7** Общая потребляемая мощность комплекса по всем цепям оперативного питания, в стандартной комплектации (1 БП, 1 СК, освещение, комплект цепей ввода/вывода и сигнализации) не превышает 100 Вт.

### Цепи внешних подключений

**2.2.3.8** Подключение внешних устройств предусмотрено через клеммные ряды, состоящие из контактных наборных зажимов (клемм), предназначенных для присоединения одного или двух медных проводников одинакового сечения до  $2,5 \text{ мм}^2$  включительно.

По требованию Заказчика в шкафу могут быть предусмотрены клеммы, предназначенные для присоединения одного или двух проводников одинакового сечения до



6 мм<sup>2</sup> включительно.

**2.2.3.9** Для обеспечения безопасных условий технического обслуживания шкафа ряды зажимов в цепях тока, напряжения и выходных цепях содержат разъемные клеммы, обеспечивающие разрыв цепей.

#### Цепи питания

**2.2.3.10** Комплекс правильно функционирует при изменении напряжения постоянного и переменного оперативного тока от 0,8 до 1,2 номинального значения.

Допускается наличие в постоянном оперативном токе переменной составляющей до 20% от номинального значения.

#### Электромагнитная совместимость

**2.2.3.11** Комплекс КПА-М должен быть устойчив к воздействию помех с параметрами, приведенными в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Испытания на помехоустойчивость

Вид помехи	Степень жесткости	Нормативный документ	Критерий функционирования	Примечания
Электростатические разряды (ЭСР)	4	ГОСТ Р 51317.4.2-2010 (МЭК 61000-4-2:2008)	А	
Радиочастотное электромагнитное поле	3	ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (МЭК 61000-4-3:2006)	А	
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (МЭК 61000-4-4:2004)	А	
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	А	
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6:96)	А	
Изменение напряжения электропитания в зависимости от периодов провалов и прерываний напряжения		ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11:2004)	А	- снижают до 30% при длительности провала и прерывания 0,5 периода. - снижают до 60% при длительности провала и прерывания 5 и 50 периодов - снижают св. 95% при длительности провала и

Вид помехи	Степень жесткости	Нормативный документ	Критерий функционирования	Примечания
				прерывания 250 периодов
Колебательные затухающие помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12:95)	A	2,5 кВ – по схеме «провод-земля» 1,0 кВ – по схеме «провод –провод»
Кондуктивные помехи в полосе частот	4	ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	A	
Магнитное поле промышленной частоты	5	ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93)	A	
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93)	A	
Затухающее магнитное поле	5	ГОСТ Р 50652-94 (МЭК 1000-4-10-93)	A	

Помехоэмиссия комплекса КПА-М соответствует ГОСТ Р 51317.6.4-2009:

- напряжение, создаваемое на входах питания в полосе частот 0,15-30 МГц – не более 73 дБ относительно 1 мкВ;
- квазипиковое значение напряженности поля радиопомех на расстоянии 10 м от изделия в полосе частот:
  - 30-300 МГц – не более 40 дБ относительно 1 мкВ/м,
  - 300-1000 МГц – не более 47 дБ относительно 1 мкВ/м.

### Заземление

**2.2.3.12** Заземляющая цепь электрически непрерывна. При этом электрическое сопротивление, измеренное между болтом для заземления шкафа и любой его металлической частью, подлежащей заземлению, не превышает 0,05 Ом.

### Изоляция

**2.2.3.13** Требования к изоляции:

- сопротивление изоляции – для каждой независимой цепи (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 прочность цепей с напряжением более 60 В – электрическая изоляция для каждой входной или выходной независимой цепи по отношению ко всем остальными независимыми цепям и корпусу выдерживает без повреждения напряжение 2000 В (действующее значение), 50 Гц в течение 1 мин;
- электрическая прочность цепей с напряжением не более 60 В – электрическая изоляция цепей цифровых связей с внешними устройствами с номинальным

напряжением не более 60 В выдерживает без повреждения напряжение 500 В (действующее значение), 50 Гц в течение 1 мин;

- каждая входная или выходная независимые цепи по отношению ко всем остальным независимым цепям и корпусу выдерживает без повреждения испытание импульсным напряжением 3 импульса 5 кВ положительной и 3 отрицательной полярности с длительностью фронта 1,2 мкс, длительностью полуспада 50 мкс и интервалом повторения не менее 5 с.

### **Коммутационная способность выходных цепей**

**2.2.3.14** Выходные цепи шкафа выполнены в виде гальванически независимых контактов («сухой контакт»). Коммутация токов в цепях постоянного тока определяется типом реле, установленным в выходных цепях, и составляет:

#### **Weidmueller RCM 570024:**

- максимальный пусковой ток 12 А (20 мс);
- минимальный коммутационный ток 1 мА;
- максимальный ток продолжительной нагрузки 6 А;
- мощность отключения максимальная 1500 ВА.

#### **Phoenix Contact PLC-RSC-24DC/21-21:**

- максимальный пусковой ток 15 А (300 мс);
- минимальный коммутационный ток 10 мА;
- максимальный ток продолжительной нагрузки 6 А;
- мощность отключения максимальная 1500 ВА.

#### **Schneider Electric CAD32 BD:**

- максимальный пусковой ток 100 А (1 с);
- минимальный коммутационный ток 5 мА;
- максимальный ток продолжительной нагрузки 10 А;
- мощность отключения максимальная 2500 ВА.

### **Сигнализация комплекса**

**2.2.3.15** Комплекс имеет сигнализацию срабатывания и неисправности и контактные выходы для передачи сигналов на центральную сигнализацию, которые сохраняются при снятии оперативного тока, а также сигнальные лампы «Срабатывание» и «Неисправность».

Сигнал «Срабатывание» выдается при действии на выходные цепи комплекса любого устройства противоаварийной автоматики в его составе.

Сигнал «Неисправность» выдается:

- при выводе из работы любого функционального блока;
- при любой неисправности комплекса, выявляемой системой контроля.

**2.2.3.16** Для оперативного управления устройствами противоаварийной автоматики комплекс имеет переключатели, количество и назначение которых определяется составом и функциональным назначением комплекса и определяется при заказе.

**2.2.3.17** В комплексе КПА-М могут быть предусмотрены аппаратные и программные интерфейсные средства, обеспечивающие возможность работы в локальной информационно-

вычислительной сети в стандарте Ethernet для обмена информацией между БП и АСУ ТП энергообъекта.

**2.2.3.18** В комплексе КПА-М могут быть предусмотрены аппаратные и программные интерфейсные средства, обеспечивающие возможность синхронизации точного времени с внешними источниками по локальной сети в стандарте Ethernet с точностью не ниже 1 мс. Схема подключения к устройству синхронизации приведена в техническом описании к платформе БФ [2].

#### **2.2.4 Показатели надежности**

**2.2.4.1** Средняя наработка на отказ – не менее 120000 часов.

**2.2.4.2** Средний срок службы – не менее 25 лет при условии проведения регламентных работ по техническому обслуживанию.

**2.2.4.3** Среднее время восстановления работоспособного состояния – не более двух часов без учета времени ожидания ремонта.

**2.2.4.4** Комплекс содержит технические и программные средства для сохранения или автоматического восстановления своей работоспособности после любого сбоя.

## 2.2.5 Характеристика процессорного блока (БП)

2.2.5.1 Подробное описание блока процессорного приводится в его техническом описании [2]. Каждый БП имеет установочные размеры, совместимые с конструкцией шкафа комплекса КПА-М, и обеспечивает:

- выполнение рабочих функций автоматики в соответствии с назначением;
- прием заданного количества дискретных сигналов;
- прием заданного количества аналоговых сигналов;
- местную сигнализацию, осуществляемую при помощи светодиодных индикаторов;
- управление заданным количеством выходных реле;
- осциллографирование аварийных процессов;
- регистрацию событий;
- непрерывно функционирующую систему самодиагностики;
- сигнализацию неисправности;
- сигнализацию срабатывания;
- удобство наблюдения за работой;
- удобство подключения внешних цепей (соединений).

Таблица 2.5 – Основные параметры ввода/вывода БП

Наименование параметра		Значение	Для текущей комплектации КПА-М
1 Входы переменного напряжения (группами по 8 входов)	Номинальное напряжение входа (В)	100	2 группы
2 Входы переменного напряжения для измерения частоты (группами по 2 входа)	Номинальное напряжение входа (В)	100	Нет
3 Входы переменного тока (группами по 3 входа)	Номинальный ток входа (А)	5 или 1	6 групп
4 Входы постоянного тока (группами по 4 входа)	Диапазон измеряемых токов (А)	1...30	Нет
5 Стандартные аналоговые сигналы (группами по 4 входа)	Значения в соответствии с ГОСТ 26.011-80	0...5 мА, (0...10 мА, 0...20 мА, ±5мА, ±10 мА, ±20 мА, 0...10 В, ±5 В, ±10 В) 75 мВ	Нет
6 Входы измерения температуры (группами по	Термометры сопротивления в соответствии с ГОСТ 6651-2009	50М, 100М,	Нет

Наименование параметра		Значение	Для текущей комплектации КПА-М
16 входов)		50П, 100П	
7 количество подключаемых к БП интерфейсных блоков ввода аналоговых сигналов		До 48	Нет
8 Количество (суммарное) входных и выходных дискретных сигналов		До 256	126

### Погрешности измерений

Основная погрешность измерения токов и напряжений не превышает 0,5% от измеренного значения.

### Цепи входных сигналов

**2.2.5.2** Для приема входных дискретных сигналов комплекс использует собственные цепи питания 24, 220 В, обеспечивающий использование гальванически независимых («сухих») контактов.

Для обеспечения помехоустойчивости использование входов 24 В применяется только для дискретных сигналов, сформированных контактами аппаратов, установленных в шкафу комплекса. Сигналы внешних устройств вводятся на напряжении 220 В.

По согласованию с заказчиком допускается прием потенциальных дискретных сигналов напряжением 220 В. При этом обеспечивается изоляция между цепями приема и электронной частью БП.

Напряжение срабатывания входов 24 В задается программно. Ток, потребляемый каждым входом 24 В при номинальном входном напряжении – 10 мА.

Напряжение срабатывания входов 220 В составляет 163-167 В. Напряжение возврата – 146-150 В.

Начальный ток дискретного входа 220 В составляет 47-53 мА. Установившийся ток дискретного входа составляет 3,8-4,2 мА. Предусмотрена задержка фиксации дискретного входного сигнала 0-10 мс.

### Цепи выходных сигналов

**2.2.5.3** Выходные цепи блока гальванически отделены от микроэлектронной части и выполнены в виде оптронных ключей, обеспечивающих коммутацию напряжения 24 В постоянного тока произвольной полярности. Сопротивление оптронного ключа во включенном состоянии не более 0,5 Ом. Допустимо длительное протекание тока по каждому каналу до 0,5 А (до 10 промежуточных реле с потреблением 1 Вт). В состав каждого выходного канала входит элемент защиты от перенапряжений, позволяющий коммутировать индуктивную нагрузку без использования внешних защитных диодов.

Число выходов определяется конкретным назначением комплекса.

**2.2.5.4** Каждый выход модуля DO24 имеет 4 режима работы, приведенные в таблице 2.2.5.

Таблица 2.2.5 – Режимы работы дискретных выходов

Режим	Описание
Хранение	Выход сохраняет текущее состояние при пропадании связи с процессорным блоком
Сброс	Выход переходит в состояние «Отключено» при пропадании связи с процессорным блоком
Блиinker	Выход работает в режиме энергонезависимого блинкера и восстанавливает состояние после перерыва питания независимо от наличия связи с процессорным блоком
Импульс	Вывод с импульсным удержанием состояния "включено" (выход включен, если на него со стороны процессорного блока поступают команды на переключение из одного состояния в другое с интервалом не более 500 мс.).

**2.2.5.5** При нормальной работе терминала и его модулей ввода/вывода выход модуля DO24, настроенный в режимах «Хранение» и «Сброс», повторяет состояние выходного дискретного сигнала, формируемого алгоритмом.

Поведение дискретного выхода в этих двух режимах отличается при пропадании связи с процессорным блоком (перезагрузка процессорного блока, повреждение линии связи). В режиме «Хранение» выход модуля продолжает выдавать последнее значение, полученное от алгоритма. В режиме «Сброс» выход переключается в состояние «Отключено». Для шкафов противоаварийной автоматики рекомендуется режим «Сброс».

**2.2.5.6** Дискретный выход в режиме «Блиinker» повторяет значение выходного дискретного сигнала, формируемого алгоритмом. Логика управления выходом (сброс блинкера) полностью определяется алгоритмом (по текущей настройке шкафа сброс выполняется по сигналу, который формируется при нажатии кнопки «Сброс сигнализации»).

Особенность этого режима в том, что последнее выданное алгоритмом значение сигнала сохраняется в энергонезависимую память модуля. Если пропадало питание, то сразу после его восстановления модуль выдаст на соответствующих выходах последнее полученное от алгоритма значение, даже если процессорный блок вышел из строя.

Процессорный блок после перезагрузки/восстановления считывает из модуля DO24 текущие состояния выходов в режиме «Блиinker» и передает их в алгоритм.

**2.2.5.7** Выход в режиме «Импульс» следует использовать для управления промежуточным реле, формирующим сигнал неисправность своими нормально замкнутыми контактами.

При нормальной работе и отсутствии неисправностей, выявляемых системой диагностирования, алгоритм КИУ (п.2.6.15) выдает на соответствующий выход меандр (чередование «0» и «1»). В этом случае модуль DO24 удерживает выход в состоянии «Включено» и выдается длительный сигнал «Исправность» (п.2.2.5.8).

Если система диагностирования выявляет какую-то неисправность оборудования, алгоритм КИУ (п. 2.6.15) перестает формировать меандр и модуль DO24 переключает соответствующий выходной сигнал в состояние «Отключено», что приводит к формированию сигнала «Неисправность».

Сигнал «Неисправность» так же будет сформирован в следующих случаях:

- пропадание питающего напряжения (шкафа, процессорного блока, модуля DO24, выходного реле);
- «зависание»/неисправность процессорного блока;

- «зависание»/неисправность модуля DO24;
- повреждение линии связи с модулем DO24;
- «зависание»/неисправность модуля DI24 (DI220);
- повреждение линии связи с модулем DI24 (DI220).

#### **2.2.5.8 Выход DO24/3:16 настроен на формирование сигнала «Исправность».**

При неисправности, связанной с работой БП, выходы DO24 ведут себя в соответствии с настроенным режимом п. 2.2.5.4, горит светодиод на лицевой панели БП «НЕИСПРАВНОСТЬ», гаснет выход DO24/3:16 - исправность комплекса, выпадает блинкер КН1 «НЕИСПРАВНОСТЬ».

При неисправности, связанной с работой модуля DO24, блокируются все выходы (на модуле REXT-DO24), горит светодиод на лицевой панели БП «НЕИСПРАВНОСТЬ», гаснет выход DO24/2:16 - исправность комплекса, выпадает блинкер КН1 «НЕИСПРАВНОСТЬ».

При неисправности, связанной с работой DI24, выходы DO24 ведут себя в соответствии с настроенным режимом п. 2.2.5.4, горит светодиод на лицевой панели БП «НЕИСПРАВНОСТЬ», гаснет выход DO24/3:16 - исправность комплекса, выпадает блинкер КН1 «НЕИСПРАВНОСТЬ».

При исчезновении аппаратной неисправности после успешного запуска (перезапуска) устройства и выхода его на нормальный режим работы, сигнал «Неисправность» можно сбросить кнопкой SB1 «Сброс сигнализации» и поднять блинкер КН1.

При неисправности, не связанной с работой БП (неисправность цепей напряжения) или при его перезагрузке, выходы модуля REXT-DO24 не блокируются, загорается светодиод на лицевой панели БП «НЕИСПРАВНОСТЬ» и гаснет выход DO24/3:16 - исправность комплекса, вызывая выпадение блинкера КН1 «НЕИСПРАВНОСТЬ».

**2.2.5.9** Для фиксации работы и аварийных состояний на местной сигнализации монитора БП присутствуют энергонезависимые индикаторы (с запоминанием). Более подробное описание местной сигнализации БП приведено в п.2.6.16.

При потере питания блока монитор находится в состоянии «Отключено».

При восстановлении питания блока, светодиоды на мониторе принимают значения, которые существовали до потери питания (информация о состоянии светодиодов сохраняется в энергонезависимой памяти).

**2.2.5.10** Выходные оптронные ключи блока не «открываются» ложно при подаче и снятии напряжения питания с перерывом любой длительности.

**2.2.5.11** Питание БП осуществляется от источника постоянного напряжения 220 В  $\pm 20\%$ .

#### **Цепи питания**

**2.2.5.12** Потребляемая мощность по цепям питания не превышает 100 Вт.

**2.2.5.13** Время готовности БП к действию после подачи питания не более 20 секунд.

**2.2.5.14** Длительность однократных перерывов питания БП с последующим восстановлением питания в условиях отсутствия требований к срабатыванию:

- до 500 мс – без перезапуска БП (обеспечивает блок конденсаторов);
- свыше 500 мс – с перезапуском БП течение не более 20 секунд.

Блок конденсаторов BC1 V1.0 обеспечивает накопление энергии в массиве электролитических конденсаторов и ее выдачу в виде постоянного напряжения с начальным уровнем 220 В потребителю при перерывах в первичной питающей цепи.



Блок содержит в своем составе элементы, обеспечивающие подавление дифференциальных помех в цепях питания и ограничивающие зарядный ток накопительных конденсаторов.

Основные технические характеристики блока конденсаторов приведены в таблице 2.6

Таблица 2.6 – Основные технические характеристики блока конденсаторов

Наименование параметра	Значение
Рабочее напряжение постоянного тока, В	=220...300
Максимальный ток нагрузки, А	1,5
Максимальный потребляемый ток включения при максимальном токе нагрузки не более, А	2,5
Суммарная емкость накопителей, мкФ	2240±20%

### Дополнительные функции БП

**2.2.5.15** Кроме основных технологических функций БП обеспечивает регистрацию дискретных событий (как внешних, так и формируемых внутри блока). Точность привязки метки времени к регистрируемому событию – не хуже 1 мс. Емкость регистратора – не менее 1500 событий.

**2.2.5.16** БП обеспечивает осциллографирование входных аналоговых и дискретных сигналов (внешних и внутренних). Объем регистрации определяется ТУ на конкретное устройство. Длительности записи предаварийного режима (в диапазоне от 0,5 до 60 секунд) и полная максимальная длительность записи (до 120 секунд), условия запуска, например, по изменению параметра или дискретного сигнала, задаются при конфигурировании блока. Предусмотрена возможность преобразования осциллограммы в формат обмена данными переходного процесса в энергетических системах COMTRADE (стандарт IEEE).

### **2.3 Комплектность**

Комплектность поставки КПА-М определяется функциональными требованиями на конкретное изделие и согласована с заказчиком.

#### 2.4 Состав устройств

Комплекс КПА-М-02-10010-УХЛ4 содержит следующие устройства (функции):

- Автоматика ликвидации асинхронного режима основная ВЛ-1, ВЛ-2 (**АЛАРо**);
- Автоматика управления линейным реактором Р-1, Р-2 (**АУЛР**);
- Автоматика ограничения повышения напряжения ВЛ-1, ВЛ-2 (**АОПН**);
- Устройство резервирования при отказе выключателя с пуском от АОПН ВЛ-1, ВЛ-2 (**УРОВ АОПН**);
- Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме ВЛ-1, ВЛ-2 (**ЗНПФ**);
- Контроль исправности цепей напряжения ТН ВЛ-1, ТН ВЛ-2 (**КИН**);
- Контроль исправности цепей тока В-1-1, В-2-1, В-1-2, В-2-2 (**КИТ**);
- Контроль исправности устройства (**КИУ**);
- устройство ввода входных дискретных сигналов;
- устройство вывода и коммутации выходных дискретных сигналов;
- устройство сигнализации;
- устройство осциллографирования и регистрации.

### 2.4.1 Автоматика ликвидации асинхронного режима с действием по сопротивлению основная (АЛАРо)

2.4.1.1 Устройство АЛАРо предназначено для выявления асинхронного режима в контролируемом сечении энергосистемы и формирования управляющих воздействий, направленных на его ликвидацию. За счет контроля положения электрического центра качаний (ЭЦК) устройство позволяет обеспечить согласование с подобными устройствами и может использоваться в качестве основного.

2.4.1.2 Для выявления асинхронного режима устройство анализирует характеристики годографа (траекторию) вектора  $\dot{Z}_p = \frac{\dot{U}_p}{\dot{I}_p}$ , где  $\dot{U}_p$  и  $\dot{I}_p$  — комплексные значения напряжения и тока, измеряемые в контролируемом сечении в месте установки устройства. Годограф вектора сопротивлений анализируется в плоскости фазных сопротивлений.

2.4.1.3 Алгоритм работы АЛАРо реализует функции ступенчатого циклового АЛАРо с контролем положения ЭЦК — пуском по сопротивлению и фиксацией перехода между полуплоскостями  $\dot{Z}_p$  через установленную границу (далее — «смены знака мощности»). Орган сопротивления, фиксирующий этот переход, далее условно именуется как орган направления мощности (ОНМ).

2.4.1.4 Для пуска по сопротивлению устанавливаются две трапециевидные области срабатывания пусковых органов в комплексной плоскости  $Z$ , причем одна из них (именуемая далее грубым органом сопротивления — ГО) помещается внутри другой (чувствительный орган сопротивления — ЧО). ОНМ проходит по высоте этих трапеций и делит их пополам.

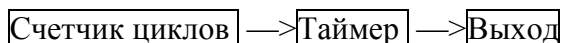
2.4.1.5 Алгоритм АЛАРо обеспечивает наличие трех ступеней. Использование двух или трех ступеней одного устройства позволяет обеспечить последовательное исполнение трех различных управляющих воздействий по месту установки или на удаленных объектах по каналам ВЧТО или ВОЛС. Любая из ступеней может быть отключена (выведена) при наладке.

2.4.1.6 Первая ступень АЛАРо срабатывает в первом цикле АР при смене знака мощности и при выполнении пусковых условий по значению вектора  $\dot{Z}_p$ . По направлению смены знака мощности определяется характер асинхронного режима (с ускорением или торможением).

2.4.1.7 Вторая ступень АЛАРо срабатывает при отсчете заданного числа циклов асинхронного режима (периодическом выполнении пусковых условий по значению вектора  $\dot{Z}_p$ ). При длительности цикла асинхронного режима, большей заданной уставки, счет циклов и работа АЛАРо прекращаются.

Для обеспечения возможности ресинхронизации, а также для согласования с устройствами АЛАРо смежных сечений, предусмотрена возможность ввода дополнительной выдержки времени. В этом случае счет полных циклов АР начинается по ее истечении.

2.4.1.8 Третья ступень ОВАР принципиально не отличается от второй, но, являясь резервной, имеет дополнительные возможности согласования с другими устройствами АЛАРо за счет возможности организации последовательного действия элементов согласования:



Задавая параметры срабатывания этих трех элементов, уставки можно согласовывать действие третьей ступени с любым устройством АЛАРо, принцип действия которого основан на фиксации полных циклов АР.

При необходимости любой из этих элементов согласования может быть исключен заданием параметра срабатывания счетчика циклов равным «0», таймера — равным «0».

**2.4.1.9** Характеристики срабатывания органов сопротивления в комплексной плоскости не отличаются от заданных более чем на 2% при токах не менее 0,1 In.

**2.4.1.10** АЛАРо предназначена для работы в симметричных режимах на основании замеров тока и напряжения прямой последовательности. Отстройка от симметричных КЗ обеспечивается контролем скорости перемещения вектора  $\dot{Z}_p$ .

**2.4.1.11** Для выявления асинхронного хода как в полнофазном, так и неполнофазном режиме устройство анализирует годограф вектора сопротивления прямой последовательности  $\dot{Z}_p$ , измеряемого в контролируемом сечении в месте установки устройства.

Переход из симметричного режима в неполнофазный режим характеризуется для схемы прямой последовательности «электрическим удлинением» линии, смещением годографа сопротивления прямой последовательности. При возникновении неполнофазного режима устройство формирует разрешающий сигнал для работы с группой уставок АЛАР неполнофазного режима.

**2.4.1.12** Неполнофазный режим выявляется по появлению тока нулевой или обратной последовательности (выбирается опционально). Устойчивая работа органа в асинхронном ходе обеспечивается наличием выдержки времени на возврат.

**2.4.1.13** При околонулевых значениях тока и напряжения возникает неопределённость при вычислении сопротивления замера ( $\dot{Z}_p = \dot{U}_p / \dot{I}_p$ ). В связи с этим предусмотрена функция блокировки АЛАРо при отключенном присоединении (БОП). При снижении токов во всех фазах ниже заданной уставки по току и напряжений всех фаз ниже заданной уставки по напряжению на протяжении времени, большем, чем выставляемая уставка, действие АЛАРо блокируется и во всех ОВАР обнуляются счетчики циклов AP.

## **2.4.2 Устройство автоматики ограничения повышения напряжения (АОПН)**

**2.4.2.1** Устройство АОПН контролирует напряжение на линии, при этом, для обеспечения работы устройства в неполнофазных режимах выполняется пофазный контроль электрических параметров линии. Устройство АОПН выполнено по ступенчатому принципу (две ступени по напряжению).

**2.4.2.2** Для обеспечения работы устройства в неполнофазных режимах выполняется пофазный контроль электрических параметров линии.

**2.4.2.3** Устройство содержит:

- пусковые органы напряжения DC1 и DC4, реагирующие на повышение фазных напряжений на контролируемой линии ( $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ ).
- три направленных избирательных органа реактивной мощности KQ, реагирующие на повышение перетока реактивной мощности по линии в направлении шин ( $-Q_a$ ,  $-Q_b$ ,  $-Q_c$ ).
- три ненаправленных блокирующих органа активной мощности KP, реагирующие на повышение активной мощности по линии ( $P_a$ ,  $P_b$ ,  $P_c$ ).

**2.4.2.4** Управляющие воздействия АОПН комплекса:

- включение реактора;
- отключение реактора (не используется при текущей настройке алгоритма);
- телеотключение линии;
- отключение линии с запретом ТАПВ;
- пуск УРОВ.

**2.4.2.5** АОПН блокируется при неисправности цепей напряжения.

### **2.4.3 Устройство автоматики управления линейным реактором (АУЛР)**

**2.4.3.1** Устройство АУЛР предназначено для предотвращения включения реактора от АОПН при условии его отключения от релейной защиты реактора.

**2.4.3.2** АУЛР также учитывает наличие искрового промежутка на выключателе. В случае пробоя искрового промежутка, вызванного перенапряжением на ВЛ, через реактор начинает протекать ток. При наличии тока через реактор и отключенном состоянии выключателя реактора АУЛР формирует сигнал на включение выключателя реактора. Так как искровой промежуток на выключателе реактора отсутствует, эта часть АУЛР не используется.

**2.4.3.3** В АУЛР возможность включения реактора от внешних устройств РЗА не предусмотрена.

#### **2.4.4 Устройство резервирования при отказе выключателя с пуском от АОПН (УРОВ АОПН)**

**2.4.4.1** Функция УРОВ предназначена для резервирования отказа любого из двух выключателей линии при действии АОПН.

**2.4.4.2** УРОВ содержит два органа тока максимального действия и цепи логики. Органы тока реагируют на повышение фазных токов через контролируемые выключатели, более уставки, и обеспечивают пофазный контроль тока через выключатели.

**2.4.4.3** УРОВ срабатывает, если при его пуске от АОПН, спустя заданное время (порядка  $0,25 \div 1,0$  сек), присутствует ток хотя бы через один из выключателей.



### **2.4.5 Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме линии (ЗНПФ)**

**2.4.5.1** Устройство ЗНПФ предназначено для ликвидации неполнофазного режима линии в условиях АР, когда аналогичные устройства релейной защиты линии могут отказать из-за колебаний тока.

**2.4.5.2** Неполнофазный режим выявляется по входным дискретным сигналам от сборок сигнальных контактов приводов фаз выключателей. В цикле ОАПВ устройство блокируется.

**2.4.5.3** Контроль амплитуды колебаний тока обеспечивается измерительным органом максимального тока нулевой последовательности (тока фазы) с регулируемым током срабатывания ( $I_{ср}$ ) и током возврата ( $I_{воз}$ ). Предусмотрен альтернативный контроль колебания полного тока любой из фаз.

**2.4.5.4** Измерительные органы тока нулевой последовательности (полного тока фазы) срабатывают при значениях тока, соответствующих уставкам  $I_{о\_сраб}$  и  $I_{о\_возвр}$  ( $I_{ф\_сраб}$  и  $I_{ф\_возвр}$ ).

**2.4.5.5** Для исключения работы ЗНПФ при неполнофазном режиме и при отсутствии асинхронного хода ЗНПФ вводится на определенное время сигналом срабатывания АЛАРо при симметричном режиме. То есть в ЗНПФ контролируется предшествующая работа АЛАРо при симметричном режиме. Этот контроль может быть выведен с помощью программной накладки, а ЗНПФ отстроен от работы ЗНФР по времени на ступень селективности 200 мс.

**2.4.5.6** При срабатывании ЗНПФ формируется сигнал на телеотключение ВЛ и отключение систем шин 500 кВ либо смежного элемента, к которым присоединяется отказавший выключатель, ЗНПФ которого сработал.

#### **2.4.6 Контроль исправности цепей напряжения (КИН)**

**2.4.6.1** Устройство контроля исправности цепей напряжения (КИН) проверяет целостность цепей напряжения, необходимых для функционирования АЛАРо, АОПН, и формирует сигнал «Неисправность цепей напряжения».

**2.4.6.2** При срабатывании устройство КИН обеспечивает блокировку АЛАРо, АОПН, а также воздействует на сигнализацию.

#### **2.4.7 Устройство контроля исправности токовых цепей (КИТ)**

**2.4.7.1** КИТ предусматривается для токовых цепей выключателей В-1-1 (КИТ-1), В-2-1 (КИТ-2), В-1-2 (КИТ-3), В-2-2 (КИТ-4).

**2.4.7.2** КИТ выполнен на принципе невозможности длительного (более цикла ОАПВ) существования несимметричного режима в первичной сети, в которой не предусматривается длительные неполнофазные режимы работы линии. То есть при наличии разницы в действующих значениях токов фаз более допустимой величины (в о.е. от максимального значения тока в одной из фаз) КИТ срабатывает.

**2.4.7.3** Если длительный неполнофазный режим линии применяется на ВЛ-1, ВЛ-2, КИТ, либо возможно длительное существование несимметричного режима следует вывести из работы программной накладкой при наладке шкафа.

#### **2.4.8 Контроль исправности устройства (КИУ)**

Контроль исправности устройства выявляет аппаратные неисправности процессорного блока, измерительных цепей, цепей оперативного тока и цепей сигнализации.

При выявлении любой неисправности выход DO24/3:16 «ИСПРАВНОСТЬ» переходит в состояние «Отключено» (реле KLN1 обесточивается), и выпадает блинкер КН1 «НЕИСПРАВНОСТЬ». Контакт указательного реле КН1 замыкается и запускает центральную звуковую и световую сигнализацию подстанции.

При этом на шкафу КПА-М загорается панельная лампа «НЕИСПРАВНОСТЬ».

#### **2.4.9 Устройство сигнализации**

Комплекс предусматривает следующий объем сигнализации:

- срабатывание (указательное реле «Срабатывание» и лампа «Срабатывание»);
- неисправность (указательное реле «Неисправность» и лампа «Неисправность»).

Кроме того, процессорный блок (БП) предоставляет более подробную местную сигнализацию, выполненную на светодиодах экрана БП (см. п.2.6.16).

#### **2.4.10 Устройство осциллографирования (осциллограф)**

Устройство имеет встроенную систему осциллографирования аварийных процессов и событий с пуском как по аварийным параметрам режима (лист С2.44 [4], [5]), так и по сигналу от алгоритма устройства (раздел С2 [4]). Общая продолжительность регистрируемого процесса – до 120 секунд; продолжительность регистрируемого процесса, предшествовавшего пуску – до 60 секунд.

#### **2.4.11 Регистрация событий**

Комплекс предусматривает вывод в устройство АСУ ТП сигналов о режимах работы, срабатываниях и неисправностях. Сигналы выводятся гальванически независимыми контактами на ряд зажимов шкафа (лист Э3.18 АС [4]).

## 2.5 Состав и конструкция шкафа

2.5.1.1 Внешний вид шкафа представлен в альбоме схем [4]. В состав изделия входят следующие основные блоки:

- блок процессорный «БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48»;
- аналого-цифровые преобразователи тока «REXT-I3», напряжения «REXT-U8-D»;
- модули ввода дискретных сигналов «REXT-DI24», «REXT-DI220» и вывода дискретных сигналов «REXT-DO24»;
- сигнальные лампы и кнопки съема сигнализации;
- переключатели и кнопки оперативного управления;
- выходные реле и реле контроля питания;
- испытательные блоки для измерительных цепей тока и напряжения;
- блок питания 220/24 В;
- блок конденсаторов =220В на входе питания шкафа;
- блок управления питанием с автоматическими выключателями;
- сетевой коммутатор;
- ряды зажимов для подключения внешних цепей.

Все входящие в комплекс устройства и блоки размещаются в шкафу Rittal типа TS-8, лицевая дверь стеклянная, тыловая — металлическая. Размеры шкафа: высота 2200 мм (с цоколем 200 мм), ширина 800 мм, глубина 600 мм.

Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел IP54 по ГОСТ 14254-96.

Электрические соединения между аппаратами комплекса выполнены медными проводами внутри шкафа. Номинальное сечение проводов не менее 2,5 мм<sup>2</sup> для токовых цепей, не менее 1,5 мм<sup>2</sup> для цепей напряжения и не менее 0,5 мм<sup>2</sup> для остальных цепей.

Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется с помощью рядов зажимов, предназначенных для подключения одного проводника сечением до 6 мм<sup>2</sup> или двух проводников сечением до 2,5 мм<sup>2</sup>.

Контактные соединения шкафа соответствуют 2 классу по ГОСТ 10434-82.

Ряды зажимов выполнены с учетом требований ПУЭ, раздел III-4-15.

### 2.5.2 Процессорный блок

Расположение модулей входных, выходных дискретных сигналов, а также модулей аналоговых входных сигналов приведено в альбоме схем [4]. Процессорный блок **БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48** содержит:

- микропроцессорный модуль (МП), обеспечивающий выполнение необходимых вычислений;
- модули ввода дискретных сигналов DI24/1- DI24/3, DI220/1 - DI220/5, которые обеспечивают обработку и пересылку данных о состоянии дискретных входов в процессорный блок (БП). Модули DI24 рассчитаны на обработку 16-ти внутренних входных сигналов на уровне напряжения =24 В, модуль DI220 рассчитан на обработку 6-ти внешних входных сигналов на уровне напряжения =220 В;

- модули вывода дискретных сигналов DO24/1 - DO24/3, предназначенные для управления выходными промежуточными и указательными реле, связи с контроллерами АСУ ТП и РАС;
- экран, позволяющий просматривать состояние комплекса и информацию о работе устройств.

### 2.5.3 Входные цепи

2.5.3.1 Расположение модулей и блоков приведено в альбоме схем [4].

2.5.3.2 В шкафу предусмотрены измерительные токовые цепи от трансформаторов тока В-1-1, В-2-1, В-1-2, В-2-2 с номинальным вторичным током 1 А или 5 А.

2.5.3.3 Токовые цепи подключаются к АЦП тока UA1 - UA4 типа «REXT-I3» через испытательные блоки, чем обеспечивается возможность их безразрывного отключения. UA5 и UA6 резервные АЦП.

2.5.3.4 В шкафу предусмотрены измерительные цепи напряжения от 2-х линейных трансформаторов напряжения ТН ВЛ-1 и ТН ВЛ-2.

2.5.3.5 Цепи напряжения подключаются к АЦП напряжения UV1, UV2 типа «REXT-U8-D» через испытательные блоки. На АЦП подаются напряжения от трансформаторов напряжения — Ua, Ub, Uc, Уни, Уиф, Уфк.

2.5.3.6 Модули типа «REXT-I3» и «REXT-U8-D» устанавливаются на кроссовый блок типа «REXT-CROSS-6M», который обеспечивает питание =24 В и связь с процессорным блоком типа «БФ» посредством интерфейса RS-485.

2.5.3.7 Модули типа «REXT-DI24» устанавливаются на процессорный блок с монтажной стороны;

2.5.3.8 Модули типа «REXT-DI220» DI220/1 и DI220/2 устанавливаются на процессорный блок с монтажной стороны, DI220/3 - DI220/5 на кроссовый блок типа «REXT-CROSS-6M», который обеспечивает питание =24 В и связь с процессорным блоком типа «БФ» посредством интерфейса RS-485.

2.5.3.9 Питание =24 В кроссового блока «REXT-CROSS-6M» осуществляется от блока питания UG1.

### 2.5.4 Вывод дискретных сигналов

2.5.4.1 Вывод дискретных сигналов осуществляется через модуль ввода дискретных сигналов DO24/1 и DO24/2 типа «REXT-DO24». Каждая плата рассчитана на коммутацию 16 цепей. Выходные ключи платы предусматривают коммутацию напряжения 24 В постоянного тока произвольной полярности. Сопротивление ключа во включенном состоянии не более 0,5 Ом. Допустимо длительное протекание тока по каждому каналу до 0,5 А. В состав каждого выходного канала входит элемент защиты от перенапряжений, что позволяет коммутировать индуктивную нагрузку без использования внешних защитных диодов.

2.5.4.2 Для подвода цепей выходных сигналов к модулю дискретного вывода используется клеммник FRONT-МС 1,5/10-STF-3,81 «под винт».

2.5.4.3 Номинальное напряжение питания катушек выходных реле =24 В.

### 2.5.5 Оперативные цепи шкафа

2.5.5.1 Оперативное напряжение =220 В подается через автомат SF1 и блок конденсаторов =220В и используется для питания процессорного блока **БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48** через блок питания UG1, и оперативного напряжения входных цепей модулей дискретного ввода DI220/1÷ DI220/5. Блок питания UG1 обеспечивает питание напряжением 24 В модулей аналогового (UA1 – UA6, UV1 - UV4) и дискретного (DI24/1÷ DI24/3, DI220/1÷

DI220/5) вводов, а также выходных промежуточных реле.

**2.5.5.2** Ввод дискретных сигналов (положения оперативных переключателей) осуществляется на напряжении =24 В непосредственным подключением к модулю ввода DI24 через винтовые зажимы.

**2.5.5.3** Ввод дискретных сигналов от внешних устройств осуществляется на напряжении =220 В через внешний клеммный ряд с винтовыми зажимами и модули дискретного ввода DI220/1÷ DI220/5.

### 2.5.6 Выходные цепи

Все выходные цепи, воздействующие на отключение выключателя и прочие исполнительные устройства, оборудованы переключателем, позволяющим выполнять их оперативный ввод и вывод.

Выходные цепи подключаются через ряды зажимов, состоящие из контактных наборных зажимов (клемм), предназначенных для присоединения одного медного проводника сечением до 6 мм<sup>2</sup> включительно или двух медных проводников одинакового сечения до 2,5 мм<sup>2</sup> включительно.

Для обеспечения безопасных условий технического обслуживания шкафа в рядах зажимов применены разъемные клеммы, обеспечивающие разрыв цепей.

### 2.5.7 Цепи сигнализации

Комплекс предусматривает следующий объем общей сигнализации:

- Неисправность БП;
- Неисправность вторичных цепей напряжения;
- Срабатывание комплекса.

Предусмотрены указательные реле, а также сигнальные лампы «НЕИСПРАВНОСТЬ» и «СРАБАТЫВАНИЕ». Контакты указательных реле выведены на ряд зажимов X00.

### 2.5.8 Органы оперативного управления

Для оперативного управления устройствами противоаварийной автоматики шкаф имеет переключатели и кнопки:

SAC1	— «Ввод шкафа»	Ввод в работу/ вывод из работы шкафа КПА-М
SAC2	— «АЛАР ВЛ-1»	Ввод/вывод АЛАР ВЛ-1 в работу
SAC3	— «АОПН ВЛ-1»	Ввод/вывод АОПН ВЛ-1 в работу
SAC4	— «УРОВ АОПН ВЛ-1»	Ввод/вывод УРОВ АОПН ВЛ-1 в работу
SAC5	— «ЗНПФ ВЛ-1»	Ввод/вывод ЗНПФ ВЛ-1
SAC6	— «Группа уставок АЛАР ВЛ-1»	Выбор группы уставок АЛАР ВЛ-1
SAC7	— «АЛАР ВЛ-2»	Ввод/вывод АЛАР ВЛ-2 в работу
SAC8	— «АОПН ВЛ-2»	Ввод/вывод АОПН ВЛ-2 в работу
SAC9	— «УРОВ АОПН ВЛ-2»	Ввод/вывод УРОВ АОПН ВЛ-2 в работу
SAC10	— «ЗНПФ ВЛ-2»	Ввод/вывод ЗНПФ ВЛ-2
SAC11	— «Группа уставок АЛАР ВЛ-2»	Выбор группы уставок АЛАР ВЛ-2
SAC12	— «Режим ввода гр. уст.»	Выбор режима группы уставок: местный / дистанционный



SX1	— «Вых. цепи откл. В-1-1»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-1-1
SX2	— «Вых. цепи откл. В-2-1»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-2-1
SX3	— «Вых. цепи вкл. В Р-1»	Ввод/вывод выходных цепей включения В Р-1
SX4	— «Вых. цепи ТО ВЛ-1 (АОПН)»	Ввод/вывод выходных цепей передачи ТО АОПН ВЛ-1
SX5	— «Вых. цепи ТО ВЛ-1 (АЛАР)»	Ввод/вывод выходных цепей передачи ТО АЛАР ВЛ-1
SX6	— «Вых. цепи откл. ВЛ-4 ч/з КСЗ-1»	Ввод/вывод выходных цепей отключения ВЛ-4 через КСЗ-1
SX7	— «Вых. цепи откл. ВЛ-3 ч/з КСЗ-1»	Ввод/вывод выходных цепей отключения ВЛ-3 через КСЗ-1
SX8	— «Вых. цепи откл. В-1-2»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-1-2
SX9	— «Вых. цепи откл. В-2-2»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-2-2
SX10	— «Вых. цепи вкл. В Р-2»	Ввод/вывод выходных цепей включения В Р-2
SX11	— «Вых. цепи ТО ВЛ-2 (АОПН)»	Ввод/вывод выходных цепей передачи ТО АОПН ВЛ-2
SX12	— «Вых. цепи ТО ВЛ-2 (АЛАР)»	Ввод/вывод выходных цепей передачи ТО АЛАР ВЛ-2
SX13	— «Вых. цепи откл. ВЛ-4 ч/з КСЗ-2»	Ввод/вывод выходных цепей отключения ВЛ-4 через КСЗ-2
SX14	— «Вых. цепи откл. ВЛ-3 ч/з КСЗ-2»	Ввод/вывод выходных цепей отключения ВЛ-3 через КСЗ-2
SX15	— «Резерв»	Резерв
SX16	— «Резерв»	Резерв
SX17	— «Резерв»	Резерв
SX18	— «Резерв»	Резерв
SB1	— Сброс сигнализации	Сброс сигнализации
SG1	— «Цепи тока В--11»	Испытательный блок цепей тока В-1-1
SG2	— «Цепи тока В-2-1»	Испытательный блок цепей тока В-2-1
SG3	— «Цепи тока В-1-2»	Испытательный блок цепей тока В-1-2
SG4	— «Цепи тока В-2-2»	Испытательный блок цепей тока В-2-2
SG5	— «Цепи тока (резерв)»	Испытательный блок цепей тока (резерв)
SG6	— «Цепи тока (резерв)»	Испытательный блок цепей тока (резерв)
SG7	— «Цепи напряжения ТН ВЛ-1»	Испытательный блок цепей напряжения ТН ВЛ-1
SG8	— «Цепи напряжения ТН ВЛ-2»	Испытательный блок цепей напряжения ТН ВЛ-2

### **2.5.9 Интерфейсные средства**

Для организации интерфейса «человек-машина» при конфигурировании комплекса и настройке уставок предусматривается возможность подключения полной клавиатуры и монитора. Клавиатура и монитор подключаются непосредственно к разъемам БП.

Организация удаленного доступа к шкафу осуществляется через разъем RJ45 на БП подключением кабеля UTP для работы с информационно-вычислительной сетью в стандарте Ethernet.

### **2.5.10 Цепи служебного питания**

Служебное питание ~220 В подается через автомат SF3 и обеспечивает напряжением розетку и осветительную панель шкафа, используемую для питания испытательной аппаратуры.

### **2.5.11 Цепи регистрации**

Для подключения к контроллерам АСУ ТП или внешнему регистратору аварийных процессов на ряды зажимов выведены сигналы о неисправностях, срабатывании отдельных автоматик и их ступеней, действиях автоматик на выдачу управляющих воздействий первичным оборудованием объекта (для каждого вида УВ).

## 2.6 Принцип работы устройств

### 2.6.1 Измерения

Комплекс осуществляет замеры токов через два выключателя на линию (п.2.1), а также напряжения от линейного ТН обоих ВЛ. На основании этих замеров расчетом определяются фазные соотношения, а также производные величины — активная, реактивная мощность и кажущееся сопротивление.

### 2.6.2 Контроль ввода измерительных цепей тока и напряжения

Местная сигнализация шкафа предусматривает отображение на мониторе состояние крышек испытательных блоков в измерительных цепях (лист С3.1 АС [4]).

Для токовых цепей В-1-1 (лист С2.3 АС) контролируется отсутствие сигнала «**SG1 вв. I В-1-1**» означающего состояние «КРЫШКА ВСТАВЛЕНА» на SG1. При отсутствии этого сигнала формируется логическая единица сигнала «**Цепи ТТ В-1-1 выведены**». Для остальных токовых цепей принцип контроля крышек SG аналогичен. При этом загорается светодиод на экране **M1/11 «SG1 крышка снята»** (л.С3.1 АС [4]).

В каждой измерительной цепи ТН ВЛ-1 и ТН ВЛ-1 предусмотрен испытательный блок. При отсутствии крышки на **SG7** сигнал «**SG7 вв. U ТН-1**» исчезает, вызвав появление сигнала «**Цепи ТН-1 выведены**», который зажигает светодиод **M1/13 «SG7 крышка снята»** (лист С3.1 АС [4]).

### 2.6.3 Устройство контроля исправности измерительных цепей напряжения (КИН)

#### Версия алгоритма КИН.03.20.

Алгоритмы устройства КИН для ТН ВЛ-1, ТН ВЛ-2 приведены на листах С2.4, С2.5 в альбоме схем [4] и основаны на сравнении фазных напряжений основной и дополнительной обмоток трансформатора напряжения. Ниже будет приведено описание для КИН ТН ВЛ-1 (КИН-1). Для КИН ТН ВЛ-1 (КИН-2) описание аналогично.

Адаптация к различным вариантам схем соединения дополнительных обмоток («разомкнутый треугольник») обеспечивается при конфигурировании вводом в элемент **Sel T** значения  $N$ , где  $N$  — номер схемы [4] (листы С2.40 – С2.43).

Устройство содержит три органа функции «деления», в каждом из которых фазные напряжения обмоток «разомкнутого треугольника» приводятся к масштабу фазных напряжений обмоток звезды (делятся на  $\sqrt{3}$ , **DC1.1, DC1.2, DC1.3**).

Далее на трех органах функции «Вычитание» (**DC2.1, DC2.2, DC2.3**) производится вычисление разности измеренных мгновенных значений напряжений звезды и треугольника.

На элементах «rms» (**DC3.1, DC3.2, DC3.3**) вычисляется действующее значение этой разности, которое сравнивается с заданной уставкой **Ucp (DC4.1, DC4.2, DC4.3)**.

При недопустимой разности фазных напряжений звезды и треугольника, превышающей уставку **Ucp**, КИН срабатывает и немедленно блокирует АЛАР (л.С2.9, С2.12 [4]) (сигнал «**Блок. АЛАР от КИН-1**»), и с выдержкой времени **t<sub>КИН</sub>** (от 5 до 20 с) подает сигнал «**Неиспр. U ТН-1**». Если условие для срабатывания КИН перестало существовать, сигнал «**Блок. АЛАР от КИН-1**» исчезнет только по истечении времени **t<sub>БЛОК</sub>** (порядка 100 мс).

Также устройство содержит шесть органов сравнения (**DC6.1, DC6.2, DC6.3, DC8.1, DC8.2, DC8.3**) действующих значений фазных напряжений обмоток звезды и треугольника с заданной уставкой **Uвыв**. При срабатывании всех шести этих органов с выдержкой времени **t<sub>КИН</sub>** (от 5 до 20 с) устройство формирует сигнал «**Вывод U ТН-1**».

АОПН блокируется при неисправностях в цепях напряжений. Блокировка снимается при отсутствии устойчивых и неустойчивых повреждений в цепи ТН (**DT3**) и сразу при установке ВЛ под напряжение ВЛ.

АЛАР блокируется при неисправностях в цепях напряжений. Блокировка снимается при отсутствии устойчивых и неустойчивых повреждений в цепи ТН через порядка 100 мс после исчезновения повреждения (**DT3**) и при установке ВЛ под напряжение (**DT5**) после успешного опробования ВЛ.

Предусмотрена возможность вывода устройства КИН программной накладкой **XB1**.

Накладка **XB2** предусмотрена для запрета блокировки АЛАР и АОПН при выводе цепей напряжения из работы.

## 2.6.4 Контроль исправности цепей тока (КИТ)

### Версия алгоритма КИТ.03.19.

Алгоритмы контроля исправности цепей тока В-1-1 (КИТ-1), В-2-1 (КИТ-2), В-1-2 (КИТ-3), В-2-2 (КИТ-4) приведены в альбоме схем [4] на листах С2.5, С2.6, С2.23, С2.24.

Любой КИТ может быть выведен из работы программной накладкой **XB1** при настройке шкафа.

Алгоритм контроля основан на невозможности существования в нормальном режиме несимметрии в токе, превышающей уставку «**k**». Если в первичной сети предусмотрен режим длительного неполнофазного режима (отключена 1 фаза), КИТ должен быть выведен из работы программной накладкой. Также не рекомендуется вводить КИТ в работу, если в сети присутствует большая несимметрия в нормальном режиме.

На элементах **DC3, DC4, DC5** рассчитывается разность действующих значений токов фаз. Далее эти значения берутся по модулю (**fabs**) и сравниваются с максимальным значением тока в фазах, помноженным на уставку «**k**», на элементах **DC7, DC8, DC9**.

КИТ пускается, если выполняются одновременно два условия:

- разница между фазными токами превышает допустимую величину «**k**» в относительных единицах от максимального значения тока фаз;
- если уровень максимального значения тока фаз превышает  $0,1I_{ном}$  (10% от номинального значения трансформатора тока).

Если оба условия сохраняются в течение времени  $t_{кит}$ , КИТ срабатывает и формирует сигнал «**Неиспр. ТТ В-1-1**» («**Неиспр. ТТ-2-1**», «**Неиспр. ТТ В-1-2**», «**Неиспр. ТТ В-2-2**»).

Условие превышения  $0,1I_{ном}$  исключает излишнее срабатывание из-за неточности трансформаторов тока в начале диапазона измерений.

При срабатывании устройство с выдержкой времени подает сигнал в КИУ (л. С2.39), который формирует сигнал «**Неисправность КПА-М**» (лист Э3.15 АС [4]). Также загорается светодиоды на листе С3.1 в разделе «**Неисправность**»:

- М1/35 «цепей I В-1-1»;
- М1/36 «цепей I В-2-1»;
- М1/38 «цепей I В-1-2»;
- М1/39 «цепей I В-2-2».

## 2.6.5 Устройство АЛАР

### Версия алгоритма 04.01.

2.6.5.1 В шкафу для выявления асинхронного режима ВЛ-1, ВЛ-2 предусмотрена основная АЛАР по сопротивлению (АЛАРо) двух видов:

1. АЛАРо при симметричном режиме (далее АЛАРо сим.);
2. АЛАРо при несимметричном режиме (далее АЛАРо несим.).

Каждый из видов АЛАРо могут быть выведены из работы программно, как подсистема, которую не обрабатывает операционная система (указывается в параметрических таблицах в п.2.3 «Ввод подсистем») [5]. Это настраивается при наладке шкафа КПА-М.

Далее описание работы АЛАРо будет приведено для ВЛ-1, так как для ВЛ-2 логика работы идентична.

Оперативно с помощью переключателя SAC7 АЛАРо сим. и АЛАРо несим. ВЛ-1 вводятся или выводятся из работы.

2.6.5.2 АЛАРо работает по принципу фиксации асинхронного хода по форме годографа сопротивления прямой последовательности, описанному подробнее в п. 2.6.8.

2.6.5.3 Алгоритм АЛАРо сим. ВЛ-1 приведен на листах С2.9 – С2.11 альбома схем [4]. Алгоритм АЛАР несим. ВЛ-1 приведен на листах С2.12 – С2.14 альбома схем [4].

### Группы уставок АЛАР

2.6.5.4 Предусмотрено 4 группы уставок, которые могут быть изменены как местно – с помощью переключателя SAC6, так и дистанционно – с помощью сети цифровой передачи данных (АРМ, АСУ ТП) по Ethernet. Режим ввода группы уставок «местный / дистанционный» определяется положением рукоятки переключателя SAC12.

Группу уставок можно динамически удалять и добавлять. Минимальное количество групп уставок – 1 группа. Максимальное количество групп уставок – 4 группы. Если всего создано менее 4-х групп уставок, при повороте рукоятки в положение несуществующей группы уставок на мониторе БП начнет мигать светодиод М1/9 «Несущ.гр.у.SAC6», оповещающий о выборе переключателем SAC6 несуществующей группы уставок. При этом устанавливается 1-ая группа уставок.

Выбор группы уставок происходит одновременно для АЛАРо сим., АЛАРо несим.. Поэтому при заполнении параметрических таблиц необходимо предусмотреть одинаковое количество групп уставок для АЛАРо сим, АЛАРо несим..

2.6.5.5 Алгоритм выбора групп уставок АЛАР приведен на листе С2.7 АС [4].

2.6.5.6 В алгоритме присутствует блок АПК 4n, который обеспечивает переход на требуемую группу уставок только по истечении 3 секунд после окончания перевода рукоятки переключателя SAC6. Это необходимо для того, чтобы при переходе рукоятки переключателя через промежуточные позиции не вводилась группа уставок, соответствующая этим промежуточным состояниям рукоятки ключа. Логика блока АПК 4n приведена на этом же листе С2.7. На таймерах DT1 – DT4 осуществляется задержка в установке вновь выбранной группы уставок. На триггерах D1.4 – D4.4 запоминается выбранная группа уставок.

На входы IN1 и IN2 блока АПК 4n приходят два сигнала «Register\_SAC6\_1» со входа DI24/1:8 и «Register\_SAC6\_2» со входа DI24/1:9. В зависимости от позиции рукоятки переключателя выстраивается комбинация сигналов на входах IN1 и IN2 блока АПК 4n, которая приводит к выставлению на одном из выходов OUT1 – OUT4 логической единицы. Далее эти единицы поступают на входы элементов D1.1 – D4.1, и, если установлен местный режим ввода групп уставок (SAC12 в положении «0») (отсутствует сигнал GU\_dist) на выходе

одного из элементов **D1.1 – D4.1** появляется логическая единица, которая определяет введенную группу уставок (сигналы «**ALAR1\_GU1**» - «**ALAR1\_GU4**»). По этому сигналу также на светодиодах **M1/5 – M1/8** фиксируется введенная группа уставок.

Далее эти сигналы о введенной группе уставок поступают в алгоритмы «Общая структура АЛАРо ВЛ-1 при симметричном режиме» на лист С2.9, и «Общая структура АЛАРо ВЛ-1 при несимметричном режиме» на лист С2.12.

Если выбран дистанционный режим ввода группы уставок (**SAC12** в положении «Дист.») (присутствует сигнал **GU\_dist**) на элементах **D1.1 – D4.1** запрещается прохождение сигналов от переключателя **SAC6**. В то же время на входах элементов **D1.2 – D4.2** появляется разрешающая единица для прохождения сигналов от сети цифровой передачи данных Ethernet (АСУ ТП). Сигнал от АСУ ТП через блок **PRG-GU1** устанавливает логическую единицу на одном из выходов **GU1 – GU4**, соответствующему выставленной группе уставок удаленно. На выходе одного из элементов **D1.2 – D4.2** появляется логическая единица, которая вводит выбранную группу уставок.

В каждой группе уставок можно задать динамически до 4-х независимых и одновременно функционирующих органов выявления асинхронного режима (ОВАР), с помощью которых фиксируется годограф сопротивления прямой последовательности. Количество ОВАР определяется при заполнении параметрических таблиц [5].

### 2.6.6 Алгоритм блокировки АЛАРо от внешнего УПА (УПА-Блок АЛАР)

Алгоритм блокировки АЛАРо от внешнего устройства противоаварийной автоматики приведен на листе С2.8 АС [4]. **Алгоритм не используется при текущей настройке шкафа поэтому все входные сигналы алгоритма отвязаны от входов КПА-М.**

Алгоритм УПА-Блок АЛАР формирует отдельные блокирующие сигналы для АЛАРо и АЛАРр. Разрешение на формирование этих блокирующих сигналов вводится программными накладками **XB2, XB3**.

Алгоритм предусматривает два способа приема блокирующего сигнала от УПА:

1. кратковременный сигнал;
2. длительный сигнал.

При первом способе используются два вида кратковременных сигнала:

- Блокирование;
- Деблокирование.

Во втором способе длительность блокирования АЛАР определяется временем существования длительного сигнала от внешнего УПА.

Выбор способа блокирования определяется положением программной наклейки **XB1**:

- при положении **XB1** "ВЫВЕДЕНО" используются кратковременные сигналы "Блокирование" и "Деблокирование" от внешнего УПА. Запоминание состояния "АЛАР-1 блокирована" выполняется на триггере **D2**;
- при положении **XB1** "ВВЕДЕНО" используется длительный сигнал блокирования от внешнего УПА.

В случае, если АЛАР ВЛ-1 блокирована от внешнего УПА, блокировку можно оперативно снять вручную, повернув рукоятку переключателя **SACXX** «Деблокировка АЛАР-1, 2: ручной ввод» в положение «ВВЕДЕНО».

**2.6.6.1** При первом способе блокировки (**XB1** в положении «ВЫВЕДЕНО») алгоритм воспринимает кратковременные сигналы блокировки и деблокировки.

При появлении блокирующего сигнала «**Block\_ALAR1\_in**» и отсутствии режима оперативного ручного деблокирования (отсутствует сигнал «**Deblock\_ALAR1\_ruch**») на выходе **D1.1** появляется «1». Эта «1» вызовет срабатывание одновибратора **DT1**. «1» на выходе **DT1** переключит триггер **D2** в сработанное состояние. Далее, «1» на неинверсном выходе **D2** вызовет срабатывание **D3.2**, и на выходе элементов **D5, D6** сформируются сигналы «**Block\_ALARo\_UPA1**» и «**Block\_ALARr\_UPA1**», которые соответствуют заблокированному состоянию АЛАР ВЛ-1 (при введенных **XB2** и **XB3**). Сигнал «**Block\_ALARo\_UPA1**» уходит в общую структуру АЛАР сим. и АЛАР несим (лист С2.9, С2.12 АС [4]).

При появлении сигнала «**Deblock\_ALAR1**» и отсутствии режима оперативного ручного деблокирования (отсутствует сигнал «**Deblock\_ALAR\_ruch**») на выходе **D1.2** формируется «1», запускающая одновибратор **DT2.2**. «1» на выходе **DT2.2** через элемент **D2.1** сбрасывает триггер **D2**. При этом на выходе **D3.2** исчезнет «1», а, следовательно, и сигналы «**Block\_ALARo\_UPA1**» и «**Block\_ALARr\_UPA1**» исчезнут, и блокировка с АЛАР ВЛ-1 снимется.

**2.6.6.2** При втором способе блокирования АЛАР ВЛ-1 (**XB1** в положении «ВВЕДЕНО») алгоритм УПА-Блок АЛАР воспринимает длительный сигнал блокировки «**Block\_ALAR1\_in**».

При отсутствии режима ручной деблокировки («**Deblock\_ALAR\_ruch**») и отсутствии сигнала «**Block\_ALAR1\_in**» на выходе элемента **D1.1** присутствует «0», который «запирает» **D3.1**. Так как элемент **D3.2** также оказывается «запертым», на обоих входах **D4** присутствует



«0», а, следовательно, и элементы **D5** и **D6** оказываются в неработанном состоянии, что ведет к исчезновению сигналов «**Block\_ALARo\_UPA1**» и «**Block\_ALARr\_UPA1**» и снятию блокировки с АЛАР.

При отсутствии режима ручной деблокировки («**Deblock\_ALAR\_ruch**») и наличии сигнала «**Block\_ALAR1\_in**» «1» на выходе **D1.1**, пройдя через элементы **D3.1**, **D4**, вызовет срабатывание элементов **D5** и **D6**, сформировав сигналы «**Block\_ALARo\_UPA1**» и «**Block\_ALARr\_UPA1**», что соответствует заблокированному состоянию АЛАР (при введенных **XB2** и **XB3**).

**2.6.6.3** При наличии режима ручной деблокировки сигнал «**Deblock\_ALAR\_ruch**» блокирует прохождение входных внешних сигналов на элементах **D1.1** и **D1.2**, а также сбрасывает триггер **D2**.

## 2.6.7 Устройство автоматики ликвидации асинхронного режима по сопротивлению (АЛАРо)

### 2.6.7.1 Алгоритм блокировки АЛАР ВЛ при отключенном присоединении (БОП)

Алгоритм блокировки АЛАР ВЛ при отключенном присоединении приведен на листе С2.7 альбома схем [4]. БОП предусмотрен одновременно и для АЛАРо сим. и для АЛАРо несим. Алгоритмы БОП для ВЛ-1 и ВЛ-2 аналогичны, поэтому описание будет приведено только для ВЛ-1.

Алгоритм предназначен для исключения ложной работы АЛАРо при отключенном присоединении в случае отсутствия тока и напряжения. В такой ситуации из-за наводок на входы измерительных органов КПА-М возникает неоднозначное соотношение напряжения к току, которое при определенных условиях может вызвать изменение сопротивления прямой последовательности ВЛ таким образом, что годограф этого сопротивления попадет под условия срабатывания ОВАР АЛАРо. Алгоритм БОП исключает ложную работу АЛАР при таком исходе событий. Принцип блокирования основан на невозможности существования малой величины напряжения при одновременно малой величине тока в нормальном или аварийном режимах ВЛ при исправных цепях тока и напряжения шкафа.

На пороговых элементах **DC1** и **DC2** осуществляется сравнение с минимальной величиной напряжения и тока соответственно, при которых АЛАР должен вводиться в работу. Блокировка АЛАР при снижении тока и напряжения ниже минимальных величин «**I бл.min**» и «**U бл.min**» наступает через выдержку времени **DT1** (регулируемая) (формируется сигнал «**Block\_VL1**»). Сигнал **Block\_VL1** поступает в алгоритм «Общая структура АЛАРо ВЛ-1 при симметричном режиме» на лист С2.9, и «Общая структура АЛАРо ВЛ-1 при несимметричном режиме» на лист С2.12 альбома схем [4].

### 2.6.7.2 Общая структура АЛАРо ВЛ при симметричном режиме

Общая структура АЛАР ВЛ при симметричном режиме приведена на листе С2.9 альбома схем [4].

Общая структура АЛАР включает в себя входные разрешающие сигналы, измерительный орган по сопротивлению, все ОВАРы на *i*-ую группу уставок. Приведен алгоритм для одной *i*-той группы уставок.

Для правильной работы АЛАР предусмотрен контроль:

- введенного состояния АЛАР (переключатель SAC2) (сигнал «**in\_ALARo\_1**»);
- отсутствие блокирующего сигнала от КИН (сигнал «**Block\_U1\_ALAR**»);
- отсутствие блокирующего сигнала от алгоритма БОП (сигнал «**Block\_VL1**»);
- отсутствие блокирующего сигнала от внешнего УПА (сигнал «**Block\_ALARo\_UPA1**»). Сигнал постоянно отсутствует по причине выведенного из работы алгоритма «УПА-блок АЛАР ВЛ-1»;
- наличие сигнала о введенной *i*-той группе уставок (сигнал «**ALAR1\_GUi**»).

Измерительный орган сопротивления прямой последовательности осуществляет расчет на основе измеряемых токов двух выключателей линии (сумма токов **UA1**, **UA2**) и напряжения ВЛ **UV1**.

Далее при наличии разрешающего сигнала «**ALAR1\_s\_per**» и замера сопротивления прямой последовательности «**Z1**» разрешается работа органа выявления асинхронного режима.

### 2.6.7.3 Общая структура ОВАР АЛАР ВЛ при симметричном режиме

Общая структура ОВАР АЛАР ВЛ при симметричном режиме приведена на листе С2.10 альбома схем [4].

Общая структура содержит в себе дистанционный орган фиксации годографа сопротивления прямой последовательности при асинхронном ходе, а также логику работы ступеней ОВАР. Подробное описание логики ступеней ОВАР приведено в п.2.6.8. Предусмотрено всего три ступени у каждого ОВАР, которая может быть введена или выведена из работы накладкой (XB1, XB2, XB3).

Каждый ОВАР в каждой группе уставок может формировать одинаковый набор выходных сигналов (сигналы срабатывания ступеней), указанных на текущей функционально - логической схеме. Этот набор может различаться в зависимости от набора введенных и выведенных ступеней в каждом ОВАР. Те уставки, что приведены в общей структуре ОВАР АЛАР индивидуальны для каждого ОВАР АЛАР. В одной группе уставок может быть несколько ОВАР (до 4-х).

**Таблица коммутации выходных сигналов ОВАР АЛАРо ВЛ при симметричном режиме, действующих непосредственно на релейные выходы БП и местную сигнализацию.**

Таблица коммутации выходных сигналов ОВАР АЛАР сим., действующих непосредственно на релейные выходы БП (**ТУВ АЛАРо сим.**) и местную сигнализацию (**Тсигн.УВ АЛАРо сим**) приведена на листе С2.11 альбома схем [4]. Такая таблица выходных сигналов АЛАР приводится в параметрических таблицах для каждого ОВАР.

#### **2.6.7.4 ТУВ АЛАРо сим.**

В таблице в строках приведены номера выходов модулей **DO24** (листы Э3.13 – Э3.15 АС) и светодиодный индикатор терминала «Сигнал» (**BASE1/1**), означающий событие «Срабатывание». В столбцах приведены:

- назначение выходов;
- настройка выходов (с запоминанием сигнала и по текущему состоянию сигналов);
- выходные сигналы алгоритма АЛАРо сим.

Настройка светодиодов «с запомин.» означает, что при исчезновении сигнала, вызвавшего загорание соответствующего светодиода, светодиод будет продолжать гореть пока не будет осуществлен сброс сигнализации. Если сигнал, который вызвал срабатывание выхода со светодиодом «с запомин.», будет продолжать присутствовать на выходе, то сброс сигнализации не приведет к погасанию его светодиода. Выходы с настройкой «по текущ.» означают, что выход будет находиться в состоянии «ВКЛЮЧЕНО», пока будет присутствовать на выходе сигнал. Выход переходит в состояние «ОТКЛЮЧЕНО» при исчезновении сигнала на выходе. Настройка выхода «по текущ.» соответствует режиму выхода DO24 «СБРОС» (п.2.2.5.4).

Идентичная таблица приведена в параметрических таблицах [5] для каждого ОВАР. Выставлением крестиков на пересечении номера выхода БП (**DO24**) и сигнала срабатывания ступени АЛАР сим. осуществляется подключение сигналов ОВАР АЛАР к выходам модулей **DO24** (в параметрических таблицах вместо "X" указывается "1"). Эта настройка выполняется на этапе наладки шкафа КПА-М.

#### **2.6.7.5 Тсигн.УВ АЛАРо сим**

В таблице в строках приведены номера светодиодов экрана сигнализации (лист С3.2 АС).

В столбцах приведены:

- назначение светодиодов;
- наименование промежуточного сигнала алгоритма;

- настройка светодиодов (с запоминанием сигнала и по текущему состоянию сигналов);
- выходные сигналы алгоритма АЛАРо сим.

Настройка светодиодов с промежуточных сигналов «с запомин.» и «по текущ.» аналогична той, что указана в п.2.6.7.4.

Сигнал «**Razr\_ZNPF\_ALARo**» является промежуточным, и к нему должны быть привязаны те ступени АЛАР, которые введены в работу, если алгоритм ЗНПФ применяется на объекте. По факту появления сигнала «**Razr\_ZNPF\_ALARo**» алгоритм ЗНПФ вводится в работу на заданное время (определяется в параметрических таблицах [5]). Таким образом, контролируется предшествующий режим асинхронного хода. Это позволяет предотвратить ложную работу ЗНПФ в случае неполнофазного режима выключателя при отсутствии асинхронного хода, когда должен работать ЗНПФ, предусмотренный в автоматике управления выключателем.

**2.6.7.6** Подключение к сигналу "ПРД ТО" обозначить "X", если при срабатывании АЛАРо сим. пускается команда ПРД ТО.

#### **2.6.7.7 Общая структура АЛАРо ВЛ при несимметричном режиме**

Общая структура АЛАР ВЛ при несимметричном режиме приведена на листе С2.12 альбома схем [4].

Общая структура АЛАР включает в себя входные разрешающие сигналы, измерительный орган по сопротивлению, все ОВАРы на *i*-ую группу уставок. Приведен алгоритм для одной *i*-той группы уставок.

Для правильной работы АЛАР предусмотрен контроль:

- введенного состояния АЛАР (переключатель SAC2) (сигнал «**in\_ALARo\_1**»);
- отсутствие блокирующего сигнала от КИИ (сигнал «**Block\_U1\_ALAR**»)
- отсутствие блокирующего сигнала от алгоритма БОП (сигнал «**Block\_VL1**»);
- отсутствие блокирующего сигнала от внешнего УПА (сигнал «**Block\_ALARo\_UPA1**»);
- наличие сигнала о введенной *i*-той группе уставок (сигнал «**ALAR1\_GUi**»);
- наличие фиксации неполнофазного режима ВЛ (сигнал «**VL1\_NFR**») (из алгоритма фиксации неполнофазного режима ВЛ лист С2.12 альбома схем [4]).

Измерительный орган сопротивления прямой последовательности осуществляет расчет на основе замеряемых токов двух выключателей (сумма токов **UA1**, **UA2**) и напряжения ВЛ **UV1**.

Далее при наличии разрешающего сигнала «**ALAR1\_n\_per**» и замера сопротивления прямой последовательности «**Z1**» разрешается работа органа выявления асинхронного режима.

#### **2.6.7.8 Алгоритм фиксации неполнофазного режима ВЛ**

Алгоритм фиксации неполнофазного режима ВЛ приведен на листе С2.12 альбома схем [4].

Алгоритм работает по принципу фиксации наличия тока нулевой последовательности в токе фазном (на элементе **D1** организован фильтр нулевой последовательности). Если составляющая нулевой последовательности в токе выше уставки **Io\_cp**, значит режим ВЛ является несимметричным.

Также может быть применен контроль наличия в токе составляющей обратной последовательности. Для этого накладку **XB1** перевести в положение «ВВЕДЕНО». На

элементе **D2** организован фильтр обратной последовательности. Если составляющая обратной последовательности в токе выше уставки **I<sub>2\_ср</sub>**, значит режим ВЛ является несимметричным.

Так как при асинхронном ходе действующее значение тока нулевой и обратной последовательности будет циклически увеличиваться и уменьшаться, пороговый элемент **DC1** и **DC2** будет срабатывать и возвращаться в цикле асинхронного хода. Поэтому, для исключения исчезновения разрешения работы ОВАР при колебании тока нулевой (обратной последовательности) при несимметричном режиме, введен таймер с выдержкой на возврат с настраиваемой уставкой. Этот таймер должен иметь уставку не более времени максимального цикла асинхронного хода.

Общая структура ОВАР АЛАР ВЛ при несимметричном режиме приведена на листе С2.13 альбома схем [4].

Общая структура содержит в себе дистанционный орган фиксации годографа сопротивления прямой последовательности при асинхронном ходе, а также логику работы ступеней ОВАР. Подробное описание логики ступеней ОВАР приведено в п. 2.6.8. предусмотрено всего три ступени у каждого ОВАР, которая может быть введена или выведена из работы накладкой (**XB1, XB2, XB3**).

Каждый ОВАР в каждой группе уставок может формировать одинаковый набор выходных сигналов (сигналы срабатывания ступеней), указанных на текущей функционально - логической схеме. Этот набор может различаться в зависимости от набора введенных и выведенных ступеней в каждом ОВАР. Те уставки, что приведены в общей структуре ОВАР АЛАР, индивидуальны для каждого ОВАР АЛАР. В одной группе уставок может быть несколько ОВАР.

**Таблица коммутации выходных сигналов ОВАР АЛАРо ВЛ при несимметричном режиме, действующих непосредственно на релейные выходы БП и местную сигнализацию.**

Таблица коммутации выходных сигналов ОВАР АЛАР несим., действующих непосредственно на релейные выходы БП (**ТУВ АЛАРо несим.**) и местную сигнализацию (**Тсигн.УВ АЛАРо несим**) приведена на листе С2.14 альбома схем [4]. Такая таблица выходных сигналов АЛАР приводится в параметрических таблицах для каждого ОВАР.

#### **2.6.7.9 ТУВ АЛАРо несим.**

В таблице в строках приведены номера выходов модулей **DO24** (листы Э3.13 – Э3.15 АС) и светодиодный индикатор терминала «Сигнал» (**BASE1/1**), означающий событие «Срабатывание». В столбцах приведены:

- назначение выходов;
- настройка выходов (с запоминанием сигнала и по текущему состоянию сигналов);
- выходные сигналы алгоритма АЛАРо несим.

Настройка светодиодов «с запомин.» означает, что при исчезновении сигнала, вызвавшего загорание соответствующего светодиода, светодиод будет продолжать гореть пока не будет осуществлен сброс сигнализации. Если сигнал, который вызвал срабатывание выхода со светодиодом «с запомин.», будет продолжать присутствовать на выходе, то сброс сигнализации не приведет к погасанию его светодиода. Выходы с настройкой «по текущ.» означают, что выход будет находиться в состоянии «ВКЛЮЧЕНО», пока будет присутствовать на выходе сигнал. Выход переходит в состояние «ОТКЛЮЧЕНО» при исчезновении сигнала на выходе. Настройка выхода «по текущ.» соответствует режиму выхода DO24 «СБРОС» (п.2.2.5.4).

Идентичная таблица приведена в параметрических таблицах [5] для каждого ОВАР.

Выставлением крестиков на пересечении номера выхода БП (**DO24**) и сигнала срабатывания ступени АЛАР сим. осуществляется подключение сигналов ОВАР АЛАР к выходам модулей **DO24** (в параметрических таблицах вместо "X" указывается "1"). Эта настройка выполняется на этапе наладки шкафа КПА-М.

#### **2.6.7.10 Тсигн.УВ АЛАРо несим**

В таблице в строках приведены номера светодиодов экрана сигнализации (лист С3.2 АС).

В столбцах приведены:

- назначение светодиодов;
- настройка светодиодов (с запоминанием сигнала и по текущему состоянию сигналов);
- выходные сигналы алгоритма АЛАРо несим.

Настройка светодиодов с промежуточных сигналов «с запомин.» и «по текущ.» аналогична той, что указана в п. 2.6.7.9.

**2.6.7.11** Подключение к сигналу "ПРД ТО" обозначить "X", если при срабатывании АЛАРо несим. пускается команда ПРД ТО.

### 2.6.8 Орган выявления асинхронного режима (ОВАР)

**2.6.8.1** Для выявления асинхронного режима устройство использует органы выявления асинхронного режима (ОВАР), с помощью которых анализируются характеристики годографа (траектории) вектора  $\dot{Z}_p = \frac{\dot{U}_p}{\dot{I}_p}$ , где  $\dot{U}_p$  и  $\dot{I}_p$  — комплексные значения напряжения и тока, измеряемые в контролируемом сечении в месте установки устройства. Общая структура ОВАР АЛАР при симметричном режиме приведена на листе С2.10. Для АЛАР при несимметричном режиме логика работы ОВАР аналогична (С2.13).

**2.6.8.2** ОВАР представляет собой программный блок, представленный на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 — Программный блок ОВАР

**2.6.8.3** Алгоритм работы ОВАР реализует функции ступенчатого циклового АЛАР с контролем положения ЭЦК — пуском по сопротивлению и фиксацией «смены знака мощности» — перехода между полуплоскостями  $\dot{Z}_p$  через установленную границу. Орган сопротивления, фиксирующий этот переход, далее условно именуется как орган направления мощности (ОНМ).

**2.6.8.4** Для пуска по сопротивлению в ОВАР реализованы две трапециевидные области срабатывания дистанционных органов в комплексной плоскости  $Z$ , причем одна из них (именуемая далее грубым органом сопротивления — ГО) помещается внутри другой (чувствительный орган сопротивления — ЧО). Граница зоны действия ОНМ проходит по высоте этих трапеций и делит их пополам.

Зоны действия дистанционных органов АЛАР (ГО, ЧО) и граница зоны действия ОНМ жестко связаны между собой и при их базовом размещении (симметрично относительно начала координат комплексной плоскости сопротивлений) имеют вид, показанный на рисунке 2.4.

Характеристика ОНМ при размещении характеристик в канонических осях проходит вертикально через серединную точку  $C$ .

Параметры характеристик ОВАР задаются пятью значениями:

- $L_{\text{ЧО}}^B$ , Ом — длина верхнего основания трапеции-характеристики ЧО;
- $L_{\text{ГО}}^B$ , Ом — длина верхнего основания трапеции-характеристики ГО;
- $L_{\text{ЧО}}^H$ , Ом — длина нижнего основания трапеции-характеристики ЧО;
- $L_{\text{ГО}}^H$ , Ом — длина нижнего основания трапеции-характеристики ГО;
- $H$ , Ом — высота трапеций-характеристик ЧО и ГО;

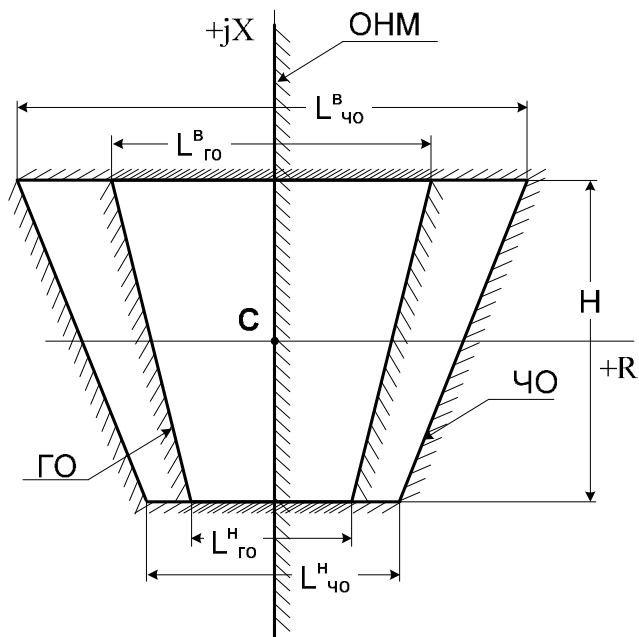


Рисунок 2.4 — Группа характеристик срабатывания органов, совместно составляющих ОВАР

**2.6.8.5** Группа таких характеристик может быть целиком повернута на заданный угол  $\alpha$ , и смещена относительно начала координат (рисунок 2.5). Таким образом, для преобразования характеристик, представленных в канонических осях, к их положению в реальной комплексной плоскости сопротивлений необходимо задать три значения:  $\alpha$  — угол поворота относительно оси  $R$ , а также  $\pm X_{см}$  и  $\pm R_{см}$ , определяющими смещение точки  $C$  относительно начала координат.

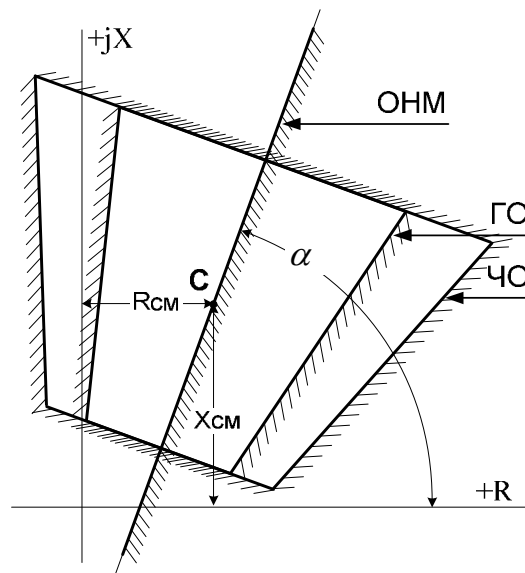


Рисунок 2.5 — Группа характеристик срабатывания ОВАР при повороте на угол  $\alpha$  и смещении на  $X_{см}$  и  $R_{см}$

Характеристики дистанционных органов и ОИМ разбивают всю комплексную плоскость сопротивлений на шесть зон, отличающихся сочетаниями состояний органов сопротивления ЧО, ГО и ОИМ. Приведенные на рисунке 2.6 номера зон (зоны «0» и «4» разделены бесконечной прямой характеристики ОИМ) поставлены в соответствие кодам, составленным сцеплением дискретных сигналов «ОИМ»+«ЧО»+«ГО», каждый из которых характеризует состояние соответствующего измерительного органа (см. таблицу 2.3).



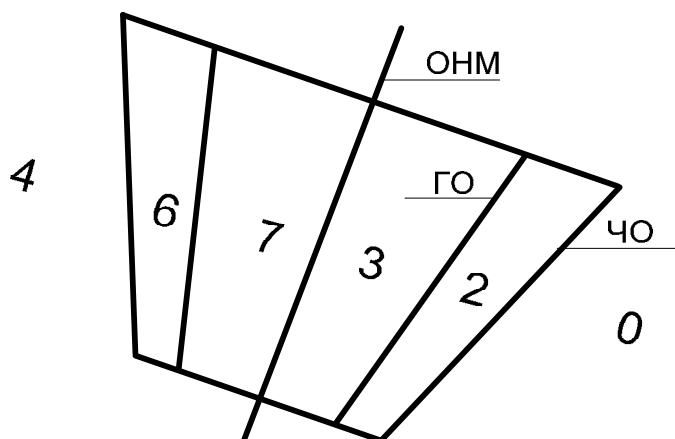


Рисунок 2.6 — Разбиение комплексной плоскости сопротивлений на зоны

Таблица 2.3 – Обозначение зон, на которые характеристики ОВАР разбивают комплексную плоскость сопротивлений

Код зоны	Состояние ОНМ	Состояние ЧО	Состояние ГО	Примечания
0 (000)	0	0	0	
1 (001)	0	0	1	Невозможно
2 (010)	0	1	0	
3 (011)	0	1	1	
4 (100)	1	0	0	
5 (101)	1	0	1	Невозможно
6 (110)	1	1	0	
7 (111)	1	1	1	

**2.6.8.6** В нормальном режиме работы энергосистемы вектор  $\dot{Z}_p$  находится в областях "0" или "4" в зависимости от направления перетока по контролируемой связи, и ОВАР находится в дежурном режиме. Процесс выявления АР начинается при вхождении вектора  $\dot{Z}_p$  в «зону пуска», которой является зона срабатывания ЧО.

**2.6.8.7** Первая ступень ОВАР срабатывает в первом цикле АР при очередностях прохождения зон ОВАР, показанным на рисунке 2.7.

- если в начале переходного процесса АР вектор  $Z_p$  перемещается из зоны «0» (000) в зону «2» (010), далее в зону «3» (011), а затем в зону «7» (111), то такая последовательность прохождения зон определяется как первый цикл АР. Очередность прохождения зон соответствует ускорению системы, находящейся «за спиной». При этом формируются сигналы «1 ступень» и «Ускорение».
- если в начале переходного процесса АР вектор  $Z_p$  перемещается из зоны «4» (100) в зону «6» (110), далее в зону «7» (111), а затем в зону «3» (011), то такая последовательность прохождения зон определяется как первый цикл АР. Очередность прохождения зон соответствует торможению системы, находящейся «за спиной». При этом формируются сигналы «1 ступень» и «Торможение».

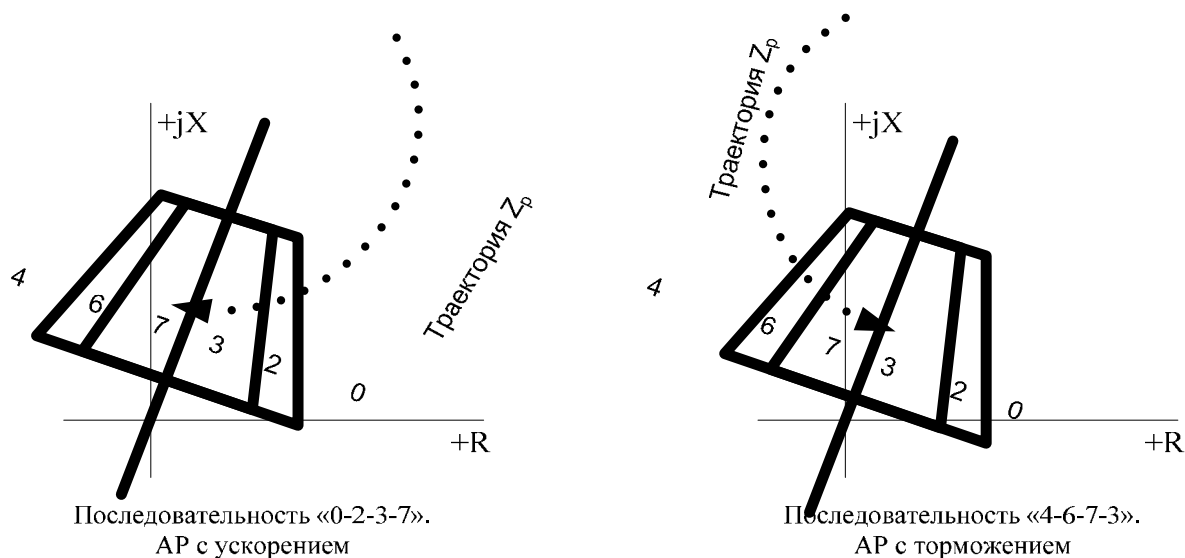


Рисунок 2.7 — Годографы вектора  $Z_p$  при срабатывании первой ступени

Для предотвращения срабатывания первой ступени при КЗ осуществляется контроль времени нахождения вектора  $Z_p$  в зонах «2» или «6». Действие первой ступени запрещается, если время нахождения вектора  $Z_p$  в указанных зонах меньше заданного, которое необходимо для того, чтобы отличить плавное изменение вектора сопротивления при АР от скачкообразного изменения при возникновении КЗ. Изменять этот параметр имеет смысл в диапазоне  $20 \div 40$  мс. Рекомендуемое значение уставки — 20 мс, при этом фиксация АР надежно обеспечивается в первом цикле при частоте скольжения до 10 Гц. Увеличение уставки приводит к пропорциональному уменьшению максимальной частоты скольжения, при которой АР фиксируется в первом цикле. Также на величину максимальной частоты скольжения оказывают влияние размеры характеристик срабатывания ГО и ЧО дистанционного органа. Увеличение характеристик приводит к пропорциональному увеличению максимальной частоты скольжения, при которой фиксируется АР. Первая ступень ОБАР срабатывает в первом цикле АР после КЗ при выходе контролируемого вектора сопротивления из зоны действия чувствительного дистанционного органа при условии следующих очередностях прохождения зон ОБАР:

- если в начале переходного процесса АР вектор  $Z_p$  перемещается при КЗ из зоны «0» (000) в зону «2» (010), далее в зону «3» (011), а затем в зону «7» (111), то такая последовательность прохождения зон определяется как первый цикл АР. Очередность прохождения зон соответствует ускорению системы, находящейся «за спиной». При этом формируются сигналы «1 ступень» и «Ускорение».
- если в начале переходного процесса АР вектор  $Z_p$  перемещается при КЗ из зоны «0» (000) в зону «3» (011), при этом не фиксируется в зоне «2» (010), далее в зону «7» (111), затем в зону «6» (110), а затем в зону «4» (100), то такая последовательность прохождения зон определяется как первый цикл АР. Очередность прохождения зон соответствует ускорению системы, находящейся «за спиной». При этом формируются сигналы «1 ступень» и «Ускорение».
- если в начале переходного процесса АР вектор  $Z_p$  перемещается из зоны «4» (100) в зону «6» (110), далее в зону «7» (111), а затем в зону «3» (011), то такая последовательность прохождения зон определяется как первый цикл АР. Очередность прохождения зон соответствует торможению системы, находящейся «за спиной». При этом формируются сигналы «1 ступень» и «Торможение».
- если в начале переходного процесса АР вектор  $Z_p$  перемещается из зоны «4» (100) в зону «7» (111), минуя зону «6» (110) при мгновенном переходе вектора

сопротивления при КЗ, далее в зону «3» (011), а затем в зону «2» (010), и далее в зону «0» (000), то такая последовательность прохождения зон определяется как первый цикл АР. Очередность прохождения зон соответствует торможению системы, находящейся «за спиной». При этом формируются сигналы «1 ступень» и «Торможение».

**2.6.8.8** Вторая и третья ступени ОВАР срабатывают по завершении заданного числа полных циклов АР (SC1, SC2 и SC3 л.С2.10 АС). Полный цикл асинхронного режима (завершенный процесс проворота векторов ЭДС несинхронных энергосистем относительно друг друга) представляет собой процесс прохождения вектором  $Z_p$  траектории от некоторой начальной точки (области) с возвращением его ту же область. Поэтому фиксация полного цикла АР осуществляется при переходе вектора  $Z_p$  через характеристику срабатывания ОНМ вне зоны действия дистанционных органов, входящих в ОВАР. При этом на каждом цикле проверяется условие прохождения вектора  $Z_p$  через характеристику срабатывания ОНМ внутри зон действия дистанционных органов (рисунок 2.8). Таким образом, при фиксации полных циклов контролируется последовательность прохождения вектором  $Z_p$  зон, созданных характеристиками срабатывания измерительных органов, входящих в состав ОВАР.

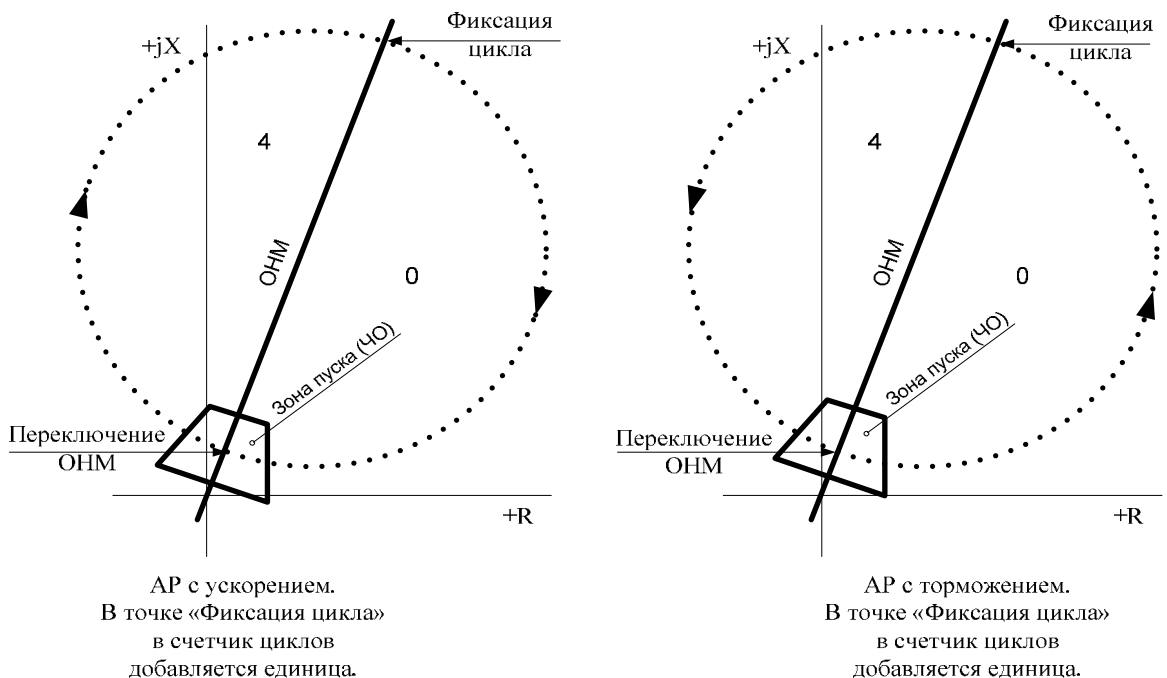


Рисунок 2.8 — Фиксация полных циклов при работе второй и третьей ступеней

**2.6.8.9** В процессе работы второй (и третьей) ступеней контролируется длительность очередного цикла АР (в алгоритме не показано. В ПТ задается максимальная длительность цикла АР). Если длительность очередного цикла меньше заданного уставкой, формируется сигнал фиксации полного цикла с соответствующим увеличением счетчика (счетчиков), в противном случае формируется сигнал фиксации окончания АР и осуществляется сброс счетчиков циклов второй и третьей ступеней. Сигнал «Фиксация АР в первом цикле» существует, пока не появляется сигнал об окончании АР.

**2.6.8.10** Пуск соответствующего таймера происходит при входе вектора  $\dot{Z}_p$  в зону пуска, его возврат («сброс») по сигналу фиксации окончания АР.

**2.6.8.11** Для фиксации числа полных циклов асинхронного режима ОВАР содержит счетчик полных циклов АР, который управляется сигналами фиксации цикла. При получении на входе сигнала фиксации цикла счетчик увеличивает свое значение на единицу. При достижении значения, равного заданному уставкой, счетчик циклов формирует выходные сигналы «2 ступень» (или «3 ступень») и с учетом очередности прохождения зон, формируются

выходные сигналы «2ст. с ускорением» или «2 ст.с торможением».

**2.6.8.12** Предусмотрено четыре варианта функционирования цикловых ступеней, которые реализуются при настройке.

Вариант со счетчиком циклов без предварительной выдержки времени. Предварительная выдержка времени **T2ст (T3ст)** задается равной «0». Для счетчика выставляется заданное число циклов **SC1 (SC3)**. Срабатывание происходит при завершении заданного числа циклов АР.

Вариант с выдержкой времени без счетчика циклов. Выдержка времени **T2ст (T3ст)** выставляется на заданное время. Для счетчика задается число циклов, равное «0» **SC1 (SC2, SC3)**. Срабатывание происходит по истечении заданной выдержки времени при фиксации очередного цикла АР.

Вариант с предварительной выдержкой времени и последующим счетом полных циклов АР. Предварительная выдержка времени **T2ст (T3ст)** выставляется на заданное время. Для счетчика выставляется заданное число циклов **SC1 (SC2, NцАР.3ст.1=0)**. По истечении заданной выдержки времени счетчик циклов начинает счет. Срабатывание происходит при достижении заданного числа циклов АР.

Вариант с дополнительной выдержкой времени после заданного числа полных циклов АР. Дополнительная выдержка времени **T3ст** выставляется на заданное время. Для счетчика **SC2** выставляется заданное число циклов. По истечении заданного числа циклов асинхронного режима запускается таймер (**DT2**). Если за время работы таймера сохраняются признаки асинхронного режима (не происходит сброса счетчика циклов и не исчезает сигнал «Фиксация АР в первом цикле»), то формируется сигнал срабатывания соответствующей ступени.

**2.6.8.13** Третья ступень ОВАР принципиально не отличается от второй, но, являясь резервной, обеспечивает дополнительные возможности согласования с другими устройствами АЛАР.

**2.6.8.14** В настоящем устройстве АЛАР реализовано четыре ОВАР, из которых используются два ОВАР. Остальные два могут быть добавлены динамически. Кроме того, для переключения сезонных уставок предусмотрено использование четырех групп уставок. Каждый ОВАР содержит три ступени, работа которых описана выше.

**2.6.8.15** Ввод/вывод ступеней осуществляется для каждого ОВАР в отдельности.

**2.6.8.16** Работа алгоритмов устройства в условиях неполнофазного режима контролируемого сечения аналогична работе алгоритмов в симметричном режиме. Для выявления асинхронного хода в неполнофазном режиме устройство анализирует годограф вектора сопротивления прямой последовательности  $\dot{Z}_p$ , измеряемого в контролируемом сечении в месте установки устройства. Переход из симметричного режима в неполнофазный режим характеризуется для схемы прямой последовательности «электрическим удлинением» линии, смещением годографа сопротивления прямой последовательности. На стадии проектирования определяются два набора групп уставок – для симметричных и несимметричных режимов. По факту перехода из симметричного режима в несимметричный, формируется разрешающий сигнал на работу с группами уставок неполнофазного режима. При отсутствии признаков несимметрии органы выявления асинхронного хода (ОВАР) соответствующие группам уставок неполнофазного режима выводятся из работы (блокируются).

**2.6.8.17** Разрешающий сигнал на работу АЛАР с группами уставок для неполнофазного режима формируется при появлении признаков неполнофазного режима. Неполнофазный режим фиксируется при появлении тока нулевой или обратной последовательности (выбирается опционально) больше заданной уставки.

**2.6.8.18** Программное обеспечение АЛАР с группами уставок для неполнофазного режима предусматривает возможность реализации до четырёх групп уставок для переключения

сезонных уставок, каждая из которых может содержать до 4 независимых и одновременно функционирующих ОВАР с пуском по сопротивлению (АЛАР).

**2.6.8.19** При околонулевых значениях тока и напряжения возникает неопределённость при вычислении сопротивления замера ( $\dot{Z}_p = \dot{U}_p / \dot{I}_p$ ). В связи с этим предусмотрена функция блокировки АЛАРс при отключенном присоединении (БОП). При снижении токов во всех фазах ниже заданной уставки  $I_{\text{бл. min}}$  по току и напряжений всех фаз ниже заданной уставки  $U_{\text{бл. min}}$  по напряжению на протяжении времени, большем, чем выставляемая уставка  $t_{\text{бл}}$ , действие АЛАРс блокируется и во всех ОВАР обнуляются счетчики циклов АР.

## 2.6.9 Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме (ЗНПФ)

### Версия алгоритма 11.04.20.

2.6.9.1 Устройство ЗНПФ предназначено для ликвидации АР в неполнофазном режиме. ЗНПФ резервирует АЛАРо при несимметричном режиме.

Алгоритм ЗНПФ ВЛ-1 и ВЛ-2 приведены соответственно на листах С2.16 и С2.34 альбома схем [4]. Ниже будет приведено описание только для ЗНПФ ВЛ-1, так как алгоритм ЗНПФ для ВЛ-2 аналогичен.

ЗНПФ может быть введен в работу, либо выведен из работы как подсистема, которую не обрабатывает операционная система (указывается в параметрических таблицах п.2.3). Это настраивается при наладке шкафа КПА-М.

Алгоритм ЗНПФ предусматривает управляющие воздействия для схемы подключения присоединения через 1 выключатель и через 2 выключателя. При текущей настройке алгоритма фиксация наличия тока контролируется через выключатели В-1-1 и В-2-1. Сигналы о состоянии обходного выключателя не привязаны ни к одному из входов БП (обозначены \*\*).

Фиксация неполнофазного режима ВЛ по блок-контактам выключателя выполняется в алгоритме «Фикс. НФР по РП ВЛ-1», изображенном на листе С2.15 АС [4].

2.6.9.2 Алгоритм «Фикс. НФР по РП ВЛ-1» формирует сигнал «VL1\_NFR\_KQ», информирующий о неполнофазном режиме ВЛ в первом случае, если выполняются одновременно (D11) все условия:

- В-1-1 отключен/в ремонте либо отсутствие сигнала включенного состояния любой из фаз В-1-1 (D3, D8);
- отсутствие сигнала включенного состояния любой из фаз В-2-1 при наличии сигналов включенного состояния других фаз В-2-1 (D4, D5, D9).

Алгоритм «Фикс. НФР по РП ВЛ-1» формирует сигнал «VL1\_NFR\_KQ», информирующий о неполнофазном режиме ВЛ во втором случае, если выполняются одновременно (D12) все условия:

- В-2-1 отключен/в ремонте либо отсутствие сигнала включенного состояния любой из фаз В-2-1 (D6, D10);
- отсутствие сигнала включенного состояния любой из фаз В-1-1 при наличии сигналов включенного состояния других фаз В-1-1 (D1, D2, D7).

2.6.9.3 Алгоритм ЗНПФ, при условии введенной относящееся к ней подсистемы, вводится оперативно переключателем SAC5 (сигнал «in\_ZNPF», вход DI24/1:7).

Для исключения ложной работы ЗНПФ при неполнофазном режиме ВЛ при отсутствии асинхронного хода, ЗНПФ вводится в работу лишь на заданное уставкой  $t_{\text{разр.ЗНПФ}}$  время. Это время определяется длительностью импульса, формируемого одновибратором DT1, который запускается сигналом срабатывания АЛАРо сим (сигнал «Razr\_ZNPF1\_ALARo»). Таким образом контролируется предшествующий режим асинхронного хода.

Контроль предшествующего асинхронного режима с помощью сигнала «Razr\_ZNPF1\_ALARo» может быть выведен из работы накладкой ХВЗ. В этом случае ЗНПФ отстраивается от ЗНФР по времени на ступень селективности 0,2 с, резервируя ЗНФР даже при отсутствии асинхронного хода.

Для того, чтобы определить, что именно ВЛ-1 находится в неполнофазном режиме, в алгоритме контролируется состояние блок-контактов выключателей (сигнал «VL1\_NFR\_KQ»), либо их повторителей в алгоритме «Фикс. НФР по РП ВЛ-1», приведенном на листе С2.15 АС [4].

Для исключения ложной работы ЗНПФ в режиме ОАПВ на элементах **D3.1**, **D4**, **DT5** фиксируется кратковременный сигнал, информирующий о начале цикла ОАПВ. До ОАПВ на инверсном входе **DT5** присутствует «0». В режиме до ОАПВ выдержка времени **DT5** уже истекла и разрешающая «1» уже дежурит на входе **D6**. При возникновении кратковременного сигнала «OAPV\_Q1» (**DI220/1:5**) на инверсном входе **DT5** кратковременно появляется единица. После инверсии входа **DT5** на входе самого таймера **DT5** кратковременно (на время существования сигнала «OAPV\_Q1») появляется «0». Так как сигнал «OAPV\_Q1» кратковременный, по его окончании на входе **D3.1** снова появляется «0», и на инверсном входе **DT5** тоже появляется «0», который после инверсии входа **DT5** запускает таймер **DT5** снова.

Пока таймер отсчитывает выдержку времени **t<sub>ОАПВ</sub>**, на его выходе присутствует «0», который запрещает работу **D6**. Работа **D6** запрещается лишь на время длительности цикла ОАПВ.

Так как при асинхронном ходе ток линии циклически меняет свое действующее значение, предусмотрена задержка на возврат **DT4**, которая запускается при превышении тока заданной уставки:

- **I<sub>0</sub>сраб**, если выбран ток нулевой последовательности в качестве измеряемой величины при фиксации колебаний действующего значения тока линии (**XB1** в положении «ВВЕДЕНО»);
- **I<sub>ф</sub>сраб**, если выбран полный ток фазы в качестве измеряемой величины при фиксации колебаний действующего значения тока линии (**XB2** в положении «ВВЕДЕНО»).

Задержка на возврат **DT4** запоминает факт превышения тока выше заданной уставки **I<sub>0</sub>сраб** (**I<sub>ф</sub>сраб**) на время, равное максимальному периоду асинхронного хода, который может существовать в рассматриваемом сечении.

На элементе **D8** организован фильтр нулевой последовательности (ФНП). Значение на выходе ФНП преобразуется в действующее (**rms**) и сравнивается на элементе **DC1** с уставкой **I<sub>0</sub>сраб**. Если программная накладка **XB1** в положении «ВВЕДЕНО», и ток нулевой последовательности превысил уставку **I<sub>0</sub>сраб**, на выходе **DT4** без выдержки времени появляется «1». Если все указанные условия в п. 2.6.9.3 выполнены, на выходе **D6** появляется «1», которая запускает таймер **DT2**. Уставка **tсраб** выбирается по тому же принципу, что и уставка выдержки времени ЗНПФ плюс ступень селективности 0,15 – 0,2 с, чтобы не отработать раньше чем ЗНПФ. Если на момент срабатывания таймера **DT2** контролируемый ток не исчез, на выходе **D7** появляется «1», информирующая о срабатывании ЗНПФ.

Если выбран полный ток фазы в качестве измеряемой величины при фиксации колебаний действующего значения тока линии, **XB2** должна быть в положении «ВВЕДЕНО». На **DC2.1**, **DC2.2**, **DC2.3** выполняется сравнение с уставкой **I<sub>ф</sub>сраб**. Если хотя бы в одной из фаз происходит превышение тока выше уставки **I<sub>ф</sub>сраб**, а в других фазах такого не наблюдается (**D12**), значит режим несимметричный. И если **XB2** в положении «ВВЕДЕНО», на выходе **D10** появится «1», которая без выдержки времени сформируется на выходе **DT4**. Если все указанные условия в п. 2.6.9.3 выполнены, на выходе **D6** появляется «1», которая запускает таймер **DT2**. Если на момент срабатывания таймера **DT2** контролируемый ток не исчез, на выходе **D7** появляется «1», информирующая о срабатывании ЗНПФ.

На элементе **D7** повторно контролируется наличие тока в линии во избежание ложного срабатывания ЗНПФ при исчезновении тока в выключателях, но продлении единицы на выходе **DT4**.

**2.6.9.4** Накладка **XB4** определяет схему присоединения линии к ОРУ:

- Через один выключатель (накладка **XB4** в положении «ВЫВЕДЕНО»);
- Через два выключателя (накладка **XB4** в положении «ВВЕДЕНО»).

По текущей настройке алгоритма **XB4** должна быть в положении «ВВЕДЕНО» (п.2.1).

На элементах сравнения **DC3.1** и **DC3.2** выявляется наличие тока в выключателе (фиксация превышения тока уставки **IЗНПФ1** для В-1-1 и **IЗНПФ2** для В-2-1). Уставки **IЗНПФ1** и **IЗНПФ2** выбираются по тому же принципу, что и для выявления наличия тока в УРОВ.

Если орган **DC3.1** сработал хотя бы в одной из фаз выключателя В-1-1, на выходе **D16.1** появляется «1», которая, при наличии сигнала сработанного ЗНПФ (на выходе **D7**), через элемент **D17.1** запускает одновибратор **DT6.1**. На выходе одновибратора **DT6.1** формируется «1» ограниченной длительности **t<sub>имп.ЗНПФ</sub>**. Сигнал на выходе **DT6.1** «**ZNPF\_Q1**» информирует о срабатывании ЗНПФ при отказе выключателя В-1-1. Сигнал «**ZNPF\_Q1**» поступает в коммутационную таблицу «ТУВ ЗНПФ» на лист С2.17, где он привязывается к управляющим воздействиям «УВ». В данном случае сигнал должен быть привязан к выходу **DO24/1:14**, к которому подключено реле, чьи контакты предназначены для отключения смежного элемента – ВЛ-4..

Если орган **DC3.2** сработал хотя бы в одной из фаз выключателя В-2-1, на выходе **D16.2** появляется «1», которая, при наличие сигнала сработанного ЗНПФ (на выходе **D7**), через элемент **D17.2** запускает одновибратор **DT6.2**. На выходе одновибратора **DT6.2** формируется «1» ограниченной длительности **t<sub>имп.ЗНПФ</sub>**. Сигнал на выходе **DT6.2** «**ZNPF\_Q2**» информирует о срабатывании ЗНПФ при отказе выключателя В-2-1. Сигнал «**ZNPF\_Q2**» поступает в коммутационную таблицу «ТУВ ЗНПФ» на лист С2.17, где он привязывается к управляющим воздействиям «УВ». В данном случае сигнал должен быть привязан к выходу **DO24/1:15**, к которому подключено реле, чьи контакты предназначены для отключения смежного элемента – ВЛ-3.

**2.6.9.5** На листе С2.17 приведены таблицы подключения сигналов срабатывания ЗНПФ к местной светодиодной сигнализации шкафа «Тсигн. ЗНПФ» и к управляющим воздействиям «ТУВ ЗНПФ».

#### **2.6.9.6 ТУВ ЗНПФ**

Таблица коммутации выходных сигналов ЗНПФ ВЛ-1, действующих непосредственно на релейные выходы (ТУВ ЗНПФ) предназначена для гибкости настройки ЗНПФ в различных схемах присоединения линии к ОРУ.

Сигнал «**out\_ZNPF**» не должен быть привязан ни к одному релейному выходу модуля **DO24** при текущей схеме распределительного устройства 500 кВ. Поэтому столбец для этого сигнала остается пустым (в параметрических таблицах указывается «0»).

В таблице в строках приведены номера выходов модулей **DO24** (листы Э3.13 – Э3.15 АС) и светодиодный индикатор терминала «Сигнал» (**BASE1/1**), означающий событие «Срабатывание». В столбцах приведены:

- назначение выходов;
- настройка выходов (с запоминанием сигнала и по текущему состоянию сигналов);
- выходные сигналы алгоритма ЗНПФ.

Настройка светодиодов «с запомин.» означает, что при исчезновении сигнала, вызвавшего загорание соответствующего светодиода, светодиод будет продолжать гореть пока не будет осуществлен сброс сигнализации. Если сигнал, который вызвал срабатывание выхода



со светодиодом «с запомин.», будет продолжать присутствовать на выходе, то сброс сигнализации не приведет к погасанию его светодиода. Выходы с настройкой «по текущ.» означают, что выход будет находиться в состоянии «ВКЛЮЧЕНО», пока будет присутствовать на выходе сигнал. Выход переходит в состояние «ОТКЛЮЧЕНО» при исчезновении сигнала на выходе. Настройка выхода «по текущ.» соответствует режиму выхода DO24 «СБРОС» (п.2.2.5.4).

Идентичная таблица приведена в параметрических таблицах [5] для выходных сигналов ЗНПФ. Выставлением крестиков на пересечении номера выхода БП (DO24) и сигнала срабатывания ЗНПФ осуществляется подключение сигналов ЗНПФ к выходам модулей DO24 (в параметрических таблицах вместо "X" указывается "1"). Эта настройка выполняется на этапе наладки шкафа КПА-М.

#### 2.6.9.7 Тсигн. ЗНПФ

В таблице в строках приведены номера светодиодов экрана сигнализации (лист С3.2 АС).

В столбцах приведены:

- назначение светодиодов;
- настройка светодиодов (с запоминанием сигнала и по текущему состоянию сигналов);
- выходные сигналы алгоритма ЗНПФ.

Настройка светодиодов с промежуточных сигналов «с запомин.» и «по текущ.» аналогична той, что указана в п. 2.6.9.6.

## 2.6.10 Устройство автоматики ограничения повышения напряжения (АОПН)

### Версия алгоритма 06.05.19.

**2.6.10.1** Алгоритм АОПН может быть выведен как подсистема (п. 2.3 ПТ [5]), которую не обрабатывает операционная система шкафа.

Алгоритмы АОПН ВЛ-1 и ВЛ-2 приведены на листах соответственно С2.19 и С2.37 альбома схем [4].

Устройство АОПН линии предназначено для предотвращения повреждения линейного оборудования от воздействия повышенного напряжения, возникающего при:

1. одностороннем включении линии из-за емкостного тока линии;
2. самовозбуждении генератора зарядным током линии при консольном режиме включения ЛЭП;
3. резонансе напряжений в неполнофазном режиме работы при равенстве емкостных и индуктивных параметров ЛЭП в случае наличия шунтирующих реакторов на ЛЭП.

Предусмотрены две ступени: чувствительная (1-ая ступень) и грубая (2-ая ступень). Чувствительная ступень предусмотрена для работы в первом и во втором перечисленных случаях; грубая ступень – в третьем случае. Несмотря на это, для гибкости настройки устройства для каждой ступени предусмотрены расширенные условия срабатывания, описанные в п.2.6.10.2 и 2.6.10.3.

**2.6.10.2 Первая (чувствительная) ступень** пускается при превышении напряжением на любой одной из фаз уставки **U1\_cp (DC1)** и формирует аварийные сигналы при:

- введенном АОПН (сигнал «**in\_AOPN1**», **DI24/1:5**);
- отсутствии блокирующего сигнала от КИН при неисправности в цепях напряжения (сигнал «**Block\_U1\_AOPN**»)
- выполнении любого из следующих условий:

а) Сток реактивной мощности по той же фазе ВЛ превысил уставку **Qуст (DC7, DC2)**, а модуль активной мощности этой фазы не превысил уставку **Руст (DC3)** (логические элементы **D1.1, D1.2, D1.3** и далее элементы **D1.4, D1.5**).

Разрешение по стоку мощности выявляет одностороннее включение линии.

Использование блокировки по активной мощности предотвращает срабатывание АОПН при транзитных перетоках мощности.

Выходные сигналы срабатывания алгоритма АОПН по текущему условию «**AOPN\_o\_1**», «**AOPN\_o\_2**», «**AOPN\_o\_3**» могут быть подключены к управляющим воздействиям АОПН в таблице «ГУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем. Описание таблицы «ГУВ» приведено в п. 2.6.12. Для каждого выше перечисленного выходного сигнала по текущему условию срабатывания АОПН предусмотрены таймеры с выдержкой времени на срабатывание **DT1.Q1, DT2.Q1, DT3.Q1**.

б) Отключена любая из фаз линии со стороны установки устройства (сигналы «**Line\_1\_A\_off**», «**Line\_1\_B\_off**», «**Line\_1\_C\_off**») (логические элементы **D2.3, D2.11, D2.12, D2.2, D2.4** и **D2.5**).

Выходные сигналы срабатывания алгоритма АОПН по текущему условию «**AOPN\_o\_4**», «**AOPN\_o\_5**», «**AOPN\_o\_6**» могут быть подключены к управляющим воздействиям АОПН в таблице «ГУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем. Описание таблицы «ГУВ» приведено в п. 2.6.12. Для каждого выше перечисленного выходного сигнала по текущему условию срабатывания АОПН предусмотрены таймеры с выдержкой времени на срабатывание

**DT1.R1, DT2.R1, DT3.R1.** Алгоритм контроля отключенного состояния ВЛ приведен на листе С2.21 АС (АОПВЛ). Описание АПОВЛ приведено в п. 2.6.11.

с) Без условий (логические элементы **D2.1, D3.5**).

Выходные сигналы срабатывания алгоритма АОПН по текущему условию «**AOPN\_o\_16**», «**AOPN\_o\_17**», «**AOPN\_o\_18**» могут быть подключены к управляющим воздействиям АОПН в таблице «ТУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем. Описание таблицы «ТУВ» приведено в п. 2.6.12. Для каждого выше перечисленного выходного сигнала по текущему условию срабатывания АОПН предусмотрены таймеры с выдержкой времени на срабатывание **DT1.U1, DT2.U1, DT3.U1**.

**2.6.10.3 вторая (грубая) ступень** АОПН пускается при превышении напряжением на любой одной из фаз уставки **U2\_cp (DC4)** и формирует аварийные сигналы при:

- в введенном АОПН (сигнал «**in\_AOPN-1**»);
- отсутствии блокирующего сигнала от КИН из ВКН-2 при неисправности в цепях напряжения (сигнал «**Block\_U\_AOPN-1**»)
- выполнении любого из следующих условий:

d) Пуск второй ступени с контролем стока реактивной мощности.

Сток реактивной мощности по той же фазе ВЛ превысил уставку **Qуст (DC7, DC2)**, а модуль активной мощности этой фазы не превысил уставку **Руст (DC3)** (логические элементы **D1.1, D1.2, D1.3, D1.4, D3.2, D3.1, D3.4**).

Разрешение по стоку мощности выявляет одностороннее включение линии.

Использование блокировки по активной мощности предотвращает срабатывание АОПН при транзитных перетоках мощности.

На элементах **D1.1, D1.2, D1.3** контролируется также срабатывание порогового элемента по напряжению **DC1** чувствительной ступени, которая будет в работанном состоянии, так как по величина уставки **U1\_cp** ниже, чем **U2\_cp**, так как 1 ступень является чувствительной ступенью.

Выходные сигналы срабатывания алгоритма АОПН по текущему условию «**AOPN\_o\_7**», «**AOPN\_o\_8**», «**AOPN\_o\_9**» могут быть подключены к управляющим воздействиям АОПН в таблице «ТУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем. Описание таблицы «ТУВ» приведено в п.2.6.12. Для каждого выше перечисленного выходного сигнала по текущему условию срабатывания АОПН предусмотрены таймеры с выдержкой времени на срабатывание **DT1.Q2, DT2.Q2, DT3.Q2**.

е) Отключена любая из фаз линии со стороны установки устройства (сигналы «**Line\_1\_A\_off**», «**Line\_1\_B\_off**», «**Line\_1\_C\_off**») (логические элементы **D3.7, D3.8, D3.9, D3.6, D3.3**). Алгоритм контроля отключенного состояния ВЛ приведен на листе С2.18 АС (АОПВЛ). Описание АПОВЛ приведено в п.2.6.11.

Выходные сигналы срабатывания алгоритма АОПН по текущему условию «**AOPN\_o\_13**», «**AOPN\_o\_14**», «**AOPN\_o\_15**» могут быть подключены к управляющим воздействиям АОПН в таблице «ТУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем. Описание таблицы «ТУВ» приведено в п. 2.6.12. Для каждого выше перечисленного выходного сигнала по текущему условию срабатывания АОПН предусмотрены таймеры с выдержкой времени на срабатывание **DT1.R2, DT2.R2, DT3.R2**.

f) Без условий (логические элементы **D3.1, D3.4**).

Выходные сигналы срабатывания алгоритма АОПН по текущему условию «**AOPN\_o\_10**», «**AOPN\_o\_11**», «**AOPN\_o\_12**» могут быть подключены к управляющим

воздействиям АОПН в таблице «ТУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем. Описание таблицы «ТУВ» приведено в п. 2.6.12. Для каждого выше перечисленного выходного сигнала по текущему условию срабатывания АОПН предусмотрены таймеры с выдержкой времени на срабатывание **DT1.U2, DT2.U2, DT3.U2**.

Предусмотрено удаленное включение шунтирующих реакторов, установленных со стороны текущего АОПН, по сигналам «**in\_TU\_R1**», «**in\_TU\_R2**», сформированным с противоположного конца линии (удаленное включение реакторов). На элементах **D2.6** и **D2.8**, с помощью накладок вводится или выводится контроль отключенного состояния любой из фаз при удаленном включении реакторов. Выходные сигналы при внешнем включении реакторов выдаются элементами **D2.7, D2.9** (сигналы «**AOPN\_o\_19**» и «**AOPN\_o\_20**»).

Также предусмотрено отключение линии со стороны установки текущего АОПН от сигнала с противоположной стороны по команде телеотключения (сигнал «**in\_TU\_Line1**») (удаленное отключение линии). Выходной сигнал «**AOPN\_o\_21**» формируется по факту прихода сигнала «**in\_TU\_Line1**». Выходной сигнал «**AOPN\_o\_21**» подключается к управляющим воздействиям:

- отключение линии;
- пуск УРОВ АОПН;

через таблицу «ТУВ», приведенной на листе С2.20 альбома схем (п. 2.6.12).

Блокировка срабатывания 1-х ступеней АОПН в момент ее включения организована на элементах **DC5, DC6, D4.1, D4.2, DT4.1, DT4.2, D4.3, DT4.3**. Такая блокировка предусмотрена для наладки шкафа КПА-М, поэтому в штатном режиме работы шкафа КПА-М она выводится из действия накладкой **XB3**.

### 2.6.11 Алгоритм пофазного контроля отключенного состояния ВЛ (АПОВЛ)

Алгоритмы АОПВЛ-1 и АПОВЛ-2 приведены на листах соответственно С2.18 и С2.36 альбома схем [4]. АОПВЛ-1 и АПОВЛ-2 по принципу работы аналогичны, поэтому описание логики работы будет приведено только для ВЛ-1.

Алгоритм АПОВЛ предназначен для выявления отключенного состояния фазы ВЛ. Алгоритм АПОВЛ является вспомогательным алгоритмом для АОПН.

В алгоритме предусмотрена возможность контроля как включенного состояния (сигнал «**Q1\_A\_on**»), так и отключенного состояния фазы выключателя (сигнал «**Q1\_A\_off**»). Рекомендуется использовать контроль включенного состояния выключателя, так как при потере опер.тока АУВ состояние «Выключатель отключен» не поступит в АОПН и не разрешит работу ступеней при отключенном конце ВЛ, учитывая то, что повышенное напряжение на ВЛ от зарядного тока создается преимущественно на отключенном конце ВЛ при консольном ее включении. Для текущей настройки алгоритма АПОВЛ используется контроль включенного состояния фазы выключателя, поэтому в алгоритме отражено подключение сигнала «**Q1\_A\_on**» ко входу **DI220/1:4**. Сигнал «**Q1\_A\_off**» не привязан ни ко одному из входов БП. По другим фазам и выключателю аналогично контролируется включенное состояние фазы.

Фаза «А» ВЛ-1 считается отключенной, если выполняются оба условия:

- выключатель В-1-1 в ремонте (сигнал «**Q1\_off\_rem**» на входе **DI220/1:4**) или блок-контакты выключателя В-1, либо повторители блок-контактов выключателя, показывают отключенное состояние фазы «А» (отсутствие сигнала «**Q1\_A\_on**» на входе **DI220/1:1**);
- выключатель В-2-1 в ремонте (сигнал «**Q2\_off\_rem**» на входе **DI220/2:4**) или блок-контакты выключателя, либо повторители блок-контактов выключателя, показывают отключенное состояние фазы «А» (отсутствие сигнала «**Q2\_A\_on**» на входе **DI220/2:1**).

По остальным фазам ВЛ-1 логика аналогична.

На выходе алгоритма АПОВЛ формируются три сигнала «**Line\_1\_A\_off**», «**Line\_1\_B\_off**», «**Line\_1\_C\_off**», информирующие о том, что соответствующая фаза линии отключена. Каждый сигнал учитывает состояние обоих выключателей В-1-1 и В-2-1. Эти сигналы поступают в алгоритм АОПН ВЛ-1 (лист С2.19 альбома схем) для фиксации отключенного конца ВЛ.

### 2.6.12 Таблица управляющих воздействий АОПН (ТУВ АОПН)

Таблица управляющих воздействий АОПН ВЛ приведена на листе С2.20 альбома схем [4].

Таблица управляющих воздействий АОПН предназначена для подключения выходных сигналов алгоритма АОПН к управляющим воздействиям. В качестве управляющих воздействий предусматривается:

- Включение реактора 1РШ (сигнал «**1LR\_on**»);
- Включение реактора 2РШ (сигнал «**2LR\_on**»);
- отключение ВЛ-1 (сигнал «**L1\_out**»);
- телевключение 1РШ на противоположном конце линии (сигнал «**Tele\_1LR\_on**») (УВ не используется в текущей настройке АОПН);
- оповещение о срабатывании АОПН отключенного конца (сигнал «**AOPN1\_OK**»);
- телеотключение линии (сигнал «**TO\_AOPN1\_out**»);
- сигнализация в АСУ ТП и РАС (сигналы «**1st\_AOPN1\_on**», «**2st\_AOPN1\_on**»);
- пуск УРОВ АОПН (сигнал «**Pusk\_UROV1**»);
- отключение РШ (сигнал «**LR\_off**») (управляющее воздействие используется для расстройки контура резонанса) (УВ не используется при текущей настройке АОПН);
- Пуск внешнего РАС (сигнал «**OSC\_out**») (не используется при текущей настройке алгоритма).

Подключение выходных сигналов АОПН «**AOPN\_o\_1**» - «**AOPN\_o\_21**» к управляющим воздействиям обозначается «X» (в параметрических таблицах указывается «1» вместо «X»).

Неиспользуемые ступени по времени выводятся выставлением уставки «9999 с».

У каждого УВ задается длительность существования сигнала. Если задана конкретная ненулевая величина, сигнал УВ имеет ограниченную длительность, как импульс у одновибратора. Если задано время «0», сигнал существует, пока выполняются условия для его формирования.

Идентичная таблица приведена в параметрических таблицах [5]. Данная настройка подключения выходных сигналов АОПН к управляющим воздействиям выполняется на этапе наладки шкафа.

### 2.6.13 Устройство резервирования при отказе линейного выключателя при работе АОПН (УРОВ АОПН)

#### Версия алгоритма 15.01.18.

Алгоритмы УРОВ АОПН выключателей ВЛ-1 и ВЛ-2 приведены соответственно на листах С2.20 и С2.38 в альбоме схем [4].

УРОВ контролирует наличие тока через два линейных выключателя с помощью пороговых элементов **DC1**, **DC2**. Контроль тока осуществляется пофазно (**D1.1** и **D2.1**). Действие УРОВ происходит при наличии тока хотя бы через одну фазу (**D1.1**, **D2.1**) любого из выключателей и наличии пуска от АОПН (сигнал «**Pusk\_UROV1**») при введенном УРОВ АОПН (наличие сигнала «**in\_UROV1**»).

Алгоритм УРОВ АОПН работает независимо по двум выключателям.

При наличии на входе **D1.2** одновременно двух сигналов «**in\_UROV1**», «**Pusk\_UROV1**» и наличии тока через выключатель В-1-1 в течение времени, установленного на таймере **DT1.1**, УРОВ АОПН срабатывает и формирует сигнал «**br1\_UROV1**», который подключен к выходам модулей DO24 БП, назначенных на:

- отключение смежных элементов отказавшего выключателя от УРОВ АОПН В-1-1 (отключение ВЛ-4);
- передачу ТО ВЛ-1;
- на формирование сигнала «Срабатывание КПА-М».

При наличии на входе **D2.2** одновременно двух сигналов «**in\_UROV1**», «**Pusk\_UROV1**» и наличии тока через выключатель В-2-1 в течение времени, установленного на таймере **DT2.1**, УРОВ АОПН срабатывает и формирует сигнал «**br2\_UROV1**», который подключен к выходам модулей DO24 БП назначенных на:

- отключение смежных элементов отказавшего выключателя от УРОВ АОПН В-2-1 (отключение ВЛ-3);
- передачу ТО ВЛ-2;
- на формирование сигнала «Срабатывание КПА-М».

На экране монитора на светодиодах **M2/12** и **M2/13** организовано световое оповещение о срабатывании УРОВ АОПН В-1-1 и В-2-1.

Отстройка от времени отключения выключателя обеспечивается таймерами **DT1.1**, **DT2.1** с выдержкой времени порядка  $0,25 \pm 0,5$  секунды.

## 2.6.14 Автоматика включения линейного реактора от АОПН (АУЛР)

### Версия алгоритма 05.01.20.

**2.6.14.1** Алгоритмы автоматики включения линейного реактора №1 и №2 от АОПН ВЛ-1 от АОПН ВЛ-2 приведены соответственно на листе С2.21 альбома схем [4].

При текущей настройке алгоритмов АОПН ВЛ-1 и ВЛ-2, АУЛР не используются, поэтому все входные и выходные сигналы отвязаны от модулей ввода **DI** и вывода **DO** БП. Описание логики работы алгоритм приведено ниже.

**2.6.14.2** Алгоритм АУЛР-1 предназначен для исключения включения от АОПН ВЛ линейного реактора №1, который перед срабатыванием АОПН был отключен своей релейной защитой.

В алгоритме АУЛР-1 сигнал о срабатывании защиты реактора (сигнал «**RZ\_lr1**») запоминается на триггере **D1**, который имеет энергонезависимую память. Это значит, что после перезагрузки БП триггер **D1** будет в том же устойчивом состоянии, что и до перезагрузки БП.

Если приходил сигнал о работе РЗ реактора, значит на выходе Q триггера **D1** дежурит логическая единица, которая блокирует прохождение сигнала «**1Lr\_on**» на включение реактора.

Если сигнала о работе РЗ реактора до срабатывания АОПН ВЛ не было, значит на выходе Q триггера **D1** дежурит логический ноль, не запрещающий прохождение сигнала «**1Lr\_on**» из ТУВ АОПН на включение реактора.

Блокировка включения реактора после работы РЗ снимается оперативно нажатием кнопки «**SB2. Деблокировка вкл. реактора**».

Возможность включения реактора от внешнего устройства РЗА не предусматривается (сигнал «**Lr1\_on\_out**» отвязан от входов БП).

**2.6.14.3** При наличии на выключателе реактора искрового промежутка (ИП) АУЛР контролирует ток через реактор в каждой фазе и обеспечивает включение выключателя в случае пробоя ИП, то есть выполнении одновременно условий:

- присутствует ток через реактор (орган тока на элементе **DC1** в сработанном состоянии);
- отключенное состояние выключателя реактора (сигнал «**Q3\_off**»).

Сигнал об отключенном состоянии выключателя задерживается на 200 мс (**DT1**) для предотвращения ложного срабатывания защиты ИП в случае если сигнал об отсутствии тока запаздывает.

Задержка сигнала о срабатывании защиты ИП на таймере **DT2** необходима в случае срабатывания РЗ реактора при повышенном напряжении на линии и последующем срабатывании защиты ИП для предотвращения бесконечного цикла «отключение-включение» выключателя реактора. В течение **DT2** должен отключиться разъединитель реактора.

Для надежного включения выключателя реактора предусмотрен одновибратор **DT3** с регулируемой уставкой длительности импульса на включение.

В случае отсутствия ИП на линейном реакторе защита ИП выводится программным ключом **XB1** при конфигурировании.



### 2.6.15 Алгоритм контроля исправности устройства (КИУ)

Алгоритм контроля исправности устройства предназначен для формирования обобщенного сигнала «Неисправность КПА-М» при выявлении неисправностей во внешних цепях шкафа КПА-М, во внутренних неисправностях шкафа, а также аппаратной неисправности БП.

Алгоритм КИУ приведен на листе С2.39 АС [4].

Триггер **D5** в нормальном режиме держит «1» и на своем инверсном выходе, которая через элемент **D6** преобразуется из длительного сигнала в периодический импульсный (меандр). То есть на выходе **D6** попеременно формируется состояние «0» или «1» одинаковой длительности – 400 мс. Сигнал на выходе **D6** привязан выходу **DO24/3:16**. Этот выход настроен на режим «Импульс» (п.2.2.5.7). Выход включен, если на него со стороны процессорного блока поступают команды на переключение из одного состояния в другое с интервалом не более 500 мс.

**2.6.15.1** К выходу **DO24/3:16** подключено реле **KLH1**, которое при исправности комплекса всегда находится в сработанном состоянии.

При возникновении любой неисправности:

- потеря питания сигнализации (наличие сигнала «**Lost\_Usign**» на входе **DI24/3:8**);
- потеря питания опер.током =220В (отсутствие сигнала «**OT\_220**» на входе **DI220/5:6**);
- неисправность цепей напряжения ТН ВЛ-1 (наличие сигнала «**Err\_U1**» из КИН-1);
- неисправность цепей напряжения ТН ВЛ-2 (наличие сигнала «**Err\_U2**» из КИН-2);
- неисправность цепей тока В-1-1 (наличие сигнала «**Err\_I1**» из КИТ-1);
- неисправность цепей тока В-2-1 (наличие сигнала «**Err\_I2**» из КИТ-2);
- неисправность цепей тока В-1-2 (наличие сигнала «**Err\_I3**» из КИТ-3);
- неисправность цепей тока В-2-2 (наличие сигнала «**Err\_I4**» из КИТ-4);
- фиксация перезагрузки БП (наличие сигнала «**Reset\_compl**»);
- фиксация внутренней неисправности БП (отсутствие сигнала «**Test\_BASE\_OK**»);

на выходе **D3** формируется единица, которая переводит в сработанное состояние триггер **D5**. На инверсном выходе **D5** исчезает сигнал «**Wrk\_OK**». На выходе элемента **D6** перестает формироваться меандр, что приводит к переводу выхода **DO24/3:16** в состояние «ОТКЛЮЧЕНО».

В результате аппаратной или программной неисправности БП на выходе **DO24/3:16** также перестает формироваться меандр, что также приводит к переводу выхода **DO24/3:16** в состояние «ОТКЛЮЧЕНО».

При переводе выхода **DO24/3:16** в состояние «ОТКЛЮЧЕНО», реле **KLH1** (лист Э3.15 АС [4]) возвращает свои нормально замкнутые контакты, запуская реле времени **KT1** (лист Э3.17 АС [4]), которое своими контактами при условии истечения его выдержки времени вызывает срабатывание блинкера **KN1**. В результате выпадения блинкера загорается общепанельная лампа **HL1** и срабатывает центральная световая и звуковая сигнализация.

Сброс сигнализации шкафа нельзя осуществить пока присутствует любая из неисправностей шкафа.

Каждая неисправность шкафа или его внешних цепей отражается на светодиодной сигнализации шкафа: **M1/31 – M1/39** (лист С3.1 АС [4]); а также на световом индикаторе терминала «НЕИСПРАВНОСТЬ» (**BASE1/2**).

При штатной работе терминала световой индикатор терминала «РАБОТА» мигает зеленым цветом с периодом 1с. При переводе БП в режим настройки «Специальный» световой индикатор терминала «РАБОТА» начинает мигать желтым цветом с периодом 1с.

**2.6.16 Устройство сигнализации.**

**2.6.16.1** Процессорный блок БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48 обеспечивает местную светодиодную сигнализацию о срабатывании, неисправности устройства, а также состоянии оперативных переключателей в соответствии с таблицей 2.8. Цвет светодиода указан в столбце «№ выхода».

Настройка светодиодов «с запомин.» означает, что при исчезновении сигнала, вызвавшего загорание соответствующего светодиода, светодиод будет продолжать гореть пока не будет осуществлен сброс сигнализации. Если сигнал, который вызвал срабатывание выхода со светодиодом «с запомин.», будет продолжать присутствовать на выходе, то сброс сигнализации не приведет к погасанию его светодиода.

Настройка светодиодов «по текущ.» означает, что светодиод будет гореть, пока будет присутствовать на выходе сигнал. Светодиод гаснет при исчезновении сигнала на выходе.

**2.6.16.2** Внешний вид сигнальных светодиодов на экране БП приведен на листах С3.1, С3.2 АС [4].

**2.6.16.3** Сброс сигнализации светодиодов с запоминанием осуществляется кнопкой «Сброс сигнализации», расположенной на передней панели шкафа.

Таблица 2.8 – Местная светодиодная сигнализация

Модуль	Сигнал	Описание	№ выхода	Настройка светодиода
<b>Индикаторы состояния блока процессорного (БП)</b>				
BASE1	СИГНАЛ	Сигнал о срабатывании КПА-М	BASE1/1	с запом.
	НЕИСПРАВНОСТЬ	Нерабочее состояние БП (неисправность, загрузка ПО)	BASE1/2	по текущ.
	РАБОТА	Режим работы КПА-М	BASE1/3 (мигающий зеленый)	по текущ.
		Режим настройки КПА-М	BASE1/3 (мигающий желтый)	по текущ.
<b>Индикаторы монитора М1 экрана БП</b>				
<b>ВЛ-1: ВВЕДЕНО</b>				
BASE1:М1	АОПН	Введена АОПН ВЛ-1	<b>М1/1</b>	по текущ.
	УРОВ АОПН	Введена УРОВ АОПН ВЛ-1	<b>М1/2</b>	по текущ.
	ЗНПФ	Введена ЗНПФ ВЛ-1	<b>М1/3</b>	по текущ.
	АЛАР	Введена АЛАР ВЛ-1	<b>М1/4</b>	по текущ.
	АЛАР 1гр.уст.	Введена 1гр.уст. АЛАР ВЛ-1	<b>М1/5</b>	по текущ.
	АЛАР 2гр.уст.	Введена 2гр.уст. АЛАР ВЛ-1	<b>М1/6</b>	по текущ.
	АЛАР 3гр.уст.	Введена 3гр.уст. АЛАР ВЛ-1	<b>М1/7</b>	по текущ.

Модуль	Сигнал	Описание	№ выхода	Настройка светодиода
	АЛАР 4гр.уст.	Введена 4гр.уст. АЛАР ВЛ-1	<b>M1/8</b>	по текущ.
	Несущ.гр.у.SAC6	Выбрана несуществующая группа уставок АЛАР ВЛ-1 переключателем SAC6	<b>M1/9</b>	по текущ.
	-	Резерв	<b>M1/10</b>	
	SG1 крышка снята	Цепи тока В-1-1 отключены	<b>M1/11</b>	по текущ.
	SG2 крышка снята	Цепи тока В-2-1 отключены	<b>M1/12</b>	по текущ.
	SG7 крышка снята	Цепи ТН ВЛ-1 отключены	<b>M1/13</b>	по текущ.
		Резерв	<b>M1/14</b>	по текущ.
		Резерв	<b>M1/15</b>	по текущ.
<b>ВЛ-2: ВВЕДЕНО</b>				
BASE1:M1	АОПН	Введена АОПН ВЛ-2	<b>M1/16</b>	по текущ.
	УРОВ АОПН	Введена УРОВ АОПН ВЛ-2	<b>M1/17</b>	по текущ.
	ЗНПФ	Введена ЗНПФ ВЛ-2	<b>M1/18</b>	по текущ.
	АЛАР	Введена АЛАР АОПН ВЛ-2	<b>M1/19</b>	по текущ.
	АЛАР 1гр.уст.	Введена 1гр.уст. АЛАР ВЛ-2	<b>M1/20</b>	по текущ.
	АЛАР 2гр.уст.	Введена 2гр.уст. АЛАР ВЛ-2	<b>M1/21</b>	по текущ.
	АЛАР 3гр.уст.	Введена 3гр.уст. АЛАР ВЛ-2	<b>M1/22</b>	по текущ.
	АЛАР 4гр.уст.	Введена 4гр.уст. АЛАР ВЛ-2	<b>M1/23</b>	по текущ.
	Несущ.гр.у.SAC11	Выбрана несуществующая группа уставок АЛАР ВЛ-2 переключателем SAC11	<b>M1/24</b>	по текущ.
		Резерв	<b>M1/25</b>	по текущ.
	SG3 крышка снята	Цепи тока В-1-2 отключены	<b>M1/26</b>	по текущ.
	SG4 крышка снята	Цепи тока В-2-2 отключены	<b>M1/27</b>	по текущ.
	SG8 крышка снята	Цепи ТН ВЛ-2 отключены	<b>M1/28</b>	по текущ.
		Резерв	<b>M1/29</b>	по текущ.
Дист. гр. уставок	Дистанционный режим ввода группы уставок	<b>M1/30</b>	по текущ.	
<b>ГРАФА: НЕИСПРАВНОСТЬ</b>				
	цепей ОТ 220 В	Неисправность цепей оперативного тока 220 В	<b>M1/31</b>	с запом.
	цепей пит. Сигн.	Неисправность цепей питания сигнализации	<b>M1/32</b>	с запом.

Модуль	Сигнал	Описание	№ выхода	Настройка светодиода
BASE1:M1	Перезапуск блока	Перезапуск блока БФ	<b>M1/33</b>	с запом.
	цепей U TH-1	Неисправность цепей напряжения TH-1-1	<b>M1/34</b>	с запом.
	цепей I B-1-1	Неисправность цепей тока B-1-1	<b>M1/35</b>	с запом.
	цепей I B-2-1	Неисправность цепей тока B-2-1	<b>M1/36</b>	с запом.
	цепей U TH-2	Неисправность цепей напряжения TH-2	<b>M1/37</b>	с запом.
	цепей I B-1-2	Неисправность цепей тока B-1-2	<b>M1/38</b>	с запом.
	цепей I B-2-2	Неисправность цепей тока B-2-2	<b>M1/39</b>	с запом.
		Резерв	<b>M1/40</b>	с запом.
		Резерв	<b>M1/41</b>	с запом.
	Резерв	<b>M1/42</b>	с запом.	
<b>РЕЖИМ</b>				
BASE1:M1	РЗ Р-1 / бл. АУЛР-1	Срабатывание защит Р-1 / блокировка АУЛР-1	<b>M1/43</b>	по текущ.
	РЗ Р-2 / бл. АУЛР-2	Срабатывание защит Р-2 / блокировка АУЛР-2	<b>M1/44</b>	по текущ.
<b>ВЛ-1: СРАБАТ-Е</b>				
BASE1:M3	1ст. уск. АЛАР	Срабатывание 1-ой ступени АЛАР ВЛ-1 с ускорением	<b>M3/1</b>	с запом.
	1ст. торм. АЛАР	Срабатывание 1-ой ступени АЛАР ВЛ-1 с торможением	<b>M3/2</b>	с запом.
	2ст. уск. АЛАР	Срабатывание 2-ой ступени АЛАР ВЛ-1 с ускорением	<b>M3/3</b>	с запом.
	2ст. торм. АЛАР	Срабатывание 2-ой ступени АЛАР ВЛ-1 с торможением	<b>M3/4</b>	с запом.
	3ст. уск. АЛАР	Срабатывание 3-ой ступени АЛАР ВЛ-1 с ускорением	<b>M3/5</b>	с запом.
	3ст. торм. АЛАР	Срабатывание 3-ой ступени АЛАР ВЛ-1 с торможением	<b>M3/6</b>	с запом.
	ЗНПФ В-1-1	Срабатывание ЗНПФ В-1-1	<b>M3/7</b>	с запом.
	ЗНПФ В-2-1	Срабатывание ЗНПФ В-2-1	<b>M3/8</b>	с запом.
	1ст АОПН	Срабатывание 1-ой ступени АОПН ВЛ-1	<b>M3/9</b>	с запом.
	2ст АОПН	Срабатывание 2-ой ступени АОПН ВЛ-1	<b>M3/10</b>	с запом.

Модуль	Сигнал	Описание	№ выхода	Настройка светодиода
	АОПН ОК	Срабатывание АОПН ВЛ-1 отключенного конца	<b>M3/11</b>	с запом.
	УРОВ В-1-1	Срабатывание УРОВ АОПН В-1-1	<b>M3/12</b>	с запом.
	УРОВ В-2-1	Срабатывание УРОВ АОПН В-2-1	<b>M3/13</b>	с запом.
		Резерв	<b>M3/14</b>	с запом.
		Резерв	<b>M3/15</b>	с запом.
<b>ВЛ-2: СРАБАТ-Е</b>				
BASE1:M3	1ст. уск. АЛАР	Срабатывание 1-ой ступени АЛАР ВЛ-2 с ускорением	<b>M3/16</b>	
	1ст. торм. АЛАР	Срабатывание 1-ой ступени АЛАР ВЛ-2 с торможением	<b>M3/17</b>	
	2ст. уск. АЛАР	Срабатывание 2-ой ступени АЛАР ВЛ-2 с ускорением	<b>M3/18</b>	
	2ст. торм. АЛАР	Срабатывание 2-ой ступени АЛАР ВЛ-2 с торможением	<b>M3/19</b>	
	3ст. уск. АЛАР	Срабатывание 3-ой ступени АЛАР ВЛ-2 с ускорением	<b>M3/20</b>	
	3ст. торм. АЛАР	Срабатывание 3-ой ступени АЛАР ВЛ-2 с торможением	<b>M3/21</b>	
	ЗНПФ В-1-2	Срабатывание ЗНПФ В-1-2	<b>M3/22</b>	
	ЗНПФ В-2-2	Срабатывание ЗНПФ В-2-2	<b>M3/23</b>	
	1ст АОПН	Срабатывание 1-ой ступени АОПН ВЛ-2	<b>M3/24</b>	
BASE1:M3	2ст АОПН	Срабатывание 2-ой ступени АОПН ВЛ-2	<b>M3/25</b>	
	АОПН ОК	Срабатывание АОПН ВЛ-2 отключенного конца	<b>M3/26</b>	
	УРОВ В-1-2	Срабатывание УРОВ АОПН В-1-2	<b>M3/27</b>	
	УРОВ В-2-2	Срабатывание УРОВ АОПН В-2-2	<b>M3/28</b>	
		Резерв	<b>M3/29</b>	
		Резерв	<b>M3/30</b>	
	<b>ОТКЛ. / ВКЛ.</b>			
BASE1:M3	Откл. ВЛ-1	Отключение ВЛ-1	<b>M3/31</b>	
	ПРД ТО ВЛ-1	Передача ТО ВЛ-1	<b>M3/32</b>	
	ПРМ ТО ВЛ-1	Приём ТО ВЛ-1	<b>M3/33</b>	

Модуль	Сигнал	Описание	№ выхода	Настройка светодиода
		Резерв	<b>M3/34</b>	
		Резерв	<b>M3/35</b>	
	Откл. ВЛ-2	Отключение ВЛ-2	<b>M3/36</b>	
	ПРД ТО ВЛ-2	Передача ТО ВЛ-2	<b>M3/37</b>	
	ПРМ ТО ВЛ-2	Приём ТО ВЛ-2	<b>M3/38</b>	
		Резерв	<b>M3/39</b>	
		Резерв	<b>M3/40</b>	
	Вкл. Р-1	Включение В Р-1	<b>M3/41</b>	
	Вкл. Р-2	Включение В Р-2	<b>M3/42</b>	
		Резерв	<b>M3/43</b>	
		Резерв	<b>M3/44</b>	
		Резерв	<b>M3/45</b>	

## 2.7 Средства измерения, инструменты и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерения, необходимых для проведения эксплуатационных проверок комплекса КПА-М, приведен в Приложении 1.

При испытаниях относительная погрешность измерений не должна быть выше указанной в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Относительная погрешность измерений при испытаниях

Наименование измерений	Относительная погрешность измерений, %, не более
1. Измерение тока	$\pm 0,5$
2. Измерение напряжения	$\pm 0,5$
3. Измерение угла между током и напряжением	$\pm 0,5$ град.эл (абсолютная)
4. Измерение времени	$\pm 0,001$ сек (абсолютная)
5. Измерение сопротивления изоляции	$\pm 20$

## 2.8 Маркировка и пломбирование

**2.8.1.1** Все блоки КПА-М имеют маркировку согласно ГОСТ 18620-86 в соответствии с конструкторской документацией, которая должна сохраняться в течение всего срока службы

**2.8.1.2** На передней панели шкафа имеется табличка, на которой указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип шкафа;
- заводской номер;
- основные электрические параметры шкафа (напряжение питания, номинальный переменный ток, номинальное переменное напряжение, номинальная частота);
- масса шкафа;
- знак сертификата соответствия;
- надпись «Сделано в России»
- дата изготовления.

**2.8.1.3** Блок БП имеет табличку содержащую:

- тип блока;
- заводской номер;
- основные электрические параметры (напряжение питания, номинальный переменный ток, номинальное переменное напряжение, номинальная частота);
- массу блока;
- знак сертификата соответствия;
- надпись «Сделано в России»
- дату изготовления.

**2.8.1.4** На задней стороне шкафа промаркировано обозначение аппаратов согласно принципиальной схеме.

**2.8.1.5** Транспортная маркировка тары выполняется по ГОСТ 14192-96, в том числе на упаковку нанесены изображения знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Бережь от влаги», «Место строповки», «Верх», «Ограничение температуры» (интервал температур в соответствии с разделом 2.2.3).

**2.8.1.6** Конструкция аппаратов шкафа не предусматривает пломбирование.

**2.8.1.7** Шкаф выпускается с предприятия-изготовителя работоспособным и полностью испытанным. Упаковка производится в соответствии с требованиями технических условий ТУ



3435-001-49075268-2012 по чертежам изготовителя устройства для условий транспортирования и хранения, указанных в разделе 9 настоящего РЭ.

### **3 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ**

Описание и работа составных частей устройства КПА-М-02-10010-УХЛ4 отражено в настоящем РЭ и входящем в комплект эксплуатационной документации руководстве по настройке [2].

В комплексе КПА-М-02-10010-УХЛ4 предусмотрены аппаратные и программные интерфейсные средства, обеспечивающие возможность работы в локальной информационно-вычислительной сети в стандарте Ethernet по протоколу TCP/IP для обмена информацией между БП и АСУ ТП энергообъекта, которые могут быть дополнены преобразователями для работы по оптоволоконному каналу.

## **4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **4.1 Эксплуатационные ограничения**

3.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации шкафа должны соответствовать требованиям п. 2.2.3 настоящего РЭ. Возможность работы шкафа в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-изготовителем.

3.1.2 Группа условий эксплуатации должна соответствовать требованиям п. 2.2.3 настоящего РЭ.

### **4.2 Подготовка изделия к использованию**

#### **4.2.1 Меры безопасности при подготовке шкафа к использованию**

**4.2.1.1** Монтаж, обслуживание и эксплуатацию шкафа разрешается производить лицам, прошедшим специальную подготовку, хорошо знающим особенности электрической схемы и конструкцию шкафа.

Монтаж шкафа и работы на разъемах блоков и рядах зажимов шкафа следует производить при обесточенном состоянии шкафа. При необходимости должны приниматься дополнительные меры, по защите персонала от поражения электрическим током.

**4.2.1.2** Перед включением и во время работы шкаф должен быть надежно заземлен.

#### **4.2.2 Внешний осмотр и порядок установки шкафа**

**4.2.2.1** После распаковки шкафа произвести внешний осмотр шкафа, следует убедиться в отсутствии механических повреждений блоков и шкафа, наличии запасных частей.

**4.2.2.2** Установить шкаф на предусмотренное для него место, закрепив его основание на фундаментных шпильках гайками.

**4.2.2.3** На металлоконструкции шкафа предусмотрен заземляющий болт, который должен использоваться только для присоединения к заземляющему контуру.

Выполнение этого требования является обязательным, так как крепление шкафа к металлоконструкции пола не обеспечивает надежного заземления.

**4.2.2.4** В соответствии с конструкторской документацией и руководством по монтажу установите в шкаф отдельно поставляемые блоки и подключите их.

#### **4.2.3 Монтаж шкафа**

Выполнить подключение шкафа согласно проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ. Связь шкафа с другими устройствами производить с помощью кабелей с сечением жил не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.

#### **4.2.4 Подготовка шкафа к работе**

**4.2.4.1** Шкаф не подвергается консервации смазками и маслами и какой-либо расконсервации не требуется.

**4.2.4.2** Шкаф выпускается предприятием-изготовителем работоспособным и полностью испытанным.

Данные, необходимые для эксплуатации комплекса, вводятся с помощью монитора (М) и клавиатуры, подключаемой к БП [2].

#### **4.2.5 Перечень основных режимов работы изделия, а также основных режимов работы устройств комплекса**

**4.2.5.1** Общие указания по оперативному управлению устройством.

Устройство может находиться в одном из двух оперативных состояний:

- «Комплекс в работе»;
- «Комплекс выведен из работы».

Состоянию «**Комплекс введен в работу**» соответствует включенное положение автомата и положение переключателей, вводящее в работу устройства комплекса, а также введенному состоянию выходных цепей на управляющее воздействие.

Состояние «**Комплекс выведен из работы**» - это состояние комплекса, при котором его нельзя ввести в работу из-за неисправности самого устройства или его цепей, а также для проведения профилактических работ в устройстве или в его цепях, либо для других целей определяемых местной инструкцией.

Если комплекс исправен, то он должен быть введен в работу в соответствии с местными инструкциями по их обслуживанию. Дублирование комплекса позволяет поочередно выводить его из работы для ТО либо других целей. При отключении устройства, пускающего внешнее УРОВ, необходимо предварительно отключить пуск УРОВ.

Комплекс выводится из работы:

- а) по заявке для выполнения различных работ (проверка, ремонт, перестройка уставок);
- б) при неисправностях устройства в соответствии с местной инструкцией по его обслуживанию;
- в) при неисправностях трансформаторах напряжения или их цепей, питающих комплекс, в соответствии с местной инструкцией по обслуживанию;
- д) в особых случаях, предусмотренных специальными указаниями или программами типовых и разовых работ.

#### 4.2.5.2 Назначение и размещение коммутационной и сигнальной аппаратуры.

Панель шкафа «КПА-М-02-10010-УХЛ4».

На панели расположены:

- «SF1.=220В» - автоматический выключатель - «Питание постоянным оперативным током». Нормальное положение – АВ включен. АВ отключается при выводе комплекса из работы.
- «SF2.~220В»- автоматический выключатель - «Сервисное питание переменным током». Нормальное положение – АВ включен.
- «SG1» - испытательный блок - «Цепи тока В-1-1». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG2» - испытательный блок – «Цепи тока В-2-1». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG3» - испытательный блок – «Цепи тока В-1-2». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG4» - испытательный блок – «Цепи тока В-2-2». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG5» - испытательный блок - «Цепи тока (резерв)». Нормальное положение - рабочая крышка снята.
- «SG6» - испытательный блок - « Цепи тока (резерв)». Нормальное положение - рабочая крышка снята.
- «SG7» - испытательный блок - «Цепи ТН ВЛ-2». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.

— «SG8» - испытательный блок - «Цепи ТН ВЛ-2». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.

— «SAC1» - переключатель – «Ввод шкафа». Имеет 2 положения:

— «Введено» - шкаф введен в работу;

— «Выведено» - шкаф выведен из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC2» - переключатель – «АЛАР ВЛ-1». Имеет 2 положения:

— «Введено» - АЛАР ВЛ-1 введена в работу;

— «Выведено» - АЛАР ВЛ-1 выведена из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC3» - переключатель – «АОПН ВЛ-1». Имеет 2 положения:

— «Введено» - АОПН ВЛ-1 введена в работу;

— «Выведено» - АОПН ВЛ-1 выведена из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC4» - переключатель – «УРОВ АОПН ВЛ-1». Имеет 2 положения:

— «Введено» - УРОВ АОПН введено в работу;

— «Выведено» - УРОВ АОПН выведено из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC5» - переключатель – «ЗНПФ ВЛ-1». Имеет 2 положения:

— «Введено» - ЗНПФ ВЛ-1 введена в работу;

— «Выведено» - ЗНПФ ВЛ-1 выведена из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC6» - переключатель – «Группа уставок АЛАР ВЛ-1». Имеет 2 положения:

— «1» - 1-я группа уставок АЛАР ВЛ-1;

— «2» - 2-я группа уставок АЛАР ВЛ-1;

— «3» - 3-я группа уставок АЛАР ВЛ-1;

— «4» - 4-я группа уставок АЛАР ВЛ-1.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «1»;

— «SAC7» - переключатель – «АЛАР ВЛ-2». Имеет 2 положения:

— «Введено» - АЛАР ВЛ-2 введена в работу;

— «Выведено» - АЛАР ВЛ-2 выведена из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC8» - переключатель – «АОПН ВЛ-2». Имеет 2 положения:

— «Введено» - АОПН ВЛ-2 введена в работу;

— «Выведено» - АОПН ВЛ-2 выведена из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC9» - переключатель – «УРОВ АОПН ВЛ-2». Имеет 2 положения:

- «Введено» - УРОВ АОПН ВЛ-2 введено в работу;
- «Выведено» - УРОВ АОПН ВЛ-2 выведено из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC10» - переключатель – «ЗНПФ ВЛ-2». Имеет 2 положения:

- «Введено» - ЗНПФ ВЛ-2 введена в работу;
- «Выведено» - ЗНПФ ВЛ-2 выведена из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SAC11» - переключатель – «Группа уставок АЛАР ВЛ-2». Имеет 2 положения:

- «1» - 1-я группа уставок АЛАР ВЛ-2;
- «2» - 2-я группа уставок АЛАР ВЛ-2;
- «3» - 3-я группа уставок АЛАР ВЛ-2;
- «4» - 4-я группа уставок АЛАР ВЛ-2.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «1»;

— «SAC12» - переключатель – «Режим ввода гр. уст.». Имеет 2 положения:

- «Местно» - режим выбора группы уставок местный с помощью переключателя SAC6, SAC11;
- «Дистанц.» - режим выбора группы уставок дистанционные по сети Ethernet.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Местно».

— «SX1» - переключатель – «Вых. цепи откл. В-1-1». Имеет 2 положения:

- «Введено» - выходные цепи отключения В-1-1 введены в работу;
- «Выведено» - выходные цепи отключения В-1-1 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SX2» - переключатель – «Вых. цепи откл. В-2-1». Имеет 2 положения:

- «Введено» - выходные цепи отключения В-2-1 введены в работу;
- «Выведено» - выходные цепи отключения В-2-1 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SX3» - переключатель – «Вых. цепи вкл. В Р-1». Имеет 2 положения:

- «Введено» - выходные цепи включения В Р-1 введены в работу;
- «Выведено» - выходные цепи включения В Р-1 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SX4» - переключатель – «Вых. цепи ТО ВЛ-1 (АОПН)». Имеет 2 положения:

- «Введено» - выходные цепи ТО АОПН ВЛ-1 введены в работу;
- «Выведено» - выходные цепи ТО АОПН ВЛ-1 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

— «SX5» - переключатель – «Вых. цепи ТО ВЛ-1 (АЛАР)». Имеет 2 положения:

- «Введено» - выходные цепи ТО АЛАР ВЛ-1 введены в работу;
- «Выведено» - выходные цепи ТО АЛАР ВЛ-1 выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX6» - переключатель – «Вых. цепи откл. ВЛ-4 ч/з КСЗ-1». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения ВЛ-4 через 1 комплект защит введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения ВЛ-4 через 1 комплект защит выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Выведено».

- «SX7» - переключатель – «Вых. цепи откл. ВЛ-3 ч/з КСЗ-1». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения ВЛ-3 через 1 комплект защит введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения ВЛ-3 через 1 комплект защит выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX8» - переключатель – «Вых. цепи откл. В-1-2». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения В-1-2 введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения В-1-2 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX9» - переключатель – «Вых. цепи откл. В-2-2». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения В-2-2 введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения В-2-2 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX10» - переключатель – «Вых. цепи вкл. В Р-2». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи включения В Р-2 введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи включения В Р-2 выведены из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX11» - переключатель – «Вых. цепи ТО ВЛ-4.». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения 1Т через 1 комплект защит введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения 1Т через 1 комплект защит выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX12» - переключатель – «Вых. цепи откл. 1Т ч/з 2 к.защ.». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения 1Т через 2 комплект защит введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения 1Т через 2 комплект защит выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Выведено».

- «SX13» - переключатель – «Вых. цепи откл. ВЛ-4 ч/з КСЗ-2». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения ВЛ-4 через КСЗ-2 введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения ВЛ-4 через КСЗ-2 выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Введено».

- «SX14» - переключатель – «Вых. цепи откл. ВЛ-3 ч/з КСЗ-2». Имеет 2 положения:
  - «Введено» - выходные цепи отключения ВЛ-3 через КСЗ-2 введены в работу;
  - «Выведено» - выходные цепи отключения ВЛ-3 через КСЗ-2 выведены из работы;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «Выведено».

- «HL1» - сигнальная лампа – «Неисправность»;
- «HL2» - сигнальная лампа – «Срабатывание»;
- «SB1» - кнопка – «Сброс сигнализации».
- «SB2» - кнопка – «Деблокировка вкл. реактора».



#### 4.2.6 Указания оперативному персоналу. Ввод комплекса в работу

Перед включением комплекса в работу необходимо провести осмотр в соответствии с РД 153-34.0-35.617-2001 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ».

В случае, если в ходе осмотра комплекса не было выявлено никаких неисправностей, привести переключатели SAC1 – SAC5, SAC7 – SAC10, SX1 – SX14 в состояние «Выведено», вставить крышки испытательных блоков SG1 – SG8, включить автоматы питания шкафа:

- «SF1.=220В»- автоматический выключатель - «Питание постоянным оперативным током»;
- «SF2.~220В»- автоматический выключатель - «Сервисное питание переменным током».

По истечении не более 20 сек БП готов к действию. В процессе запуска БП горит индикатор «НЕИСПРАВНОСТЬ». После того как программное обеспечение загрузилось он гаснет. При этом горит светодиод на экране **M1/33** как после любого перезапуска БП, а реле KLN1 еще не запитано. После окончания загрузки БП индикатор на БП «НЕИСПРАВНОСТЬ» гаснет, загорается индикатор «РАБОТА», KLN1 запитывается. Необходимо нажать кнопку SB1 «Сброс сигнализации» и светодиод **M1/33** погаснет.

Проверить горение индикаторов исправности питания и исправности самих модулей ввода/вывода БП.

Если после запуска БП и тестового контроля неисправность не выявлена, переключатели ввода автоматик комплекса привести в положение «Ввод»: SAC1 – SAC5, SAC7 – SAC10

Переключатель SAC12 «Режим выбора группы уставок» привести в положение «Местно».

Переключатели SAC6 «Группа уставок АЛАР ВЛ-1», SAC11 «Группа уставок АЛАР ВЛ-2» привести в требуемое положение.

Установить крышку БИ в SG1, проверить погасание светодиода «SG1 крышка снята» и отсутствие горения светодиода «цепей I В-1-1» в графе «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Установить крышку БИ в SG2, проверить погасание светодиода «SG2 крышка снята» и отсутствие горения светодиода «цепей I В-2-1» в графе «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Установить крышку БИ в SG3, проверить погасание светодиода «SG3 крышка снята» и отсутствие горения светодиода «цепей I В-1-2» в графе «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Установить крышку БИ в SG4, проверить погасание светодиода «SG4 крышка снята» и отсутствие горения светодиода «цепей I В-2-2» в графе «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Установить крышку БИ в SG7, проверить погасание светодиода «SG7 крышка снята» и отсутствие горения светодиода «цепей U ТН-1» в графе «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Установить крышку БИ в SG8, проверить погасание светодиода «SG8 крышка снята» и отсутствие горения светодиода «цепей U ТН-2» в графе «НЕИСПРАВНОСТЬ».

Крышки блоков SG5, SG6 должны быть сняты.

Убедиться в несрабатывании устройства и привести переключатели в выходных цепях SX1 – SX14 в положение «Введено».

#### **4.2.7 Указания оперативному персоналу. Вывод комплекса из работы**

Перевести переключатели SAC1 – SAC5, SAC7 – SAC10, SX1 – SX14 в положение «Выведено».

#### **4.2.8 Указания оперативному персоналу при появлении сигнала «Неисправность»**

При появлении неисправностей в шкафу или в цепях устройств комплекса на ЦЩУ проходит сигнал «Неисправность».

При появлении сигнала на ЦЩУ оперативный персонал должен определить причину неисправности путем осмотра шкафа КПА-М и панели питания постоянным оперативным током.

При появлении любой неисправности КПА-М загорается сигнальная лампа «НЛ1» - «Неисправность».

Неисправности должны устраняться только МС РЗА, поэтому оперативный персонал при обнаружении неисправностей в устройствах комплекса ПА должен сообщать вышестоящему оперативному дежурному, в ведении и управлении которого находится данное устройство, и далее или действовать по его указаниям, или выполнить предусмотренные местными инструкциями мероприятия с последующим уведомлением о выполнении и записью в журнале дефектов.

#### **4.2.9 Указания оперативному персоналу при срабатывании устройства комплекса**

При срабатывании устройства КПА-М оперативный персонал должен:

- а) выполнить предусмотренные местной инструкцией операции с сигнализацией;
- б) определить по имеющейся сигнализации на мониторе БП либо дистанционно по АСУ ТП, что произошло: срабатывание каких автоматик и какой степени, отключение или включение первичного оборудования, и записать в оперативном журнале;
- в) сообщить о результатах осмотров и записях в журнале диспетчеру и с его разрешения осуществить сброс сигнализации однократным нажатием кнопки SB1 «Сброс сигнализации» либо по АСУ ТП;

#### **4.2.10 Техника безопасности при работе в шкафу**

Оперативному персоналу при обслуживании устройств комплекса руководствоваться требованиями СО 34.35.502-2005 «Инструкция для оперативного персонала по обслуживанию устройств релейной защиты и электроавтоматики энергетических систем».

При техническом обслуживании панели и цепей устройств комплекса необходимо руководствоваться требованиями документов:

#### **ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

(в ред. Приказов Минтруда РФ от 19.02.2016 N 74н, от 15.11.2018 N 704н);

СО 153-34.20.501-2003 (РД 34.20.501-95). Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.

РД 153-34.0-35.617-2001. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ, с изменениями №1 и №2.

При эксплуатации устройств релейной защиты, управления и сигнализации руководствоваться требованиями «Типовой инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты, электроавтоматики электрических станций и подстанций» СО-34.35.302-2006, М., СПО ОРГРЭС.

На все работы по техническому обслуживанию и испытаниям РЗА действующих

электроустановок оформляются оперативные заявки:

Оперативная заявка на работы в устройствах РЗА подготавливается персоналом ЭТЛ при обязательном участии ответственного исполнителя (исключение для заявок на проведение аварийных работ).

К любым работам по разрешенной заявке и оформленным в соответствии с межотраслевыми правилами по охране труда нарядом или распоряжением, можно приступать только с разрешения диспетчера, в управлении которого находится данное устройство РЗА.

Допуск к работам разрешается только при наличии принципиальных, структурных и монтажных схем, инструкций по обслуживанию устройства КПА-М.

При работе на панелях следует помнить, что на рядах зажимов и реле есть цепи, напряжение с которых не снято (цепи сигнализации, цепи напряжения, цепи тока).

Работы производятся инструментом, соответствующим требованиям СО 153-34.03.204 (РД 34.03.204) «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями (с изменениями 1991 и 1993г)» и прошедшим испытания повышенным напряжением.

## 5 МЕТОДИКА ПРОВЕРОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ШКАФА

### 5.1 Перечень проверок при вводе шкафа в эксплуатацию

При вводе комплекса КПА-М в эксплуатацию производится проверка, которая включает в себя три основных процедуры:

- Проверка электрической части шкафа;
- Проверка функциональной части шкафа;
- Проверка рабочим током и напряжением.

### 5.2 Проверка электрической части шкафа КПА-М

Проверка электрической части шкафа включает в себя:

- проверка изоляции шкафа;
- проверка работы процессорного блока и полевых интерфейсов;
- калибровка входов тока и напряжения.

#### 5.2.1 Проверка изоляции

5.2.1.1 Измерение сопротивления изоляции мегомметром:

- Объединяются «+» и «-» оперативного тока;
- Объединяются клеммы выходных цепей;
- Объединяются клеммы цепей регистрации;
- Объединяются клеммы входа напряжения;
- Объединяются клеммы входа тока;
- Объединяются клеммы цепей сигнализации.

5.2.1.2 Мегомметром 1000 В производится измерение сопротивления изоляции по таблице 5.1.

5.2.1.3 Мегомметром 500 В производится измерение сопротивления изоляции внутренних цепей шкафа напряжением менее 60 В относительно земли и указанных выше цепей.

Таблица 5.1 – Сопротивление изоляции между цепями блока, МОм

	Земля	Цепи тока	Цепи напряжения	Оперативный ток	Выходные цепи	Цепи регистрации	Цепи сигнализации
Земля		$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$
Цепи тока			$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$
Цепи напряжения				$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$
Оперативный ток					$\geq 100$	$\geq 100$	$\geq 100$
Выходные цепи						$\geq 100$	$\geq 100$
Цепи регистрации							$\geq 100$

5.2.1.4 Испытание электрической прочности изоляции всех групп цепей напряжением 1000 В синусоидального переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 минуты относительно «земли».

5.2.1.5 Повторное измерение сопротивления изоляции мегомметром всех групп цепей относительно «земли».

## **5.2.2 Проверка функционирования БП и полевых интерфейсов**

### **5.2.2.1 Включить оперативный ток.**

**5.2.2.2** Окончание загрузки операционной системы и прикладного ПО определяется по свечению светодиода «Работа» и погасанию светодиода «Неисправность».

БП считается работоспособным, если в процессе тестирования и загрузки операционной системы не было сообщений об ошибках и отсутствует предупредительная звуковая сигнализация.

**5.2.2.3** По светодиодным индикаторам проверить исправное состояние блока питания 24 В и полевых преобразователей тока и напряжения.

### **5.2.2.4 Установить переключку «НАСТРОЙКА» (XDC10 и XDC11).**

**5.2.2.5** В режиме тестирования дискретных входов, поочередно включая и отключая оперативные переключатели, подавая дискретные сигналы оперативного плюса убедиться в исправности и соответствии всех цепей ввода и привязки входных дискретных сигналов модулей DI24, DI220 светодиодам на экранах сигнализации БП, а также в окне «Дискретные сигналы».

**5.2.2.6** В режиме тестирования через окно «Дискретные сигналы» поочередно подавать выходные сигналы и по светодиодам модулей DO24, светодиодам на плате дискретного вывода БП, а также срабатыванию выходных и указательных реле убедиться в исправности и соответствии всех цепей вывода дискретных сигналов.

## **5.3 Проверка функциональной части шкафа**

Проверка функциональной части шкафа включает в себя:

- настройка заданных параметров срабатывания (уставок);
- комплексная проверка имитацией аварийных режимов;
- проверка воздействия на внешние устройства и центральную сигнализацию.

### **5.3.1 Перечень основных функций шкафа**

**5.3.1.1** Комплекс КПА-М-02-10010-УХЛ4 на базе БФ-04.05.06.11.15-01-260000-78-48 содержит следующие алгоритмы:

- Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР) ВЛ-1, ВЛ-2
- Защита от асинхронного хода при неполнофазном режиме линии (ЗНПФ) (при текущей настройке шкафа выведена из работы) ВЛ-1, ВЛ-2;
- Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН) ВЛ-1, ВЛ-2;
- Устройство резервирования при отказе выключателя при работе АОПН (УРОВ АОПН) ВЛ-1, ВЛ-2;
- Автоматика управления линейным реактором (АУЛР);
- Контроль исправности цепей напряжения (КИН);
- Контроль исправности тока (КИТ);
- Контроль исправности устройства (КИУ).

### **5.3.2 Настройка заданных параметров срабатывания (уставок)**

**5.3.2.1** Настройка уставок и опций производится в соответствии с указаниями [3], [5].

**5.3.2.2** Поочередно открывая окно «Уставки» во всех вкладках каждой автоматики,

произвести проверку (при необходимости корректировку) параметров срабатывания.

**5.3.2.3** Для каждого измерительного органа в составе отдельных автоматик произвести измерение значений параметров срабатывания и возврата.

**5.3.2.4** Для проведения проверки необходимо подать испытательный переменный ток и напряжение на соответствующие аналоговые входы КПА-М, а также подключить выходные сигналы КПА-М к испытательному устройству (ИУ).

### **5.3.3 Комплексная проверка имитацией аварийных режимов**

**5.3.3.1** От испытательной установки на аналоговые и дискретные входы устройства подаются сигналы, соответствующие имитируемому режиму. Ключи управления устанавливаются в соответствии с выбранными режимами. Проверяется поведение устройств комплекса при формировании аварийных режимов и при подаче аварийных сигналов.

**5.3.3.2** Работа устройств контролируется по срабатыванию выходных реле, показаниям местной сигнализации. Анализируются записи осциллографа.

**5.3.3.3** Имитируются неисправности БП, полевых интерфейсов аналоговых и дискретных сигналов, цепей напряжения и тока с контролем действия блокировок и сигнализации неисправности.

**5.3.3.4** Проверка выполняется для каждой функции шкафа. Полученные результаты заносятся в протокол проверочных испытаний.

### **5.3.4 Проверка алгоритма АЛАРо**

**5.3.4.1** Проверка алгоритмов АЛАРо идентична для каждой линии. Здесь и далее рассмотрена проверка одного алгоритма АЛАРо.

**5.3.4.2** Выставить оперативные переключатели в соответствии с режимом: АЛАРо введено, с помощью светодиодных индикаторов убедиться в правильности работы всех программных накладок, обеспечивающих ввод ступеней АЛАРо.

**5.3.4.3** Подача испытательного тока к токовым цепям линии осуществляется поочередно с целью проверки правильности формирования рабочего сигнала по току.

**5.3.4.4** Если отсутствует возможность подачи напряжений звезды и треугольника одновременно на все соответствующие аналоговые входы терминала, то осуществлять проверку алгоритма АЛАРо необходимо при выведенных алгоритмах КИН.

**5.3.4.5** Переключая группы уставок оперативным переключателем «Группа уставок АЛАР», посредством АРМ через Phindows и через сеть АСУ ТП, убедиться в правильности заданных групп уставок и их отображения на световых индикаторах.

**5.3.4.6** Изменяя значение тока и напряжения, подаваемые от измерительных устройств, убедиться в правильности отображения текущего режима.

**5.3.4.7** Проверяется работа каждой ступени каждого ОВАР АЛАРо при внутреннем АХ, внешнем АХ, в режиме качаний, КЗ и заполняется таблица следующего вида:

Повреждение		Внутренний АХ	Внешний АХ	Качания	КЗ
Время до аварии, с					
Время после аварии, с					
Параметры нагрузочного режима	U <sub>p</sub> , В				
	I <sub>p</sub> , А				

	$\varphi_P, ^\circ$				
Параметры сети	$Z_S, \text{Ом}$				
Параметры сети	$\varphi_S, ^\circ$				
	$Z_L, \text{Ом}$				
	$\varphi_L, ^\circ$				
	$Z_Q, \text{Ом}$				
	$\varphi_Q, ^\circ$				
Период асинхронного хода / качаний, с					
Контролирование входа РЕТОМ					
Поведение устройства		Срабатывание/ Не срабатывание. Степень	Срабатывание/ Не срабатывание. Степень	Срабатывание/ Не срабатывание. Степень	Срабатывание/ Не срабатывание. Степень

**5.3.4.8** Проверить правильность формирования управляющих воздействий для каждой ступени с ускорением/торможением: отключение линии от АЛАР, ТО линии от АЛАР. При этом остальные ступени должны быть выведены.

**5.3.4.9** Убедиться в правильности срабатывания светодиодных индикаторов.

### 5.3.1 Проверка алгоритма ЗНПФ

**5.3.1.1** Выставить оперативные переключатели в соответствии с режимом: ЗНПФ введено.

**5.3.1.2** Правильность формирования рабочего сигнала проверяется поочередной подачей тока  $3I_0$  через испытательные блоки выключателей линии.

**5.3.1.3** Проверить правильность формирования управляющих воздействий от ЗНПФ при всех возможных сочетаниях неполнофазной работы выключателей линии: отключение линии от ЗНПФ, ТО линии от ЗНПФ.

**5.3.1.4** Убедиться в несрабатывании алгоритма при выводе с помощью ключа управления или программным путем, при фиксации цикла ОАПВ (при выведенной ХВ3).

**5.3.1.5** Проверка выдержки на возврат токового органа проводится путем моделирования сигнала тока в одной фазе (он же равен  $3I_0$ ) при качаниях (при выведенной ХВ3). В случае если длительность паузы (время с момента возврата токового органа до момента его повторного срабатывания) меньше выдержки времени на возврат, то повторного сигнала срабатывания ЗНПФ не будет, в противном случае срабатывание будет наблюдаться после каждого повторного срабатывания токового органа. Прodelать те же манипуляции с разными положениями накладок ХВ1 и ХВ2.

**5.3.1.6** Проверить блокирование при фиксации цикла ОАПВ и наличии тока в одной фазе (он же равен  $3I_0$ ) при качаниях (при выведенной ХВ3).

**5.3.1.7** Сымитировать внутренний асинхронный ход при введенной ХВ3, затем на момент срабатывания ступени АЛАРо исключить токи в двух фазах и убедиться в срабатывания ЗНПФ. Выполнить для каждого выключателя линии, при разных положениях ХВ1 и ХВ2.

**5.3.1.8** Убедиться в правильности срабатывания светодиодных индикаторов.

### **5.3.1 Проверка алгоритма АОПН**

**5.3.1.1** Выставить оперативные переключатели в соответствии с режимом: АОПН введено, убедиться в правильности работы всех программных накладок, и срабатывании соответствующих светодиодных индикаторов.

**5.3.1.2** На время проверки алгоритма АОПН вывести из работы алгоритм КИН с помощью программной накладки ХВ1, вывести из работы все оставшиеся алгоритмы.

**5.3.1.3** Проверить правильность срабатывания ступеней АОПН с контролем стока реактивной мощности. Убедиться в правильности срабатывания световых индикаторов. Проверить правильность работы таймеров DT1.Q1(Q2), DT2.Q1(Q2), DT3.Q1(Q2).

**5.3.1.4** Проверить правильность срабатывания ступеней АОПН при отключенном конце линии. Убедиться в правильности срабатывания светодиодных индикаторов. Проверить правильность работы таймеров DT1.R1(R2), DT2.R1(R2), DT3.R1(R2).

**5.3.1.5** Проверить правильность срабатывания ступеней АОПН без условий. Убедиться в правильности срабатывания светодиодных индикаторов. Проверить правильность работы таймеров DT1.U1(U2), DT2.U1(U2), DT3.U1(U2), одновибраторов .

**5.3.1.6** Убедиться в правильности срабатывания светодиодных индикаторов.

### **5.3.2 Проверка алгоритма УРОВ АОПН**

**5.3.2.1** Проверка алгоритма УРОВ АОПН производится пофазно в случае пофазного привода выключателей.

**5.3.2.2** Выставить оперативные переключатели в соответствии с режимом: УРОВ АОПН введено, убедиться в срабатывании соответствующих светодиодных индикаторов.

**5.3.2.3** Повышая и понижая величину тока для каждого выключателя, убедиться в правильности отображения текущего режима, а также в правильности срабатывания и возврата органов (компараторов) тока для соответствующих выключателей. Необходимо также убедиться, что при получении сигнала «Пуск УРОВ» и срабатывании соответствующих органов тока (компараторов) происходит срабатывание алгоритма с соответствующими выдержками времени DT1.1, DT2.1.

**5.3.2.4** Убедиться в правильности срабатывания светодиодных индикаторов.

### **5.3.1 Проверка алгоритма АУЛР**

**5.3.1.1** Проверить запрет формирования сигнала включения от АОПН и от внешнего УРЗА при наличии сигнала срабатывания РЗ реактора.

**5.3.1.2** Проверить отсутствие срабатывания АУЛР на включение реактора при наличии тока через выключатель В Р-1.

**5.3.1.3** Проверить правильность отображения работы АУЛР на светодиодной сигнализации.

### **5.3.2 Проверка аналоговых входов и устройств КИТ, КИН.**

**5.3.2.1** Проверка производится в режиме калибровки аналоговых входов [3].

**5.3.2.2** В токовые входы шкафа поочередно подаются эталонные значения переменного тока в диапазоне от 0 до 5 А, с контролем значений параметров в именованных единицах. При расхождении наблюдаемого значения с ожидаемым, оно корректируется. Одновременно проверяется правильность подключения цепей тока и полевых преобразователей тока. Результаты заносятся в таблицу 5.1.

**5.3.2.3** Таблица 5.1. Результаты проверки токовых аналоговых входов



Подано		SG1 (I <sub>ABC B-1-1</sub> )		SG...		SG6 (I <sub>ABC B P-1</sub> )	
		Прогноз	Результат	Прогноз	Результат	Прогноз	Результат
I <sub>A</sub> , A							
I <sub>B</sub> , A							
I <sub>C</sub> , A							

**5.3.2.4** На входы напряжения шкафа поочередно подаются эталонные значения переменного напряжения в диапазоне от 0 до 100 В, с контролем значений параметров в именованных единицах. При расхождении наблюдаемого значения с ожидаемым значением, оно корректируется. Одновременно проверяется правильность подключения цепей напряжения и полевых преобразователей напряжения.. Результаты заносятся в таблицу 5.2.

**5.3.2.5** Таблица 5.2 Результаты проверки аналоговых входов напряжения

Подано		Прогноз	Результат	
			Цепи напряжения ТН-1	Цепи напряжения ТН-1
U <sub>A</sub> , В				
U <sub>B</sub> , В				
U <sub>C</sub> , В				
U <sub>НИ</sub> , В				
U <sub>ИФ</sub> , В				
U <sub>ФК</sub> , В				

**5.3.2.6** Проверка КИН выполняется при наличии всех напряжений от «звезды» и «треугольника».

Необходимо проверить срабатывание КИН при обрыве каждого из шести напряжений фаз «звезды», «треугольника» (U<sub>A</sub>, U<sub>B</sub>, U<sub>C</sub>, U<sub>НИ</sub>, U<sub>ФК</sub>, U<sub>ИФ</sub>) в соответствии с уставкой U<sub>ср</sub>.

Также необходимо проверить правильность срабатывания при снижении напряжения всех фаз звезды (U<sub>A</sub>, U<sub>B</sub>, U<sub>C</sub>) ниже уставки U<sub>выв</sub>.

При выводе контроля напряжения «разомкнутого треугольника» проверка выполняется при наличии всех напряжений от «звезды». Необходимо проверить срабатывание КИН только при обрыве каждой фазы «звезды». Результаты заносятся в таблицу 5.3

Таблица 5.3 Результаты проверки КИН

ТН...									
U <sub>A</sub> , В	U <sub>B</sub> , В	U <sub>C</sub> , В	U <sub>НИ</sub> , В	U <sub>ИФ</sub> , В	U <sub>ФК</sub> , В	Сраб.	Блиinker	Вход ИУ	Сигналы БП
0	100	100	100	100	100	5 с	да		
100	0	100	100	100	100	5 с	да		
100	100	0	100	100	100	5 с	да		
100	100	100	0	100	100	5 с	да		
100	100	100	100	0	100	5 с	да		

100	100	100	100	100	0	5 с	да		
-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	----	--	--

Для всех режимов при проведении проверки необходимо фиксировать соответствие заданным выдержкам времени.

**5.3.2.7** Проверка КИТ выполняется при наличии всех токов в фазах. Имитируя несимметрию таким образом, чтобы в относительных единицах разница между токами фаз превышала уставку поочередно для каждой из фаз по отношению к другим фазам. Длительность одного вида несимметрии (превышение тока одной фазы над токами других фаз) должна быть выше уставки по времени КИТ, чтобы убедиться в срабатывании КИТ.

### **5.3.3 Проверка алгоритма КИУ**

Проверить, что при появлении сигнала срабатывания от КИН, КИТ появляется сигнал «общая неисправность» с соответствующим срабатыванием сигнализации.

Проверить, что сброс сигнализации после выполнения условия в предыдущем абзаце невозможен, пока неисправен цепи напряжения каждого из ТН, цепи тока каждого из ТТ.

Проверить правильность работы КИУ при перезагрузке БП (срабатывание общей неисправности с возможностью последующего квитирования этого сигнала).

Проверить правильность работы КИУ при потере питания цепей сигнализации (срабатывание общей неисправности с возможностью последующего квитирования этого сигнала).

Проверить правильность работы КИУ при потере питания опер.током (срабатывание общей неисправности с возможностью последующего квитирования этого сигнала).

Работа устройств контролируется по срабатыванию выходных реле, показаниям местной сигнализации. Анализируются записи осциллографа.

Имитируются неисправности БП, полевых интерфейсов аналоговых и дискретных сигналов, цепей напряжения и тока с контролем действия блокировок и сигнализации неисправности.

### **5.3.4 Проверка действия на отключения выключателей, центральную сигнализацию и внешние устройства регистрации**

Проверка производится в режиме тестирования дискретных выходов в порядке, установленном правилами эксплуатации устройств РЗА.

Действие на отключение выключателей, цепи сигнализации и устройства контролируется по срабатыванию промежуточных и указательных реле, в соответствии со специальной программой.

### **5.3.5 Проверка рабочим током и напряжением**

Проверка рабочим током и напряжением производится при полностью собранных цепях тока и напряжения. Переключатели в выходных цепях устанавливаются в положение «ВЫВЕДЕНО». С помощью подключенного к БП монитора проверяется:

- чередование фаз токов и напряжений;
- соответствие измерений показаниями щитовых приборов;
- соответствие отображений параметров напряжения, тока и мощности при текущей нагрузке линии;
- реакция на имитацию неисправности цепей тока и напряжения.

## 6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПЛЕКСА КПА-М

### 6.1 Общие указания

Цикл технического обслуживания шкафа в процессе его эксплуатации составляет шесть лет в соответствии с требованиями РД 153-34.0-35.617-2001 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ» для устройств на микроэлектронной и микропроцессорной базе. Под циклом технического обслуживания понимается период эксплуатации шкафа между двумя ближайшими восстановлением, в течение которого выполняются в определенной последовательности виды технического обслуживания, предусмотренные вышеуказанными Правилами: первый профилактический контроль, профилактический контроль, профилактическое восстановление, проводимые в сроки и в объеме проверок, установленных у потребителя.

#### 6.1.1 Первый профилактический контроль (К1)

Первый профилактический контроль выполняется через 1 год после ввода в эксплуатацию.

#### 6.1.2 Профилактический контроль

Профилактический контроль выполняется через 3 года после первого профилактического контроля. Затем через 3 года после каждого профилактического восстановления.

БП имеет встроенную систему самодиагностики и не требует периодического тестирования.

Особое внимание при проведении профилактического контроля следует уделять протяжке винтов на клеммах БП, модулей ввода на рядах зажимов шкафа.

При проведении профилактического контроля рекомендуется:

- измерить переменные токи и напряжения, подводимые к зажимам шкафа в рабочем режиме и с помощью монитора провести сравнение их с показаниями БП в режиме калибровки аналоговых входов по п. 5.3.2. При соответствии показаний проверку уставок можно не проводить.
- проверить исправность дискретных входов по п. 5.2.2.5.
- проверить исправность дискретных выходов по п. 5.2.2.6.

#### 6.1.3 Профилактическое восстановление.

Профилактическое восстановление выполняется через 3 года после каждого профилактического контроля.

При профилактическом восстановлении рекомендуется провести в соответствии с указаниями п. 5 следующие проверки:

- проверку в объеме профилактического контроля;
- комплексную проверку по п. 5.3.3.

Обслуживающий персонал может самостоятельно провести ремонт или замену внешних реле комплекса, переключателей, светосигнальной аппаратуры и т.д.

На случай неисправности модулей ввода или вывода предусмотрены запасные модули в ЗИП для замены.

В случае обнаружения дефектов в БП следует немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель. Восстановление вышеуказанной аппаратуры может производить

только специально подготовленный персонал.

## **6.2 Меры безопасности**

7.2.1 Конструкция шкафа комплекса КПА-М обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.091-2012, «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций».

7.2.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током комплекс КПА-М соответствует классу 01 или 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

7.2.3 Комплекс КПА-М соответствует требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

7.2.4 Требования к персоналу и правила работ с комплексом, необходимые при обслуживании и эксплуатации комплекса, приведены в п. 4.2 настоящего РЭ.

7.2.4 При соблюдении требований эксплуатации и хранения комплекс не создает опасность для окружающей среды.

## **6.3 Организация эксплуатационных проверок**

При профилактическом восстановлении рекомендуется пользоваться методикой, приведенной в п. 5 настоящего РЭ.

В процессе накопления опыта эксплуатации объем проверок может быть сокращен, а порядок их проведения изменен.

## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ

### 7.1 АЛАР основная по сопротивлению (АЛАРо)

#### 7.1.1 Уставки общие для всех ступеней:

$L_{ВЧО}$ , Ом	— длина верхнего основания трапеции ЧО;
$L_{ВГО}$ , Ом	— длина верхнего основания трапеции ГО;
$L_{НЧО}$ , Ом	— длина нижнего основания трапеции ЧО;
$L_{НГО}$ , Ом	— длина нижнего основания трапеции ГО;
$H$ , Ом	— высота трапеций ЧО и ГО;
$Re(\Delta)$ , Ом	— смещение центра трапеции по оси R;
$Im(\Delta)$ , Ом	— смещение центра трапеции по оси X;
$\alpha$ , град	— угол наклона высоты трапеции к оси R;

$T_{АРmax}$ , сек — максимальная длительность цикла АР; если за время этой уставки не произошло фиксации очередного цикла АР, то осуществляется сброс счетчиков цикла второй и третьей ступеней, а также устанавливается исходное состояние регистров, обеспечивающих работу первой ступени.

#### 7.1.2 Дополнительные параметры для первой ступени:

Действие ступени	— введена или выведена;
Характер АР	— ускорение, торможение или оба режима;
$T_{контр}$ , сек	— время контроля нахождения вектора сопротивления в зоне действия ЧО до входа в зону действия ГО.

#### 7.1.3 Дополнительные параметры для второй ступени:

Действие ступени	— введена или выведена;
Характер АР	— ускорение, торможение или оба режима;
$T_{пр2}$ , сек	— предварительная выдержка времени;
$N_{ср2}$	— число полных циклов АР для срабатывания;
$T_{доп2}$	— дополнительная выдержка времени.

#### 7.1.4 Дополнительные параметры для третьей ступени:

Действие ступени	— введена или выведена;
Характер АР	— ускорение, торможение или оба режима;
$T_{пр3}$ , сек	— предварительная выдержка времени;
$N_{ср3}$	— число полных циклов для срабатывания;
$T_{доп3}$ , сек	— дополнительная выдержка времени.

#### 7.1.5 Исходные данные

В качестве исходных данных для выбора характеристик срабатывания измерительных органов, входящих в состав ОВАР, используются следующие данные:

- расчетные годографы вектора  $\dot{Z}_p$ , определяющегося по параметрам, измеренным устройством, при «внутренних» и «внешних» АР с метками углов между эквивалентными ЭДС —  $\delta$ ;

- максимальная длительность цикла АР, возможная на данной межсистемной связи;
- ресинхронизация — ее возможность и расчетное время ресинхронизации.

На разных этапах выбора настройки целесообразно использовать табличное и графическое описание годографов, которые представляют собой окружность или прямую линию, если модули эквивалентных ЭДС равны ( $E_1 = E_2$ ).

Далее, для простоты, принципы выбора настройки демонстрируются на примере одного внутреннего и одного внешнего АР.

Исходя из того, что годограф вектора  $\dot{Z}_p$  является окружностью, расчет выполняется в следующем порядке:

**7.1.5.1** Определение центра годографа АР, имеющего вид окружности, выполняется в координатах R и X. Центр окружности может быть найден по трем любым его точкам графически или методами аналитической геометрии.

**7.1.5.2** Характеристика ОНМ, имеющая вид прямой линии, обычно принимается проходящей через начало координат и через центр окружности внутреннего АР (рисунок 8.1). Определение угла наклона характеристики ОНМ относительно оси R —  $\alpha$  (рисунок 8.1).

В том случае, если  $E_1 = E_2$  характеристика ОНМ является перпендикуляром к линии годографа, проходящим через начало координат. Такой выбор характеристики ОНМ обеспечивает его пересечение годографом вектора  $\dot{Z}_p$  при угловом сдвиге между ЭДС, равным  $180^\circ$ .

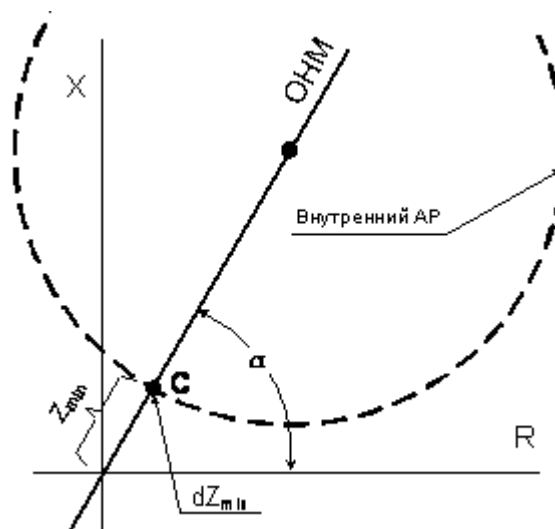


Рисунок 8.1 — К выбору характеристики ОНМ и срединной точки характеристик ЧО и ГО

**7.1.5.3** Срединная точка «С» характеристик ЧО и ГО определяется как точка пересечения характеристики ОНМ с годографом (рисунок 8.1). Точка «С» характеризуется также минимальным модулем значения вектора  $\dot{Z}_p$ .

**7.1.5.4** Определение высоты трапеций «Н» и положения оснований.

Для определения максимально допустимой высоты трапеции вычисляется расстояние от точки «С» до ближайшей точки пересечения годографов внешних АР с характеристикой ОНМ. Для надежной отстройки от внешних АР полувысота трапеции «Н» принимается равной не более 0,8 этого расстояния. На ОНМ фиксируются полученные точки и через них проводятся основания трапеции, перпендикулярные к характеристике ОНМ (рисунок 8.2).

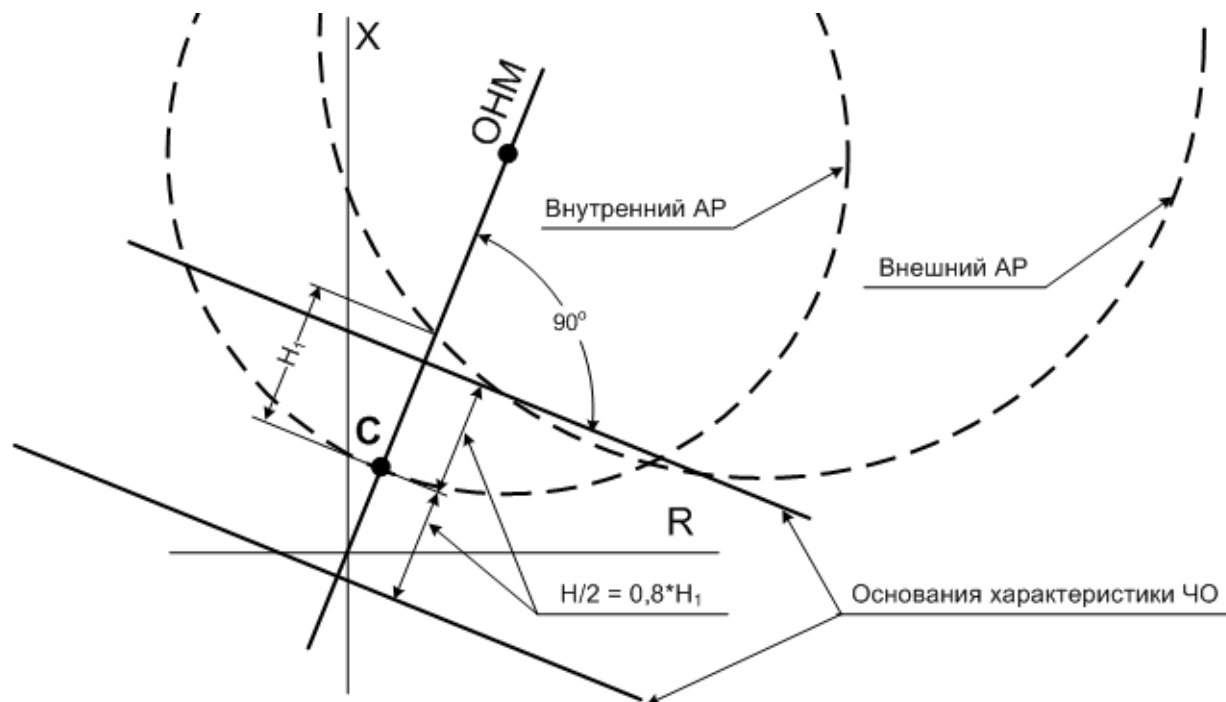


Рисунок 8.2 — Определение высоты и положения оснований трапецидальных характеристик ЧО и ГО

#### 7.1.5.5 Определение длины оснований трапецидальных характеристик ЧО и ГО.

Определение длин оснований трапеции ЧО осуществляется из условия получения максимальной частоты скольжения отказа. Для этого время нахождения вектора  $\dot{Z}_p$  внутри зоны действия ЧО должно быть равным времени его нахождения вне зоны действия ЧО.

Для этого на годографе определяются две точки, соответствующие фазовому сдвигу между эквивалентными ЭДС связываемых систем, равному  $90^\circ$ .

Проводятся две прямые, проходящие через эти точки и центр окружности годографа. Пересечение этих прямых с полученными ранее линиями оснований образуют трапецидальную характеристику ЧО с основаниями искомой длины (рисунок 8.3).

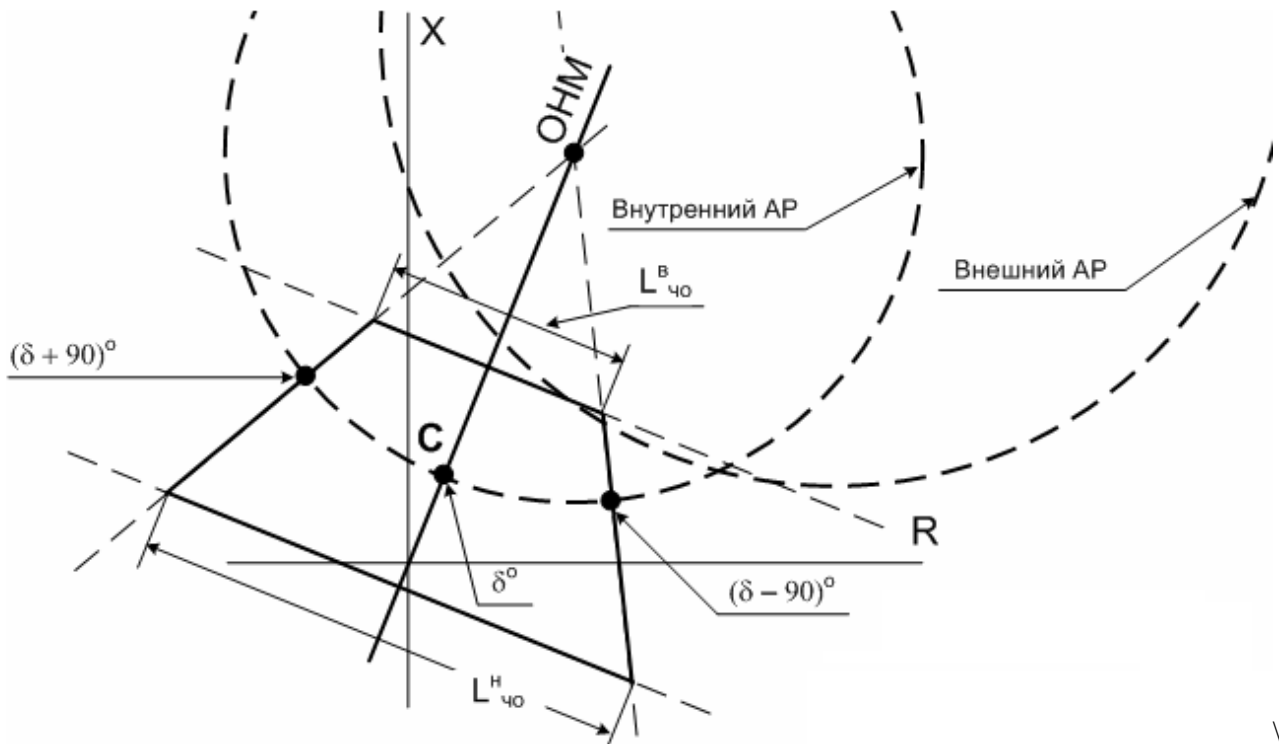


Рисунок 8.3 — Определение боковых сторон и длин оснований трапецидальной характеристики ЧО

Длины оснований характеристики срабатывания ГО принимаются равными:

- $L_{ГО}^B = L_{ЧО}^B/2$ ;
- $L_{ГО}^H = L_{ЧО}^H/2$ .

Примечание: При  $E_1 = E_2$  характеристика срабатывания ЧО — прямоугольник с боковыми сторонами, параллельными характеристике срабатывания ОНМ и проходящими через точки годографа, соответствующие взаимным углам между эквивалентными ЭДС  $-90^\circ$  и  $+90^\circ$ .

**7.1.5.6** Чувствительность проверяется в точках вхождения вектора  $\dot{Z}_p$  в зону действия ЧО и в точках пересечения годографа с характеристикой срабатывания ОНМ (рисунок 8.4).

Требования к чувствительности считаются выполненными, если выполняются условия (для входа через правую боковую сторону):

- $Z_B \geq 0,1 \cdot Z_s$ ;
- $Z_H \geq 0,1 \cdot Z_s$ .

Выполнение этого условия должно проверяться также для точек пересечения с левой боковой стороной и характеристикой срабатывания ОНМ.



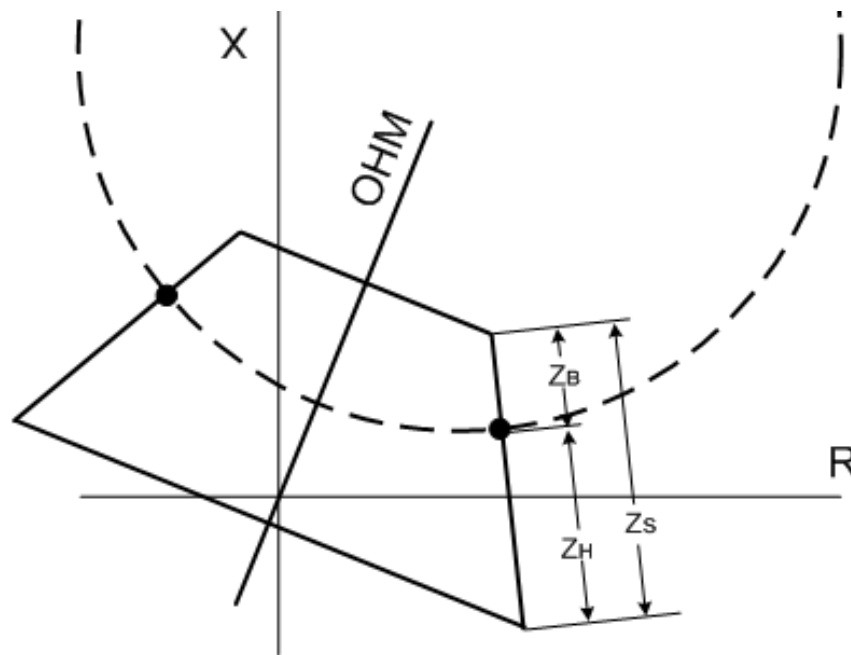


Рисунок 8.4 — Проверка чувствительности ОВАР

**7.1.5.7** Параметры  $R_{см}$  и  $X_{см}$  определяются как координаты срединной точки трапецеидальных характеристик — «С».

Величина «гистерезиса», обеспечивающего отсутствие многократных переключений измерительных органов при переходе через характеристику срабатывания, рекомендуется принимать равной 0,02 от длины большего основания характеристики срабатывания ЧО. В том случае, если обеспечить выявление всех внутренних АР при отстройке от внешних, используя один ОВАР, невозможно, рекомендуется применять несколько ОВАР, но не более пяти.

**7.1.5.8** При наличии нескольких расчетных схем и, соответственно, годографов внутренних и внешних АР при определении положения точки «С» и положения боковин характеристик следует использовать усредненные значения точек на годографах.

**7.1.6** Выдержка времени органа контроля длительности цикла АР определяется условием отстройки от максимального для контролируемого сечения периода АР, при котором наступает ресинхронизация:

$$T_{уст} = 1,05 \cdot T_{доп}$$

где  $T_{доп}$  — период допустимого скольжения.

**7.1.7** Время контроля нахождения вектора сопротивления  $\dot{Z}_p$  в зоне действия ЧО до входа в зону действия ГО используется для распознавания АР. Если время нахождения вектора  $\dot{Z}_p$  в этой зоне меньше заданной уставки, текущий режим распознается как короткое замыкание и блокируется работа первой ступени ОВАР. Рекомендуется принимать уставку равной 20 мс, что обеспечивает корректную работу при скольжениях до 10 Гц.

**7.1.8** Параметры характеристик органов сопротивления второй и третьей ступеней те же, что и для первой ступени. При этом возможность согласовывать действие этих ступеней с действием устройств АЛАР на смежных участках сети по времени и/или числу циклов АР позволяет в ряде случаев не отстраивать органы сопротивления от некоторых внешних АР.

**7.1.9** Уставки по времени и числу циклов АР для второй и третьей ступеней выбираются исходя из следующих условий:

— возможность (необходимость) ресинхронизации;

- расчетное время ресинхронизации;
- расчетное число циклов в процессе ресинхронизации со скольжением, более допустимого;
- согласование с уставками по времени и числу циклов АР устройств АЛАР, установленных на смежных участках сети;
- рекомендованное минимально допустимое значение по числу циклов второй ступени  $N_{уст}$  равно 2.

2,3 ступень контролирует только прохождение через чувствительный орган и переход через ОНМ заданное количество циклов, в отличие от первой ступени, где контролируется очередность прохождения зон ОВАР и время пребывания в них. Если выставить количество циклов 2 ступени равное 1, то при нахождении в характеристике, например после КЗ, при начавшихся синхронных качаниях после отключения КЗ произойдет пересечение ОНМ вне ОВАР и 2 ступень может ложно отработать при заданной уставке, поэтому мы не рекомендуем ставить у второй ступени число циклов меньше 2. В случае, если выставлено 2 цикла, при качаниях происходит пересечение ОНМ, затем смена направления и сброс счетчиков - АЛАР не работает.

7.1.10 В качестве исходных данных для выбора характеристик срабатывания измерительных органов, входящих в состав ОВАР неполнофазного режима, используются следующие данные:

- расчетные годографы вектора сопротивления прямой последовательности  $\dot{Z}_p$ , определяемые по параметрам, измеренным устройством, при «внутренних» и «внешних» симметричных АР с метками углов между эквивалентными ЭДС —  $\delta$ ;
- дополнительные сопротивления несимметричного повреждения для контролируемого сечения в нормальных и ремонтных схемах с рассмотрением всех вариантов режимов работы энергосистем, связанных между собой этим сечением; под неполнофазным асинхронным режимом понимается асинхронный режим в сочетании с неполнофазным режимом одной из линий. Вид несимметричного режима - однократная продольная несимметрия вида «обрыв одной фазы». Поскольку большинство отечественных и иностранных программных пакетов по расчету и анализу режимов в условиях неполнофазных режимов используют правило эквивалентности прямой последовательности, необходимо предварительно произвести расчет дополнительного сопротивления в месте возникновения продольной несимметрии (обрыв одной из фаз) в различных схемно-режимных ситуациях. Расчет дополнительного сопротивления может быть выполнен в программном пакете АРМ СРЗА (ПК БРИЗ). Расчет режимов может быть выполнен в пакете RastrWin3, Mustang. Неполнофазный режим имитируется изменением параметров ветви (электрическое удлинение линии).
- расчетные годографы  $\dot{Z}_p$ , определяемые по параметрам, измеренным устройством, при «внутренних» и «внешних» неполнофазных АР с метками углов между эквивалентными ЭДС —  $\delta$  (в момент возникновения неполнофазного режима параметры линии меняются путем добавления сопротивления «электрического удлинения» линии  $\dot{Z}_{\Delta L}$ );
- максимальная длительность цикла АР, возможная на данной межсистемной связи;
- ресинхронизация — ее возможность и расчетное время ресинхронизации.

Принципы выбора параметров настройки ОВАР неполнофазного режима аналогичны ранее изложенным в пунктах 7.1.5.-7.1.9

7.1.11 Ток срабатывания и возврата органа тока нулевой последовательности для выявления перехода в неполнофазный режим и разрешения работы АЛАР с группами уставок неполнофазного режима выбирается таким же, как в ЗНФР — обычно на уровне параметров четвертой ступени НТЗНП.

При использовании тока обратной последовательности для фиксации неполнофазного режима принять ток срабатывания на уровне  $0.2 I_{ном}$ .

Выдержка времени на возврат токового органа, разрешающего работу АЛАР с группами уставок неполнофазного режима, выбирается из условия обеспечения перекрытия «провалов» тока при АР. Длительность «провалов», при которых возвращается реле тока, определяется при расчетном периоде АР.

7.1.12 Уставки по фазному току и напряжению функции обнуления измеряемого сопротивления и сброса всех внутренних таймеров ОВАРа рекомендуется принимать равными 10% от соответствующих номинальных значений.

### 7.1.6 Блокировка АЛАРо при отключенном присоединении (АЛАР БОП)

БОП срабатывает при условии одновременного исчезновения (достижения минимального значения) тока и напряжения, что исключено при асинхронном ходе. При асинхронном ходе может возникнуть ситуация, когда:

- отсутствует ток, но напряжение максимально;
- отсутствует напряжение, но ток максимальный.

Поэтому при асинхронном ходе БОП не работает по своему принципу.

#### Время выдержки БОП

Время выдержки БОП рекомендуется принимать равным 20-40 мс, что достаточно для корректного расчёта актуальных значений тока и напряжения. Заводская уставка принимается 30 мс.

#### Ток срабатывания БОП

Уставку по току « $I_{бл.min}$ » рекомендуется принять 10% от тока номинального ТТ в первичных величинах. Уставка может быть скорректирована при необходимости.

#### Напряжение срабатывания БОП

Уставка по напряжению должна быть больше, чем наведенное напряжение. Рекомендуется « $U_{бл.min}$ » принять равной  $0,25 U_{ном}$ , учитывая, что при таком напряжении ни один нормальный режим существовать не может. Уставка может быть скорректирована при необходимости, например в случае большой наводки в контрольном кабеле.

## 7.2 АОПН

### 7.2.1 Уставки АОПН

**7.2.1.1** Напряжение срабатывания пусковых органов чувствительной ступени АОПН принимается, исходя из условия допустимого воздействия повышенного напряжения на оборудование, приведенного в таблице 5.3 ПТЭ станций и сетей.

**7.2.1.2** Напряжение срабатывания пусковых органов грубой ступени АОПН выбирается по условию допустимого воздействия повышенного напряжения на оборудование согласно ПТЭ станций и сетей в течение не более 1 с, как правило в 1,35 раз больше максимального рабочего напряжения;

**7.2.1.3** Время действия чувствительной ступени на отключение линии выбирается из условия отстройки от кратковременных перенапряжений в переходных процессах и принимается равным не менее 0,15 сек.

Первой и промежуточными выдержками времени чувствительная ступень действует на включение шунтирующих реакторов (СКРМ). Последней выдержкой времени действует на отключение линии с обеих сторон. Степень селективности между выдержками времени составляет 0,1 – 0,3 с. Степень селективности обуславливается временем выполнения управляющего воздействия (получение сигнала автоматикой управления реактором и временем включения его выключателя) и временем возврата органов напряжения (10 мс).

**7.2.1.4** Время действия грубой ступени на отключение линии должно соответствовать допустимому времени существования перенапряжения на уровне срабатывания пусковых органов напряжения грубой ступени в соответствии с вольт-временной характеристикой оборудования, но не более 500 мс. Действие грубой ступени на включение шунтирующих реакторов обычно не предусматривается.

Первой выдержкой времени грубая ступень действует на отключение шунтирующего реактора для расстройки резонансного контура и затухающего процесса, как правило с выдержкой времени 150 мс для отстройки от вынужденных перенапряжений и коммутационных перенапряжений.

Второй выдержкой времени грубая ступень действует на отключение ЛЭП, как правило с выдержкой времени 300 мс для обеспечения резервирования.

**7.2.1.5** Мощность срабатывания избирательных органов реактивной мощности выбирается из условия обеспечения чувствительности по двум условиям:

а) Чувствительность к величине принимаемой энергосистемой реактивной мощности, которая создает на шинах подстанции повышенное напряжение, равное напряжению возврата  $U_B$  чувствительной ступени АОПН. Расчетное значение мощности определяется выражением

$$Q_P = \frac{E_1 \cdot U_B - U_B^2}{X_1}, \text{ где}$$

$E_1$  — ЭДС энергосистемы;

$X_1$  — сопротивление энергосистемы;

б) Чувствительность к стоку реактивной мощности линии при максимально возможной компенсации генерации линии реакторами, подключенными к противоположному концу линии (компенсация реактивной мощности линии реактором, подключенным к линии в месте установки, учитывается подключением устройства АОПН к его токовым цепям).

$$Q_P = Q_{уд} \cdot L - Q_{ШР},$$

где:

- $Q_{уд}$  — удельная трехфазная реактивная мощность, генерируемая линией;  
 $Q_{ШР}$  — суммарная мощность реакторов на противоположном конце линии;  
 $L$  — длина линии.

Достаточная точность расчетов обеспечивается при принятых значениях удельной трехфазной реактивной мощности

для линий 500 кВ —  $Q_{уд} = 1,0$  МВАр/км;

для линий 220 кВ —  $Q_{уд} = 0,25$  МВАр/км.

Мощность срабатывания органов реактивной мощности для линии 220 кВ (в первичных значениях)

$Q_{уст} = Q_r / 3K_{ч}$ , где  $K_{ч}$  — коэффициент чувствительности, равный порядка 1,5.

Мощность срабатывания блокирующих органов активной мощности выбирается из условия отстройки от активной мощности холостого хода линии, которая складывается из

- потерь на корону;
- активной мощности, потребляемой ШР, подключенными к линии на противоположном ее конце.
- потерь активной мощности, вызванных протеканием емкостного тока линии;

С достаточным запасом можно принять:

— потери на корону

для линий 500 кВ —  $R_{уд\_к} = 12,2$  кВт/км;

для линий 220 кВ —  $R_{уд\_к} = 2,7$  кВт/км.

— потери ШР —  $R_{ШР} = 0,5\%$  от  $Q_{ном}$

— потери от протекания емкостного тока —  $R_{уд\_q} = 0,015$  кВт/км

Тогда  $R_{уст} = K_n * ((R_{уд\_к} + R_{уд\_q}) * L + R_{ШР}) / 3$ , где  $K_n = 1,5 \div 2,0$

### 7.2.2 Уставки УРОВ АОПН

Ток срабатывания УРОВ АОПН должен быть чувствителен к току зарядной мощности линии при максимально возможной компенсации генерации линии реакторами (п.7.2.1.5), подключенными к противоположному концу линии при уровне напряжения максимальном рабочем. При этом орган селективности должен иметь коэффициент чувствительности не менее  $1,2 \text{ к } 4\% I_{\text{ном.тт}}$ .

При использовании грубой ступени АОПН для расстройки резонанса в цикле ОАПВ, орган УРОВ АОПН должен иметь уставку по току не более 0,8 от номинального тока РШ.

### 7.3 ЗНПФ

В связи с тем, что назначением ЗНПФ является резервирование аналогичного устройства релейной защиты (ЗНФР) при его отказе, параметры его настройки должны согласовываться с ЗНФР в составе РЗ.

Ток срабатывания органа тока и коэффициент выбирается таким же, как в ЗНФР — обычно на уровне параметров четвертой ступени НТЗНП.

Время срабатывания таймера **DT2** также должно соответствовать времени срабатывания ЗНФР и составляет  $0,3 \div 1,0$  сек:

Время срабатывания **DT4** выбирается из условия обеспечения перекрытия «провалов» тока при АР. Длительность «провалов», при которых возвращается реле тока ЗНФР принимается при расчетном периоде АР равном времени срабатывания ЗНФР по выражению:

$$T_{\text{расч}} = \frac{\arccos \frac{1}{K_{\text{ч}}} + \arccos K_{\text{в}}}{360} \cdot T_{\text{ЗНФР}}$$

где  $K_{\text{ч}}$  — минимальный коэффициент чувствительности ЗНФР;

$K_{\text{в}}$  — коэффициент возврата реле тока ЗНФР;

$T_{\text{ЗНФР}}$  — уставка по времени срабатывания ЗНФР.

Минимальная уставка по времени ЗНПФ принимается равной

$$T_{\text{DT4}} = T_{\text{расч}} + 0,05 \text{ сек.}$$

Тогда, например, при  $K_{\text{ч}} = 1,2$ ,  $K_{\text{в}} = 0,9$  и  $T_{\text{ЗНФР}} = 1$  сек

$$T_{\text{DT4}} = 0,216 \text{ сек}$$

Время срабатывания **DT5** выбирается из условия обеспечения блокирования ЗНПФ в цикле ОАПВ и принимается:

$$T_{\text{DT5}} = T_{\text{ОАПВ}} + 0,3, \text{ сек}$$

В случае использования органа тока, измеряющего полный фазный ток, уставку по току принять  $10\%I_{\text{ном}}$ .

#### 7.4 АУЛР

При наличии искрового промежутка уставка срабатывания по току  $I_{P1\_cp}$  рекомендуется 0,1 от  $I_{ном}$  трансформатора тока, к которому подключена АУЛР. Коэффициент возврата 0,9.

Задержка сигнала о срабатывании защиты ИП на таймере **DT2** необходима в случае срабатывания РЗ реактора при повышенном напряжении на линии и последующем срабатывании защиты ИП, для предотвращения бесконечного цикла «отключение-включение» выключателя реактора. В течение **DT2** должен отключиться разъединитель реактора. Таким образом **DT2** должна быть равна времени работы автоматики управления разъединителем + время отключения разъединителя + среднее время погасания дуги.

Для надежного включения выключателя реактора предусмотрен одновибратор **DT3** с регулируемой уставкой длительности импульса на включение. Время выбирается исходя из принципа работы синхронизатора, установленного на выключателе реактора.



## 7.5 КИН

Алгоритм контроля исправности цепей напряжения содержит регулируемые уставки:

- Уставка напряжения  $U_{ср}$ , меньше которой разница напряжений звезды и треугольника одной и той же фазы является допустимой;
- Уровень напряжения  $U_{выв}$ , при котором считается, что цепи напряжения выведены;
- Время задержки на формирование сигнала оповещения о неисправности цепей напряжения,  $t_{кин}$ ;
- Время продления блокировки алгоритма АЛАРо после исчезновения признака неисправности цепей напряжения и установки ВЛ под напряжение,  $t_{блок}$ ;
- Накладка ввода в работу КИН, ХВ1;
- Накладка ввода блокировки алгоритмов при выводе цепей напряжения, ХВ2.

Уставка « $U_{ср}$ » показывает допустимую разницу между напряжениями «звезды» и «разомкнутого треугольника» при исправных цепях напряжений. Уровень этой уставки принимается исходя из максимальной погрешности трансформаторов напряжения (ГОСТ 1983-2015).

Поэтому рекомендуется « $U_{ср}$ » принимать равной  $0,15U_{ном}$ . Уставка может быть скорректирована при необходимости.

Уставка « $U_{выв}$ » должна быть больше, чем наведенное напряжение. Рекомендуется «**Увыв**» принять равной  $0,25U_{ном}$ , учитывая, что при таком напряжении ни один нормальный режим существовать не может. Уставка может быть скорректирована при необходимости, например при большой наводке в контрольном кабеле.

Время выдержки  $t_{кин}$  принимается в зависимости от условий:

- более времени ТАПВ;
- более среднестатистического времени переставления крышек испытательных блоков (в случае ошибочного снятия крышки не с требуемого БИ);
- более времени работы защит при опробовании первичного оборудования;
- более максимального времени цикла асинхронного хода на данном сечении.

Рекомендуется уставку « $t_{кин}$ » принять равной **9 с**. Уставка может быть скорректирована при необходимости.

Время выдержки  $t_{блок}$  принимается порядка 100 мс, для отстройки от неустойчивых повреждений в цепях напряжения, а также быстреего ввода АЛАРо в работу после отключения несимметричного КЗ на смежных элементах сети, после опробования ВЛ.

## 7.6 КИТ

В алгоритме контроля исправности цепей тока регулируемые уставки:

- Допустимая величина разницы токов фаз в нормальном режиме,  $k$ ;
- Время выдержки появления сигнала оповещения о неисправности цепей тока  $t_{\text{кит}}$ ;
- Накладка ввода в работу КИТ.

Допустимая величина разницы токов фаз в нормальном режиме выбирается исходя из несимметрии, которая может присутствовать в токе ВЛ. Рекомендуется  $k = 0,25$ . При необходимости уставку можно загрузить, либо вовсе вывести КИТ из работы при большой несимметрии в нормальном режиме (разница токов фаз превышает 25% в нормальном режиме).

Время выдержки  $t_{\text{кит}}$  рекомендуется принять равной от 5 до 10 секунд, исходя из времени переставления крышек испытательных блоков и проверки отсутствия дуги между полюсами крышки и испытательного блока при снятии крышки. Также  $t_{\text{кит}}$  должна превышать время ОАПВ.

## **8 УТИЛИЗАЦИЯ**

После окончания срока службы или эксплуатации изделие подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требует специальных приспособлений и инструментов. Основным методом утилизации является разборка изделия.

## 9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

10.1 Условия транспортирования, хранения и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода устройства в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Условия транспортирования, хранения и допустимые сроки сохраняемости в упаковке

Назначение	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15846-2002	Допустимые сроки сохраняемости в упаковке и консервации изготовителя, годы
	Механических факторов по ГОСТ 23216-78	Климатических факторов таких, как условия хранения по ГОСТ 15150-69, ГОСТ 15846-2002		
Для нужд народного хозяйства (кроме районов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846-2002)	Л	5(ОЖ4)	1(Л)	2
Для нужд народного хозяйства в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846-2002	С	5(ОЖ4)	2(С)	2

10.2 Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании – минус 50°С.

10.3 Упаковка должна производиться по ГОСТ 23216-78 для условий хранения, транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, указанных в разделе 6 настоящих технических условий.

10.4 В транспортную тару должна укладываться эксплуатационная документация.

10.5 Транспортирование упакованных устройств производится любым видом закрытого транспорта, предохраняющим изделия от воздействия солнечной радиации, резких скачков температур, атмосферных осадков и пыли с соблюдением мер предосторожности против механических воздействий. Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов «Л» допускается общее число перегрузок не более 4-х.

10.6 Погрузка, крепление и перевозка устройств в транспортных средствах осуществляется с учетом манипуляционных знаков маркировки тары по ГОСТ 14192-96 в соответствии с действующими правилами перевозок грузов. Упакованное устройство должно быть надежно закреплено для предотвращения его свободного перемещения.

10.7 До установки в эксплуатацию устройства его следует хранить в закрытых складских помещениях при температуре окружающей среды от 1 до 45 °С и относительной влажности не выше 80 % при температуре 25 °С, а также при отсутствии в окружающей среде агрессивных газов в концентрациях, разрушающих металл и изоляцию. Допустимый срок сохраняемости в упаковке поставщика один год.

**10 ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

1. ИШМУ.6455.XXX-XX ФО. Формуляр изделия
2. Техническое описание платформы БФ 2019 (10.12.19)
3. ИШМУ.6455.XXX-XX РН. Руководство по настройке
4. ИШМУ.6455.XXX-XX АС. Альбом схем
5. ИШМУ.6455.XXX-XX ПТ. Параметрические таблицы
6. СТО 59012820.29.020.008-2015 «Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Автоматика ликвидации асинхронного режима. Нормы и требования»

**11 ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ**

Таблица П1 – Перечень приборов, необходимых при испытаниях

<b>Наименование оборудования</b>	<b>Диапазон измеряемых (контролируемых) величин</b>	<b>Класс точности или предел допустимой погрешности</b>	<b>Обозначение нормативной и технической документации</b>
Вольтметр переменного тока	до 220 В	0,5	ГОСТ 8711-93
Вольтметр постоянного тока	до 250 В	0,5	ГОСТ 8711-93
Амперметр переменного тока	2,5 – 5 А	0,5	ГОСТ 8711-93
Прибор комбинированный	—	—	ГОСТ 10374-93
Мегомметр на 500 В	10 МОм	1,0	ГОСТ 23706-93
Мегомметр на 1000 В	10 МОм	1,0	ГОСТ 23706-93
Установка РЕТОМ-41 и выше	—	$\pm 2,5 \%$	По действующей нормативной и технической документации
Миллисекундомер электрический Ф-209, Ф-291 и т.п.	—	$\pm 0,001$ с	По действующей нормативной и технической документации