

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

ОКП 34 3500

**КОМПЛЕКС ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ**

КПА-М-02-10010-УХЛ4

на базе БФ-16-02-640000-32-64

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ИШМУ.656455.107-03 РЭ

Новосибирск 2014



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

СОДЕРЖАНИЕ

1	ТЕРМИНЫ, СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	5
2	ОПИСАНИЕ И РАБОТА УСТРОЙСТВА	9
2.1	<i>Назначение устройства.....</i>	9
2.1.1	Функциональный блок (БФ)	10
2.1.2	Сетевой коммутатор (СК)	11
2.2	<i>Основные технические данные и характеристики комплекса</i>	<i>12</i>
2.2.1	Общие требования	12
2.2.2	Основные параметры и размеры	12
2.2.3	Общие характеристики	12
2.2.4	Показатели надежности	17
2.2.5	Характеристика функционального блока (БФ)	17
2.3	<i>Комплектность</i>	<i>20</i>
2.4	<i>Состав устройств.....</i>	<i>20</i>
2.4.1	Устройство фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ)	20
2.4.2	Устройство выбора контролируемого напряжения.	22
2.4.3	Контроль исправности цепей напряжения (КИН)	23
2.4.4	Устройство сигнализации	23
2.4.5	Устройство осциллографирования (осциллограф)	23
2.4.6	Регистрация событий.....	23
2.5	<i>Состав и конструкция шкафа</i>	<i>23</i>
2.5.2	Функциональный блок	24
2.5.3	Входные цепи	25
2.5.4	Ввод и вывод дискретных сигналов	25
2.5.5	Оперативные цепи шкафа	26
2.5.6	Выходные цепи	26
2.5.7	Цепи сигнализации	26
2.5.8	Органы оперативного управления	26
2.5.9	Интерфейсные средства	28
2.5.10	Цепи служебного питания	28
2.5.11	Цепи регистрации	28
2.6	<i>Принцип работы устройств</i>	<i>28</i>
2.6.1	Измерения	28
2.6.2	Устройство фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ)	28
2.6.3	Устройство контроля исправности измерительных цепей напряжения (КИН)	32
2.6.4	Устройство сигнализации.	33
2.7	<i>Средства измерения, инструменты и принадлежности</i>	<i>35</i>
2.8	<i>Маркировка и пломбирование</i>	<i>35</i>
3	ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ	37
4	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	38
4.1	<i>Эксплуатационные ограничения.....</i>	<i>38</i>
4.2	<i>Подготовка изделия к использованию</i>	<i>38</i>
4.2.1	Меры безопасности при подготовке шкафа к использованию	38
4.2.2	Внешний осмотр и порядок установки шкафа	38
4.2.3	Монтаж шкафа	38
4.2.4	Подготовка шкафа к работе	38
4.2.5	Перечень основных режимов работы изделия, а также основных режимов работы устройств комплекса	38
4.2.6	Указания оперативному персоналу. Ввод комплекса в работу	42
4.2.7	Указания оперативному персоналу. Вывод комплекса из работы.....	43

4.2.8 УКАЗАНИЯ ОПЕРАТИВНОМУ ПЕРСОНАЛУ ПРИ ПОЯВЛЕНИИ СИГНАЛА «НЕИСПРАВНОСТЬ».....	43
4.2.9 УКАЗАНИЯ ОПЕРАТИВНОМУ ПЕРСОНАЛУ ПРИ СРАБАТЫВАНИИ УСТРОЙСТВА КОМПЛЕКСА	43
4.2.10 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ШКАФУ	43
4.3 Перечень проверок при вводе шкафа в эксплуатацию.....	44
4.3.1 ПРОВЕРКА ИЗОЛЯЦИИ ПРОИЗВОДИТСЯ В ТРИ ЭТАПА.....	44
4.3.2 ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БФ И ПОЛЕВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ	45
4.3.3 ПРОВЕРКА ВХОДОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ	45
4.3.4 НАСТРОЙКА ЗАДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ (УСТАВОК)	46
4.3.5 КОМПЛЕКСНАЯ ПРОВЕРКА ИМИТАЦИЕЙ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ.....	46
4.3.6 ПРОВЕРКА ДЕЙСТВИЯ НА ОТКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ, ЦЕНТРАЛЬНУЮ СИГНАЛИЗАЦИЮ И ВНЕШНИЕ УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ	46
4.3.7 ПРОВЕРКА РАБОЧИМ ТОКОМ И НАПРЯЖЕНИЕМ	46
5 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	47
6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПЛЕКСА КПА-М	48
6.1 Общие указания.....	48
6.1.1 ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ.....	48
6.1.2 ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ.	48
6.2 Меры безопасности.....	48
6.3 Организация эксплуатационных проверок.....	49
7 УТИЛИЗАЦИЯ	50
8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	51
ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ.....	54

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на комплекс устройств противоаварийной автоматики КПА-М-02-10010-УХЛ4, исполненный на базе БФ-16-02-640000-32-64 (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 [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

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 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.
Автоматическое разделение энергосистемы	—	разделение энергосистемы на части в результате действия автоматических устройств в целях: - предотвращения нарушения устойчивости параллельной работы электростанций и энергосистем в послеаварийном режиме; - предотвращение нарушения динамической устойчивости параллельной работы электростанций, - ликвидации асинхронного режима;

		- предотвращения потери собственных нужд и останова генераторов электростанций при аварийном снижении частоты и/или напряжения в энергосистеме;
		- предотвращения и ликвидации перегрузки основного оборудования электростанций и электрических сетей.
Асинхронный режим	—	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 1, 2 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)
Односторонне 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 АЛАР	—	совокупность устройств АЛАР, 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	—	совокупность программных и аппаратных элементов, представляющая единую конструкцию, имеющая 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
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
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, устанавливаемых на электроэнергетических объектах.

КПА-М-02-10010-УХЛ4 на базе БФ-16-02-640000-32-64 в своем составе предусматривает устройство фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ).

Комплекс КПА-М выпускается в виде шкафа, содержащего микропроцессорный функциональный блок противоаварийной автоматики (БФ – «Блок функциональный»), вынесенные устройства связи с объектом (УСО). В качестве УСО в комплексе КПА-М применяются специализированные преобразователи цифровые распределённые (ПЦР), а также устройства ввода и вывода дискретных сигналов.

Структура условного обозначения комплекса КПА-М показана на рисунке 2.1.

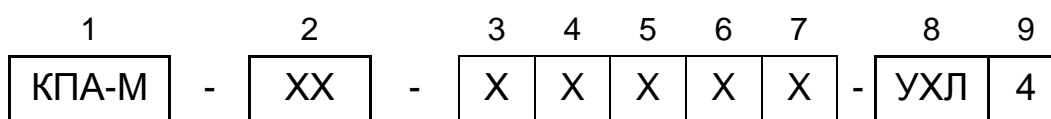


Рисунок 2.1 — Структура условного обозначения КПА-М

- 1 Комплекс Противоаварийной Автоматики - Многофункциональный
- 2 Виды автоматики, реализуемые комплексом, в соответствии с таблицей 2.1
- 3 Количество функциональных блоков (БФ) — 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...	Другие виды автоматики

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

2.1.1 Функциональный блок (БФ)

Блок функциональный содержит в себе функцию фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ).

Структура условного обозначения функционального блока БФ показана на рисунке 2.2.

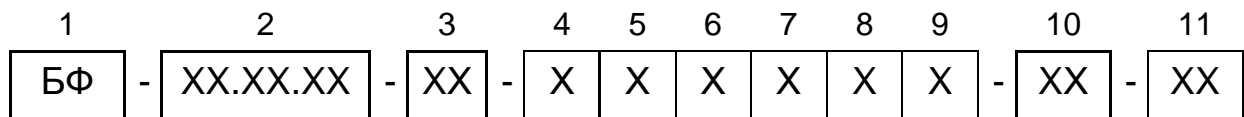


Рисунок 2.2 — Структура условного обозначения БФ

- 1 Блок Функциональный
- 2 Функции противоаварийной автоматики, реализуемые блоком, см. таблицу 2.2
- 3 Номер разработки
- 4 Количество подключаемых полевых интерфейсов напряжения «ПЦР-Н» (до четырех измерений в интерфейсе)
- 5 Количество подключаемых полевых интерфейсов тока «ПЦР-Т» (до четырех 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 6651-94.
- 10 Число входных дискретных сигналов (кратно восьми)
- 11 Число выходных дискретных сигналов (кратно восьми)

Таблица 2.2 - Коды функций, реализуемых БФ

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 линии (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	Координирующее устройство системной автоматики отключения нагрузки (КУ САОН)
22	Автоматика опережающего деления системы (АОДС)
23	Автоматика организации цепей приёма/передачи сигналов и команд ПА (ШППСПА)
24	Система температурного контроля гидроагрегата (СТК)
25	Контроллер ввода-вывода дискретной и аналоговой информации
26...49	Другие виды автоматики

Обозначение БФ при заказе и в проектной документации:

БФ – блок функциональный «БФ-16-02-640000-32-64». Реализует функцию ФТКЗ. Включает в себя шесть полевых интерфейсов ввода напряжений и четыре полевых интерфейса ввода токов. Число входных дискретных сигналов – 32. Число выходных дискретных сигналов – 64.

2.1.2 Сетевой коммутатор (СК)

Сетевой коммутатор обеспечивает:

- организацию в стандарте Ethernet внешнего доступа из АСУТП к БФ, установленному 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
Номинальное напряжение оперативного переменного 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. Разъемы в цепях переменного тока соответствуют требованиям п. 2.2.3.5. Соединительные провода медные и располагаются на внутренней стороне шкафа. Номинальное сечение проводов для токовых цепей и цепей напряжения не менее 1,5 мм². 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, 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 120% номинальной величины переменного тока, 120% номинальной величины напряжения постоянного оперативного тока и 115% 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 $2 \cdot I_{ном}$ и кратковременно (в течение 1,0 с) до $40 \cdot I_{ном}$. Мощность, потребляемая каждым токовым входом при подведении к нему номинального значения тока, не превышает 0,1 ВА при диапазоне линейности входов тока до $6 \cdot I_{ном}$.

2.2.3.6 Входные цепи от трансформаторов напряжения по согласованию с заказчиком проходят через испытательные блоки или пакетные переключатели.

Цепи переменного напряжения длительно выдерживают напряжение $1,5 \cdot U_{ном}$ и кратковременно (в течение 1 с) $2 \cdot U_{ном}$. Мощность, потребляемая каждым входом напряжения при подаче на него номинального значения напряжения, не превышает 0,1 ВА при диапазоне линейности входов напряжения не менее $1,5 \cdot U_{ном}$.

Мощность, потребляемая комплексом

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

2.2.3.8 Общая допустимая (без перегрева аппаратуры) мощность, потребляемая КПА-М по всем цепям питания, в максимальной комплектации (2 БФ, 2 БС, 1 ЖК, 3 СК, 2 БСДИ, освещение, дублированный комплект цепей ввода/вывода и сигнализации) – не более 600 Вт.

Цепи внешних подключений

2.2.3.9 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 мм² включительно.

По требованию Заказчика в шкафу могут быть предусмотрены клеммы, предназначенные для присоединения одного или двух проводников одинакового сечения до 6 мм² включительно.

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

Цепи питания

2.2.3.11 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

2.2.3.12 Комплекс КПА-М должен быть устойчив к воздействию помех с параметрами, приведенными в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – 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	

Вид помехи	Степень жесткости	Нормативный документ	Критерий функционирования	Примечания
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	A	
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6:96)	A	
Изменение напряжения электропитания в зависимости от периодов провалов и прерываний напряжения		ГОСТ Р 51317.4.11-2007 (МЭК 61000-4-11:2004)	A	- 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 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 50652-93 (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 0,15-30МГц – 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

2.2.3.13 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

2.2.3.14 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

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

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

Сигнализация комплекса

2.2.3.16 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.

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

2.2.3.18 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 БФ и АСУ ТП энергообъекта.

2.2.3.19 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.

2.2.4 Показатели надежности

2.2.4.1 Средняя наработка на отказ – не менее 100000 часов.

2.2.4.2 Средний срок службы – не менее 20 лет при условии проведения регламентных работ по техническому обслуживанию.

2.2.4.3 Среднее время восстановления работоспособного состояния – не более 2-х 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 функционального блока (БФ)

2.2.5.1 Подробное описание блока функционального приводится в его техническом описании [2]. Каждый БФ 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 2.6 – Основные параметры ввода/вывода БФ

Наименование параметра		Значение
1 Входы переменного напряжения (группами по 4 входа)	Номинальное напряжение входа (В)	100
2 Входы переменного напряжения для измерения частоты (группами по 2 входа)	Номинальное напряжение входа (В)	100
3 Входы переменного тока (группами по 4 входа)	Номинальный ток входа (А)	5 или 1
4 Входы постоянного тока (группами по 4 входа)	Диапазон измеряемых токов (А)	1...30
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
6 Входы измерения температуры (группами по 16 входов)	Термометры сопротивления в соответствии с ГОСТ 6651-94	50М, 100М, 50П, 100П
7 количество подключаемых к БФ интерфейсных блоков ввода аналоговых сигналов		До 10
8 Количество (суммарное) входных и выходных дискретных сигналов (группами по 16)		До 224

Погрешности измерений

2.2.5.2 Основная погрешность измерения токов и напряжений не превышает 0,4% от номинального значения.

Дополнительная погрешность измерения токов и напряжений при изменении частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц не превышает 0,1%/Гц.

Цепи входных сигналов

2.2.5.3 Для приема входных дискретных сигналов комплекс использует собственные цепи питания 24 и 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.

Напряжение срабатывания входов 24 В составляет $0,65 \pm 0,7$ Уном при коэффициенте возврата не менее 0,9. Ток, потребляемый каждым входом 24 В при номинальном входном

напряжении – 5 мА.

Напряжение срабатывания входов 220 В составляет 160÷170 В. Напряжение возврата – 144÷153 В.

Начальный ток дискретного входа 220 В составляет 45÷55 мА. Установившийся ток дискретного входа – не более 5 мА. Предусмотрена задержка фиксации дискретного входного сигнала 0÷10 мс.

Цепи выходных сигналов

2.2.5.4 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.

2.2.5.5 Один из выходов предусматривает возможность аппаратного формирования сигнала «Неисправность».

При потере питания блока выходные сигналы, за исключением сигнала «Неисправность», находятся в состоянии «Отключено». Сигнал «Неисправность» должен иметь состояние «Включено».

При восстановлении питания выходные сигналы, за исключением сигнала «Неисправность», находятся в состоянии «Отключено». Сигнал «Неисправность» имеет состояние «Включено».

После успешного запуска (перезапуска) устройства и выхода его на нормальный режим работы, сигнал «Неисправность» переводится в состояние «Отключено».

Предусмотрена возможность блокирования всех или части выходов при появлении сигнала «Неисправность».

2.2.5.6 Для фиксации работы и аварийных состояний БФ имеет энергонезависимые индикаторы (светодиоды с запоминанием).

При потере питания блока индикаторы находятся в состоянии «Отключено».

При восстановлении питания блока, эти индикаторы принимают значения, которые существовали до потери питания (информация о состоянии индикаторов сохраняется в энергонезависимой памяти).

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

2.2.5.8 Питание БФ осуществляется от источника постоянного или переменного напряжения 220 В ±20%.

Цепи питания

2.2.5.9 Потребляемая мощность по цепям питания не превышает 30 Вт.

2.2.5.10 Время готовности БФ к действию после подачи питания не более 20 секунд.

2.2.5.11 Длительность однократных перерывов питания БФ с последующим восстановлением питания в условиях отсутствия требований к срабатыванию:

- до 500 мс – без перезапуска БФ;
- свыше 500 мс – с перезапуском БФ течение не более 20 секунд.

Дополнительные функции БФ

2.2.5.12 Кроме основных технологических функций БФ 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.

2.2.5.13 БФ 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 10 секунд) и полная максимальная длительность записи (до 120 секунд), условия запуска, например, по изменению параметра или дискретного сигнала, задаются при конфигурировании блока. Предоставлена 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):

- 10 устройств измерения, обеспечивающих измерение токов четырех блоков и обходного выключателя, а также напряжений четырех ТН 110 кВ;
- устройство, выполняющее вычисление производных параметров – действующих значений тока и напряжения, активной мощности и т.д.;
- устройство фиксации тяжести КЗ относительно шин 110 кВ (ФТКЗ);
- устройство ввода входных дискретных сигналов;
- устройство вывода и коммутации выходных дискретных сигналов;
- устройство сигнализации;
- устройство осциллографирования и регистрации.

2.4.1 Устройство фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ)

2.4.1.1 Устройство ФТКЗ предназначено для оценки тяжести аварийных возмущений, вызванных короткими замыканиями, происходящими в сети вблизи электростанции, и формирования дискретных сигналов (ступеней), каждый из которых соответствует этой оценке.

2.4.1.2 Устройство ФТКЗ выявляет КЗ (пускается) и оценивает тяжесть КЗ на шинах и присоединениях соответствующего распредустройства (РУ). Общее число ступеней функционального комплекта ФТКЗ, имеющих физический выход типа «сухой контакт» - 8.

2.4.1.3 Каждая ступень автоматики ФТКЗ имеет две группы уставок. Режим переключения групп уставок «МЕСТНО»/«УДАЛЕННО» задается оперативным переключателем SA19. Если переключатель SA19 находится в положении «МЕСТНО» группа уставок ФТКЗ устанавливается переключателем SA6. Если переключатель SA19 находится в положении «УДАЛЕННО» группа уставок устанавливается по цифровому каналу АСУ ТП или АРМ ПА.

2.4.1.4 Короткое замыкание выявляется по снижению хотя бы одного из фазных или междуфазных напряжений на шинах распрестройства ниже заданных значений при одновременном появлении (даже кратковременном) несимметричных составляющих тока выше заданных значений или броске фазного тока генераторов, свидетельствующем о возникновении короткого замыкания (ΔI).

2.4.1.5 Оценка тяжести КЗ при его выявлении и формирование ступеней осуществляется по следующим условиям:

- $P_0 + K_1 \times \Delta P + K_2 \times U_{ост} \geq P_{уст}$,
где P_0 – суммарная мощность всех генераторов в доаварийном режиме, МВт;
 ΔP – относительный сброс активной мощности прямой последовательности в момент КЗ, о.е.;
 $U_{ост}$ – остаточное напряжение прямой последовательности на шинах в момент КЗ, кВ;
 $P_{уст}$ – уставка срабатывания ступени по мощности, МВт;
 K_1 – настроечный коэффициент по сбросу мощности, МВт;
 K_2 – настроечный коэффициент по напряжению, кА;
- $P_0 \geq P_{0уст}$,
где $P_{0уст}$ – уставка срабатывания ступени по активной мощности прямой последовательности выдачи станции в доаварийном режиме, МВт;
- $\Delta P \geq \Delta P_{уст}$,
где $\Delta P_{уст}$ – уставка срабатывания ступени по относительному сбросу активной мощности прямой последовательности, МВт;
- $U_{1тек} \leq U_{1уст}$ уровню остаточного напряжения прямой последовательности на шинах.

Срабатывание ступени ФТКЗ происходит при одновременном выполнении всех введенных условий.

При отсутствии необходимости в использовании 2, и/или 3, и/или 4 условий, они должны быть выведены.

Кроме того, при оценке тяжести КЗ учитывается его длительность.

Органы пуска (выявления КЗ)

2.4.1.6 Органы минимального напряжения.

Напряжение срабатывания регулируется в диапазоне от 0,4 до $1,00U_{ном}$ с шагом $0,01U_{ном}$. Напряжение возврата регулируется в диапазоне от 0,7 до $1,2U_{ном}$ с шагом $0,01U_{ном}$.

Основная погрешность по напряжению срабатывания и возврата — не более $\pm 1\%$ от напряжения уставки. Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания и возврата от изменения температуры окружающего воздуха — не более $\pm 1\%$ от среднего значения, определенного при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Время срабатывания — не более 0,025 с. Время возврата — не более 0,025 с.

2.4.1.7 Органы тока обратной последовательности.

Ток срабатывания обратной последовательности регулируется в диапазоне от 0,01 до $5,00I_{ном}$ с шагом $0,01 I_{ном}$. Коэффициент возврата $0,95 \div 0,97$.

2.4.1.8 Органы тока нулевой последовательности.

Ток срабатывания нулевой последовательности регулируется в диапазоне от 0,01 до $5,00I_{ном}$ с шагом $0,01 I_{ном}$. Коэффициент возврата $0,95 \div 0,97$.

Основная погрешность по току срабатывания — не более $\pm 1\%$ от тока уставки.

Дополнительная погрешность по току срабатывания от изменения температуры окружающего воздуха не более $\pm 1\%$ от среднего значения, определенного при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Время срабатывания — не более 0,025 с. Время возврата — не более 0,025 с.

2.4.1.9 Пусковой орган ФТКЗ по изменению тока реагирует на приращение действующих значений фазных токов в цепях блоков. Приращение тока определяется как разность текущего действующего значения фазного тока и предшествующего (за $T=40$ мс) действующего значения. Пусковой орган срабатывает, если изменение действующего значения фазного тока за 40 мс превышает уставку $dI_{\text{ср}}$ и при этом текущее значение фазного тока превышает уставку $dI_{\text{текп}}$. Уставка по приращению действующего значения фазного тока ($dI_{\text{ср}}$) регулируется в диапазоне от $0,05I_{\text{ном}}$ до $30I_{\text{ном}}$ с шагом 0,01. Уставка по минимальному текущему фазному току ($I_{\text{текп}}$) регулируется в диапазоне от $0,05I_{\text{ном}}$ до $30I_{\text{ном}}$ с шагом 0,01. Время срабатывания при приращении тока $2dI_{\text{ср}}$ — не более 0,020 с.

Органы фиксации тяжести КЗ

2.4.1.10 Органы минимального напряжения прямой последовательности.

Напряжение срабатывания и возврата регулируются в диапазоне от 0,05 до 1,00 $U_{\text{ном}}$ с шагом 0,01 $U_{\text{ном}}$.

Основная погрешность по напряжению срабатывания и возврата — не более $\pm 1\%$ от напряжения уставки.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания и возврата от изменения температуры окружающего воздуха не более $\pm 1\%$ от среднего значения, определенного при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Время срабатывания — не более 0,05 с. Время возврата — не более 0,03 с.

2.4.1.11 Органы фиксации относительного сброса активной мощности прямой последовательности. Относительный сброса активной мощности прямой последовательности вычисляется по выражению:

$S=1-P1/P0$, где

$P1$ — текущая мощность;

$P0$ — предшествующая мощность.

Уставка по параметру S регулируется в диапазоне от 0,01 до 1,00 с шагом 0,01.

Предусмотрена задержка на фиксацию сброса активной мощности, регулируемая в диапазоне от 0 до 100 мс. Задержка вводится, для того чтобы с момента пуска ФТКЗ дать время доработать фильтрам прямой последовательности до установившегося значения.

2.4.1.12 Уставка по времени регулируется в диапазоне от 0,00 до 2,00 секунд с шагом 0,001. Основная погрешность по времени — не более 1 мс.

2.4.2 Устройство выбора контролируемого напряжения.

2.4.2.1 Вычисление напряжения прямой последовательности и активной мощности прямой последовательности, по величине которых оценивается тяжесть КЗ, выполняется по замерам напряжения от одного из четырех трансформаторов напряжения РУ. Для каждого трансформатора напряжения задается значение приоритета. В качестве приоритетного для замеров выбирается тот трансформатор напряжения, у которого значение приоритета самое высокое. Для работы пусковых органов ФТКЗ используются замеры напряжения от всех четырех трансформаторов напряжения.

2.4.2.2 Устройство переключения цепей напряжения обеспечивает:

- В нормальном режиме работу алгоритмов измерительных органов ФТКЗ по замеру напряжения от трансформатора напряжения с большим значением приоритета;
- При неисправности цепей напряжения приоритетного трансформатора напряжения, переключение алгоритмов измерительных органов ФТКЗ на замер напряжения от трансформатора напряжения с большим значением приоритета из оставшихся в работе.

2.4.2.3 В случае неисправности или отключения цепей напряжений трансформаторов напряжения обеих секций функции устройства блокируются.

2.4.3 Контроль исправности цепей напряжения (КИН)

2.4.3.1 Устройство контроля исправности цепей напряжения (КИН) проверяет целостность цепей напряжения, необходимых для функционирования ФТКЗ, и формирует сигнал «Неисправность цепей напряжения».

2.4.3.2 При срабатывании устройство КИН воздействует на сигнализацию

2.4.4 Устройство сигнализации

Комплекс предусматривает следующий объем сигнализации:

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

Кроме того, функциональный блок (БФ) предоставляет более подробную местную сигнализацию, выполненную на светодиодных индикаторах (см. п. 2.6.4).

2.4.5 Устройство осциллографирования (осциллограф)

Устройство имеет встроенную систему осциллографирования аварийных процессов и событий с пуском как по аварийным параметрам режима, так и по сигналу от алгоритма устройства. Общая продолжительность регистрируемого процесса – до 120 секунд; продолжительность регистрируемого процесса, предшествовавшего пуску – до 10 секунд.

2.4.6 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.

2.5 Состав и конструкция шкафа

2.5.1.1 Внешний вид шкафа представлен в альбоме схем [3]. В состав изделия входят следующие основные блоки:

- блок функциональный «БФ-16-02-640000-32-64»;
- аналого-цифровые преобразователи тока «ПЦР-Т» и напряжения «ПЦР-Н»;
- 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 24 В;
- блок управления питанием с автоматическими выключателями;

- сетевой коммутатор;
- ряды зажимов для подключения внешних цепей.

2.5.1.2 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), ширина 600 мм, глубина 600 мм.

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

2.5.1.4 Электрические соединения между аппаратами комплекса выполнены медными проводами внутри шкафа. Номинальное сечение проводов не менее 1,5 мм² для токовых цепей и не менее 0,75 мм² для остальных цепей.

2.5.1.5 Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется с помощью рядов зажимов, предназначенных для подключения одного проводника сечением до 6 мм² или двух проводников сечением до 2,5 мм².

2.5.1.6 Контактные соединения шкафа соответствуют 2 классу по ГОСТ 10434.

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

2.5.2 Функциональный блок

Расположение плат и блоков, а также их внешний вид с указанием элементов сигнализации приведены в альбоме схем [3]. Функциональный блок БФ-16-02-360000-32-64 содержит:

- блок питания (БП);
- микропроцессорный модуль (МП), обеспечивающий выполнение необходимых вычислений;
- системный модуль (СИС Нейрон), осуществляющий пересылку данных, получаемых от АЦП «ПЦР...» и модулей ввода дискретных сигналов, в МП, а также связь МП с модулями вывода дискретных сигналов. Кроме того, СИС Нейрон имеет 8 светодиодных индикаторов, которые используются в качестве «блинкеров» сигналов общей неисправности шкафа и неисправности цепей напряжения «НЕИСПРАВНОСТЬ», «НЕИСПР. U 1 ТН», «НЕИСПР. U 2 ТН», «НЕИСПР. U 3 ТН», «НЕИСПР. U 4 ТН» срабатывания комплекса «СРАБАТЫВАНИЕ», «ГР.УСТ.Удаленно», отражающего дистанционный способ задания групп уставоки, а также светодиод «НАСТРОЙКА», срабатывая, показывает, что БФ находится в режиме настройки;
- платы ввода дискретных сигналов ВХОД 1÷ВХОД 2, которые обеспечивают обработку и пересылку данных о состоянии дискретных входов в модуль СИС Нейрон. Каждая плата рассчитана на обработку 16-ти входных сигналов;
- плату вывода дискретных сигналов ВЫХОД1, предназначенную для реализации местной светодиодной сигнализации с запоминанием и содержит 16 светодиодов-«блинкеров». Светодиоды «СРАБАТЫВАНИЕ» сигнализируют с запоминанием о срабатывании ступеней автоматик комплекса. Светодиоды «УПРАВЛЕНИЕ» сигнализируют о выдаче того или иного управляющего воздействия (УВ) комплексом. Квитирование (сброс) «блинкеров» осуществляется через специальный вход кнопкой на шкафу SB1;
- плату вывода дискретных сигналов ВЫХОД 2, предназначенную для отображения текущих режимов – «РЕЖИМ», а также для отображения текущего состояния основных оперативных переключателей ввода автоматик «ВВЕДЕНО». Все

светодиоды, отражают текущее наличие или отсутствие сигналов на выходах платы.

- платы вывода дискретных сигналов ВЫХОД 3 и ВЫХОД 4, предназначенные для управления выходными промежуточными и указательными реле, связь с контроллерами АСУ ТП и РАС — «СЛУЖЕБНЫЕ СИГНАЛЫ» (эти сигналы оперативной информации не несут).

2.5.3 Входные цепи

2.5.3.1 Измерительные цепи тока и напряжения [3].

2.5.3.2 В шкафу предусмотрены измерительные токовые цепи от трансформаторов тока четырех блоков генератор-трансформатор и двух обходных выключателей с номинальным вторичным током 1 А или 5 А.

2.5.3.3 Токовые цепи подключаются к АЦП тока UA1-UA4 типа «ПЦР-Т» через испытательные блоки, чем обеспечивается возможность их безразрывного отключения.

2.5.3.4 В шкафу предусмотрены измерительные цепи напряжения от трансформатора напряжения шин 110 кВ.

2.5.3.5 Цепи напряжения подключаются к АЦП напряжения UV1-UV6 типа «ПЦР-Н» через испытательный блок. На АЦП UV1-UV6 подаются напряжения — U_{ао}, U_{во}, U_{со}, U_{ни}, U_{иф} и U_{фк}.

2.5.3.6 Питание =24 В аналого-цифровых преобразователей «ПЦР-Т» и «ПЦР-Н» осуществляется от блока питания UG1. АЦП связаны с БФ через RS-485.

2.5.4 Ввод и вывод дискретных сигналов

2.5.4.1 Ввод дискретных сигналов осуществляется через платы ввода дискретных сигналов ВХОД 1÷ВХОД 5. Номинальное напряжение входов 24 В. Плата рассчитана на прием и обработку 16 сигналов. Напряжение срабатывания входов составляет 0,65÷0,7 U_{ном}. Ток, потребляемый каждым входом при номинальном входном напряжении (24В) 5мА.

2.5.4.2 Дискретные сигналы типа «сухой контакт», сформированные устройствами, установленными в шкафу комплекса, подключаются через переходник ADI V2.0 с клеммным блоком «под винт» (ВХОД 1, ВХОД 2).

2.5.4.3 Дискретные сигналы типа «сухой контакт», сформированные устройствами, установленными вне шкафа комплекса, в целях повышения помехоустойчивости подключаются через вынесенные модули дискретного ввода (EDI) с номинальным входным напряжением 220 В. Напряжение срабатывания входов EDI составляет 160÷170 В. Начальный ток входа EDI составляет 45÷55 мА. Установившийся ток дискретного входа — не более 5 мА. Для отстройки от «дребезга контактов» предусмотрена возможность задержки фиксации дискретного входного сигнала 0÷10 мс.

2.5.4.4 Модули дискретного ввода (EDI) представляют собой законченную компактную конструкцию, устанавливаемую на DIN-рейке, и содержащую 8 входных мини-плат «вставок», обеспечивающих прием потенциальных дискретных сигналов, их нормализацию до напряжения 24 В и гальваническую развязку. EDI подключается к платам дискретного ввода БФ плоским кабелем через специальные разъемы.

2.5.4.5 Для подвода цепей входных сигналов к платам ввода дискретных сигналов предусматривается использование четырех видов клеммных блоков устанавливаемых на приемной части платы:

ADIV2.0 — клеммный блок, имеющий 16 «винтовых» зажимов для подключения входных проводников;

ADI_FF V2.0 — клеммный блок, имеющий два специальных разъема для присоединения выходов двух EDI через плоские кабели;

ADI_WF V2.0 — клеммный блок, подключающий 8 каналов младших разрядов отдельными проводами и 8 каналов старших разрядов плоским кабелем;

ADI_FW V2.0 — клеммный блок, подключающий 8 каналов младших разрядов плоским кабелем и 8 каналов старших разрядов отдельными проводами.

2.5.4.6 Вывод дискретных сигналов осуществляется через платы вывода дискретных сигналов ВЫХОД 3, ВЫХОД 4. 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.

2.5.4.7 Для подвода цепей выходных сигналов к плате дискретного вывода используется переходник ADO_V2_0 с клеммным блоком «под винт».

2.5.4.8 Номинальное напряжение выходных реле 24 В.

2.5.5 Оперативные цепи шкафа

2.5.5.1 Оперативное напряжение =220 В подается через автомат SF1 и используется для питания функционального блока БФ-16-02-640000-32-64 и блока питания UG1. Блок питания UG1 обеспечивает питание напряжением 24 В модулей аналогового (АЦП), а также выходных промежуточных реле.

2.5.5.2 Ввод дискретных сигналов (положения оперативных переключателей) осуществляется на напряжении 24 В непосредственным подключением к плате дискретного ввода через клеммный блок ADI_V2.0.

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 мм² включительно или двух медных проводников одинакового сечения до 2,5 мм² 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 БФ;
- Неисправность вторичных цепей напряжения;
- Срабатывание комплекса.

Предусмотрены указательные реле, а также сигнальные лампы «НЕИСПРАВНОСТЬ» и «СРАБАТЫВАНИЕ». Контакты указательных реле выведены на ряд зажимов Х00.

2.5.8 Органы оперативного управления

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

SA1	— «ФТКЗ»	Ввод/вывод ФТКЗ
SA2	— «Режим работы Г1»	Перевод генератора Г1 на обходной выключатель 1ОВ
SA3	— «Режим работы Г2»	Перевод генератора Г2 на обходной выключатель 1ОВ
SA4	— «Режим работы Г3»	Перевод генератора Г3 на обходной выключатель 2ОВ
SA5	— «Режим работы Г4»	Перевод генератора Г4 на обходной выключатель 2ОВ
SA6	— «Группа уставок ФТКЗ»	Выбор группы уставок ФТКЗ
SA7	— «Выходные цепи отключения блока 1ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения блока 1ГТ
SA8	— «Выходные цепи отключения блока 2ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения блока 2ГТ
SA9	— «Выходные цепи отключения блока 3ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения блока 3ГТ
SA10	— «Выходные цепи отключения блока 4ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения блока 4ГТ
SA11	— «Режим работы сети»	Выбор полной или ремонтной схемы работы сети
SA12	— «Выходные цепи отключения В-110 блока 1ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-110 блока 1ГТ
SA13	— «Выходные цепи отключения В-110 блока 2ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-110 блока 2ГТ
SA14	— «Выходные цепи отключения В-110 блока 3ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-110 блока 3ГТ
SA15	— «Выходные цепи отключения В-110 блока 4ГТ»	Ввод/вывод выходных цепей отключения В-110 блока 4ГТ
SA16	— «Резерв»	Резерв
SA17	— «Выходные цепи отключения 1ОВ-110»	Ввод/вывод выходных цепей отключения 1ОВ-110
SA18	— «Выходные цепи отключения 2ОВ-110»	Ввод/вывод выходных цепей отключения 2ОВ-110
SA19	— «Способ ввода групп уставок»	Удаленное задание группы уставок ФТКЗ
SB1	— «Съем сигнализации»	Съем светодиодной сигнализации

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 БФ. Питание монитора (~220 В) подается от розетки служебного питания.

Для организации удаленного доступа БФ имеет разъем RJ45 для подключения кабеля UTP для работы с информационно-вычислительной сетью в стандарте Ethernet.

2.5.10 Цепи служебного питания

Служебное питание ~220 В подается через автомат SF2 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 ряды зажимов выведены сигналы о неисправностях и срабатывании.

2.6 Принцип работы устройств

2.6.1 Измерения

Комплекс осуществляет замеры токов в цепях блоков генераторов станции и напряжений на шинах 110 кВ. На основании этих замеров расчетом определяются фазные соотношения, а также производные величины — действующие значения токов и напряжений, активная мощность и т.п.

2.6.2 Устройство фиксации тяжести короткого замыкания (ФТКЗ)

2.6.2.1 Измерения

Комплекс осуществляет замеры токов в цепях блоков генераторов станции и напряжений на шинах 500 кВ. На основании этих замеров расчетом определяются производные величины — действующие значения токов и напряжений, углы между токами и напряжениями, активная мощность и т.п.

2.6.2.2 Структура УФТКЗ.

УФТКЗ включает в себя:

- пусковые органы (ПО), предназначенные для выявления короткого замыкания. На основании общих критериев КЗ пусковые органы формируют сигналы, по которым стартует измерительные органы устройства.
- измерительные органы (ИО), выполняющие вычисление аварийных параметров КЗ (оценочных параметров) и пуск ступеней. ИО вычисляют напряжение прямой последовательности (постоянно) и под управлением пускового устройства — величину относительного сброса суммарной активной мощности прямой последовательности генераторов станции.
- алгоритм управления аналоговыми данными тока. Алгоритм обеспечивает выбор схемы соединения измерительных цепей тока («звезда»/«треугольник»), а также перевод измерительных цепей тока на замеры с ТТ обходного выключателя (при необходимости).
- алгоритм определения состава работающих генераторов. По величине выдачи активной мощности прямой последовательности генератором определяется его состояние (в работе/отключен). Также алгоритмом определяет количество работающих генераторов на станции.

- ФТКЗ содержит восемь органов сравнения (ступеней), предназначенных для сравнения аварийных параметров КЗ с заданными пороговыми значениями (уставками) в соответствии с характеристикой срабатывания ступени.
- алгоритм отключения генераторов предназначено для формирования управляющих воздействий (УВ). В качестве УВ может быть реализовано отключение выключателей соответствующих блоков, отключение обходных выключателей при работе каких-либо блоков через них, а также команды на отключение блоков и останова агрегатов блоков.
- устройство выбора контролируемого напряжения (ВКН). Организует измерение напряжений от четырех трансформаторов напряжения и их резервирование с возможностью программно-аппаратного выбора.
- устройство контроля исправности цепей напряжения (КИН).

2.6.2.3 Пусковые органы (ПО).

Алгоритм пусковых органов ФТКЗ приведен в альбоме схем [3].

Запуск органов по напряжению осуществляется при снижении любого действующего фазного напряжения ниже заданной уставки $U_{ср_ф}$ или при снижении любого действующего междуфазного напряжения ниже $U_{ср_ф} \times \sqrt{3}$. Контроль фазных и линейных напряжений позволяет обеспечить пуск при всех видах КЗ (элементы D1, D2 алгоритма [3]).

Пусковые органы напряжения контролируют напряжения одновременно на двух секциях шин РУ станции (элемент D5 алгоритма [3]). Запуск ФТКЗ по напряжению выполняется при срабатывании пусковых органов обеих секций шин, что предотвращает как излишний пуск при неисправных цепях напряжения, так и своевременный возврат ФТКЗ при КЗ на одной из секции шин РУ станции.

Для предотвращения излишнего пуска ФТКЗ введены дополнительные критерии КЗ (токовый пуск) — появление несимметрии или скачкообразное увеличение действующих значений фазных токов генераторных блоков (элемент D1 алгоритма [3]). Таймер DT1 обеспечивает необходимую продолжительность токового пуска при симметричных КЗ, когда появление несимметрии токов кратковременно.

Сигнал пуска ФТКЗ формируется на элементе «И» D1 [3] при срабатывании обоих пусковых органов по напряжению и хотя бы одного пускового органа по току.

Устройство блокируется (на логическом элементе D1) при неисправности (или выводе) всех цепей напряжения.

2.6.2.4 Алгоритм определения состава работающих генераторов.

Алгоритм определения состава работающих генераторов приведен в альбоме схем [3].

Для каждого блока станции задается уставка по минимальной величине выдачи в сеть активной мощности прямой последовательности (P_{G1min} , P_{G2min} , P_{G3min} , P_{G4min}), при которой генератор считается работающим (элементы DC1-DC4 алгоритма [3]).

Элемент памяти состава работающих генераторов в режиме, предшествующем КЗ осуществляет непрерывную запись в память текущих значений P_{in1} - P_{in4} , а на выход P_{out1} - P_{out4} выдает хранящиеся в памяти соответствующие значения, зафиксированные ранее (время фиксации предшествующего режима определяется $T_{КПР}$). По пусковому сигналу на входе **Stop** запись в память прекращается. При снятии сигнала **Stop** запись в память возобновляется. $T_{КПР}$ задается уставкой (0,5...5 с) с дискретностью 0,1 с.

На выходе элемента DC5 алгоритма выдается количество работающих генераторов на станции.

2.6.2.5 Измерительные органы (ИО).

Алгоритм измерительных органов приведен в альбоме схем [3].

На основании измеренных значений напряжений и токов выполняют вычисление активной мощности прямой последовательности каждого блока станции и суммарной активной мощности прямой последовательности станции — **P1_sum**.

Фиксация относительного сброса активной мощности прямой последовательности осуществляется по сигналу **Run_FTKZ** («Пуск ФТКЗ») от пусковых органов с регулируемой выдержкой времени DT1. Выдержка времени на фиксацию необходима, чтобы с момента КЗ дать время досчитать фильтрам прямой последовательности до установившегося значения.

Вычисление относительного сброса активной мощности прямой последовательности в органе выполняется в элементе **Funct_dP**.

Элемент памяти КИР **Mem_KPR** осуществляет непрерывную запись в память текущего значения активной мощности прямой последовательности **P_i**, а на выходе **P_{i-T}** элемента выставляется хранящееся в памяти значение, записанное **T_{КИР}** времени назад. По входному сигналу **Stop** запись в память прекращается. При снятии сигнала **Stop** запись в память возобновляется.

Элемент **Funct_dP** вычисляет относительный сброс активной мощности прямой последовательности. На входе **P₁** принимается текущее значение суммарной мощности всей станции, на входе **P₀** — значение доаварийной мощности с элемента **Mem_KPR**. При отсутствии пускового сигнала на входе **Pusk** на выходе **dP** выставляется значение «0». Кроме того «0» выставляется, если величина предшествующей активной мощности меньше уставки **P₀ < P_{min}**. При наличии сигнала на входе **Pusk** и **P₀ ≥ P_{min}** на выходе **dP** элемента выставляется рассчитанное значение относительного сброса активной мощности прямой последовательности **S = 1 - P₁/P₀**.

Элемент памяти **Mem** осуществляет непрерывную запись в память текущего значения остаточного напряжения прямой последовательности **P_i**, а на выход **P_{mem}** элемента выдается хранящееся в памяти значение. По пусковому сигналу на входе **Stop** запись в память прекращается. При снятии сигнала **Stop** запись в память возобновляется.

Элемент **Memory float** — управляемый элемент памяти. Элемент осуществляет непрерывное считывание из своей ячейки памяти **Mem** записанного в ней значения и выставляет его на выходе **out**. По входному импульсному сигналу на входе **wrt** осуществляется однократная запись в ячейку памяти **Mem** значения с входа **in**. По входному импульсному сигналу на входе **res**, длительностью в один такт, осуществляется однократная запись в ячейку памяти **Mem** нулевого значения.

Выходные данные (значения) формируемые измерительными органами:

- **U1t** — текущее значение остаточного напряжения прямой последовательности на шинах станции;
- **U1kz** — значение остаточного напряжения прямой последовательности на шинах станции в момент пуска ФТКЗ;
- **P0** — значение активной мощности прямой последовательности станции в режиме, предшествующем короткому замыканию;
- **dP1** — относительный сброс активной мощности прямой последовательности всей станции.

2.6.2.6 Блок выбора групп уставок

Блок выбора групп уставок представлен в альбоме схем [3].

Для каждой ступени автоматики ФТКЗ реализовано 2 группы уставок, переключение между которыми выполняется селектором **Sel_GU**. При наличии логической «1» (положение «УДАЛЕННО» оперативного переключателя SA19) на входе **U3** на выходе **S1** выдается значение со входа **U2**, что соответствует удаленному управлению группами уставок от АРМ или по АСУ ТП. При наличии логического «0» (положение «МЕСТНО» оперативного переключателя SA19) на входе **U3** на выходе **S1** выдается значение со входа **U1**, что соответствует местному управлению группами уставок оперативным переключателем SA6.

2.6.2.7 Ступени ФТКЗ (СAn).

ФТКЗ содержит восемь ступеней, каждая из которых работает в соответствии с заданной характеристикой срабатывания аналитических зависимостей, аппроксимирующих области динамической устойчивости в координатах предела динамической устойчивости и сброса мощности или остаточного напряжения в момент КЗ. Ступени сравнивают выданные измерительным устройством оценочные параметры КЗ с заданными уставками и формируют сигнал срабатывания.

Алгоритм ступеней ФТКЗ приведен в альбоме схем [3].

Ступени вводятся в работу программной накладкой **On_St** («0» – вывод, «1» – ввод).

Характеристика срабатывания ступеней задается формулой:

$P1k = P0 + K1 \times dP1 + K2 \times U1kz$, где

$P0$ – доаварийная активная мощность прямой последовательности (МВт); $K1$ – настроечный коэффициент по сбросу мощности (МВт); $K2$ – настроечный коэффициент по напряжению (кА); $U1kz$ – остаточное напряжение прямой последовательности на шинах в момент КЗ (кВ), $dP1$ – относительный сброс мощности прямой последовательности в момент КЗ (о.е.).

Характеристика срабатывания определяется функциональным блоком **Funct_Pk**.

Ступень имеет пять пороговых органов:

- DC1, DC2 — по напряжению прямой последовательности **U1t** с уставкой на срабатывание **U1cp** и с уставкой на возврат **U1в**;
- DC3 — по величине **P1k**, определяемой в элементе **Funct_Pk** с уставкой на срабатывание **P1kcp**;
- DC4 – по величине относительного сброса активной мощности прямой последовательности **dP1** с уставкой на срабатывание **dP1cp**;
- DC5 – по величине выдачи станцией активной мощности прямой последовательности в доаварийном режиме **P0** с уставкой на срабатывание **P0cp**.

С помощью программного ключа **Control_v** выбирается контролируемый параметр, по величине которого оценивается тяжесть короткого замыкания: «U1» / «P1k» / «U1 и P1k» / «P1k и dP1» / «U1, P1k и dP1» / «P1k и P0» / «U1, P1k и P0» / «P1k, dP1 и P0» / «U1, P1k, dP1 и P0».

Таймером DT1 ступени задается длительность фиксируемого КЗ. Время отсчитывается с момента пуска ФТКЗ (с момента фиксации КЗ) по сигналу **Run_FTKZ**.

Программным ключом **XB1** задается какой функции устройства ФТКЗ соответствует ступень (XB1=0 – АРЗКЗ, XB1=1 - АРБКЗ).

Условием срабатывания для ступени является также количество или состав работающих генераторов станции. Условие выбирается с помощью уставки **G** для селектора **Sel_G** (**G=0** – контроль количества работающих генераторов, **G=1** – контроль состава работающих генераторов).

Ступень срабатывает при фиксации КЗ заданной длительности, при соответствии режима работы сети функции устройства ФТКЗ, наличию логической «1» на выходе селектора **Sel_G** и срабатывании сконфигурированного порогового органа ступени.

2.6.2.8 Алгоритм отключения генераторов.

Алгоритм отключения генераторов приведен в альбоме схем [3].

Каждая из восьми ступеней ФТКЗ может быть направлена на отключение любого из четырех генераторов станции. При появлении сигнала на отключение генератора соответствующий ему селектор **Sel_Gn** в зависимости от положения переключателя режима работы генератора выдает сигнал на отключение выключателя блока либо на отключение обходного выключателя, через который подключен этот генератор. Также в качестве УВ могут быть реализованы команды на отключение блока и останова агрегатов блоков.

Длительность выходного сигнала задается уставкой **Tout** (при **Tout=0** сигнал не ограничен по длительности, исчезает только при возврате сработавшей ступени).

2.6.2.9 Алгоритм выбора контролируемого напряжения (ВКН).

Алгоритм выбора контролируемого напряжения (ВКН) управляет подключением измерительного устройства (ИУ) и алгоритма определения состава работающих генераторов к данным по напряжению, поступающим от четырех трансформаторов напряжения [3].

Работа алгоритма начинается с формирования параметра **An** для каждого блока. Каждый оператор формирования параметра **An** получает данные о значении приоритета замера с трансформатора напряжения соответствующего блока и об исправности его цепей напряжения. Значения приоритета задаются числами 1, 2, 3 или 4. Чем больше число, тем выше приоритет ТН. Если цепи напряжения исправны, параметру **An** присваивается заданное в уставках значение приоритета ТН соответствующего блока, если же цепи напряжения неисправны или выведены, то параметру **An** присваивается нулевое значение приоритета (самое низкое). Таким образом, в дальнейшем из выбора контролируемого напряжения исключаются блоки с неисправными или выведенными цепями напряжения (**An=0**).

Значения параметров **An** вносятся в таблицу **Tab P1**, где правый столбец содержит номера блоков (неменяемые значения), а левый — текущие значения параметра **An**.

Элемент **Sort P** осуществляет сортировку при появлении сигнала на входе **Start**, при начале работы алгоритма и перезапуске устройства, а также при изменении уставок задания приоритета.

Элемент **Sort P** копирует данные таблицы **Tab P1** в таблицу **Tab P2** и сортирует таблицу **Tab P2** по столбцу **P_{ТН}** по убыванию. Строки с одинаковым значением в столбце **P_{ТН}** сортируются по столбцу **№_{бл}** по возрастанию.

Далее из первой (верхней) строки таблицы **Tab P2** считывается значение номера блока (контролируемого напряжения), выбранного в качестве источника данных по напряжению для измерительного устройства (ИУ) и алгоритма определения состава работающих генераторов, и по выбранному номеру выполняется соответствующее подключение.

При выявлении неисправности или выводе цепей всех четырех ТН УФТКЗ блокируется сигналом **Block_U**. Факт блокировки УФТКЗ отображается на местной светодиодной сигнализации БФ.

2.6.3 Устройство контроля исправности измерительных цепей напряжения (КИН)

Алгоритм устройства КИН приведен в альбоме схем [3] основан на сравнении напряжений основной и дополнительной обмоток трансформатора напряжения.

Адаптация к различным вариантам схем соединения дополнительных обмоток

(«разомкнутый треугольник») обеспечивается при конфигурировании вводом в элемент Sel T значения N, где N — номер схемы [3].

Устройство содержит три канала, в каждом из которых напряжения обмоток фазы приводятся к одному масштабу ($\sqrt{3}$) и вычисляется модуль их разности, который сравнивается с заданной уставкой.

При срабатывании устройство с выдержкой времени от 5 до 20 с подает сигнал «Неисправность цепей напряжения».

2.6.4 Устройство сигнализации.

2.6.4.1 Функциональный блок БФ-16-02-360000-32-64 обеспечивает местную светодиодную сигнализацию о срабатывании, неисправности устройства, а также состоянии оперативных переключателей в соответствии с таблицей 2.7.

2.6.4.2 Съём сигналов с запоминанием осуществляется кнопкой «Съём сигнализации», расположенной на передней панели шкафа.

Таблица 2.7 – Местная светодиодная сигнализация

Модуль	Сигнал	Описание
Индикаторы состояния блока питания (БП)		
БП	ВКЛ.	Наличие питания БП
	+5В	Наличие выходных напряжений
	+5В СИС.	
	+24В РЕЛЕ	
ПР.	Неисправность предохранителя	
Индикаторы состояния модулей БФ		
МП	РАБОТА	Рабочее состояние
	+12В.	Наличие питания +12 В
	НЕИСПР.	Нерабочее состояние (неисправность, загрузка ПО)
СИС нейрон	РАБОТА	Рабочее состояние
	+5В	Наличие питания +5 В
	НЕИСПР.	Нерабочее состояние (неисправность, загрузка ПО)
ВХОД 1÷2, ВЫХОД 1÷4	+5В	Наличие питания +5 В
	НЕИСПР.	Неисправность
Индикаторы с запоминанием срабатывания		
СИС нейрон	НЕИСПРАВНОСТЬ	Общая неисправность
	НЕИСПР. U 1 ТН	Неисправность цепей напряжения 1 ТН 110 кВ
	НЕИСПР. U 2 ТН	Неисправность цепей напряжения 2 ТН 110 кВ
	НЕИСПР. U 3 ТН	Неисправность цепей напряжения 3 ТН 110 кВ
	НЕИСПР. U 4 ТН	Неисправность цепей напряжения 4 ТН 110 кВ
	СРАБАТЫВАНИЕ	Срабатывание комплекса
ВЫХОД 1	СРАБАТЫВАНИЕ	
	1 СТУПЕНЬ	Срабатывание 1 ступени ФТКЗ
	2 СТУПЕНЬ	Срабатывание 2 ступени ФТКЗ
	3 СТУПЕНЬ	Срабатывание 3 ступени ФТКЗ
	4 СТУПЕНЬ	Срабатывание 4 ступени ФТКЗ
	5 СТУПЕНЬ	Срабатывание 5 ступени ФТКЗ
	6 СТУПЕНЬ	Срабатывание 6 ступени ФТКЗ
	7 СТУПЕНЬ	Срабатывание 7 ступени ФТКЗ

Модуль	Сигнал		Описание	
	8 СТУПЕНЬ		Срабатывание 8 ступени ФТКЗ	
	УПРАВЛЕНИЕ			
	ОТКЛ. 1ГТ		Отключение блока 1ГТ	
	ОТКЛ. 2ГТ		Отключение блока 2ГТ	
	ОТКЛ. 3ГТ		Отключение блока 3ГТ	
	ОТКЛ. 4ГТ		Отключение блока 4ГТ	
Индикаторы без запоминания срабатывания				
СИС нейрон	ГР.УСТ.Удаленно		Выставление групп уставок ФТКЗ от АРМ или из АСУ ТП	
	НАСТРОЙКА		Режим настройки БФ	
ВЫХОД 2	РЕЖИМ			
	1ГТ	В РАБОТЕ	Блок 1ГТ в работе	
	2ГТ		Блок 2ГТ в работе	
	3ГТ		Блок 3ГТ в работе	
	4ГТ		Блок 4ГТ в работе	
	1ГТ на 1ОВ		Работа блока 1ГТ через обходной выключатель 1ОВ	
	2ГТ на 1ОВ		Работа блока 2ГТ через обходной выключатель 1ОВ	
	3ГТ на 2ОВ		Работа блока 3ГТ через обходной выключатель 2ОВ	
	4ГТ на 2ОВ		Работа блока 4ГТ через обходной выключатель 2ОВ	
	ПОЛНАЯ		СХЕМА	Полная схема работы сети
	РЕМОНТНАЯ			Ремонтная схема работы сети
	БЛОКИРОВКА		Блокировка ФТКЗ от ВКН	
	ВВЕДЕНО			
	ФТКЗ		Введено ФТКЗ	
	1	ГРУППЫ		Введена 1 группа уставок ФТКЗ
	2	УСТАВОК		Введена 2 группа уставок ФТКЗ
ВЫХОД 3	СЛУЖЕБНЫЕ СИГНАЛЫ			
	ОВ1		Отключение выключателя В 1Т	
	ОА 1ГТ		Отключение от УРОВ В-1	
	ОВ2		Отключение выключателя В 2Т	
	ОА 2ГТ		Передача сигнала на включение 1РШ на противоположном конце ВЛ-1	
	ОВ3		Отключение выключателя В 3Т	
	ОА 3ГТ		Телеотключение ВЛ-1	
	ОВ4		Отключение выключателя В 4Т	
	ОА 4ГТ		Включение выключателя В-ШР1	
	ОВ5		Отключение выключателя 1ОВ	
	ОВ6		Отключение выключателя 2ОВ	
	ОВ1		Действие ФТКЗ на отключение блока 1ГТ	
	ОВ2		Действие ФТКЗ на отключение блока 2ГТ	
	ОВ3		Действие ФТКЗ на отключение блока 3ГТ	
	ОВ4		Действие ФТКЗ на отключение блока 4ГТ	

Модуль	Сигнал	Описание
ВЫХОД 4	СЛУЖЕБНЫЕ СИГНАЛЫ	
	HU	Неисправность цепей напряжения
	C	Срабатывание комплекса
	I	Исправность комплекса

Примечание:	1. Наблюдение служебных сигналов необходимо только при техническом обслуживании устройства. Оперативного значения они не имеют.
	2. надписи на пластинах БФ могут быть изменены в соответствии с наименованиями элементов первичной схемы

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 2.8.

Таблица 2.8 – 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	± 20

2.8 Маркировка и пломбирование

2.8.1.1 Все блоки КПА-М имеют маркировку согласно ГОСТ 18620 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 БФ 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, в том числе на упаковку нанесены изображения знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь 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 8 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 [4].

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 ТСР/ІР для обмена информацией между БФ 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 мм².

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 клавиатуры и монитора, которые подключаются к БФ [4].

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 питания и положение переключателей, вводящее в работу устройств 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.

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 блока 1ГТ». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG2» - испытательный блок – «Цепи тока блока 2ГТ». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG3» - испытательный блок - «Цепи тока блока 3ГТ». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG4» - испытательный блок - «Цепи тока блока 4ГТ». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG5» - испытательный блок - «Резерв». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG6» - испытательный блок - «Цепи тока 2ОВ-110». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.

- «SG7» - испытательный блок - «Цепи напряжения 1ТН-110». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG8» - испытательный блок - «Цепи напряжения 3ТН-110». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG9» - испытательный блок - «Цепи напряжения 2ТН-110». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SG10» - испытательный блок - «Цепи напряжения 4ТН-110». Нормальное положение - рабочая крышка вставлена.
- «SA1» - переключатель – «ФТКЗ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - ФТКЗ введено в работу;
 - «ВЫВЕДЕНО» - ФТКЗ выведено из работы.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО».

- «SA2» - переключатель – «Режим работы Г1». Имеет 2 положения:
 - «В 1Т» - Работа генератора Г1 через выключатель В 1Т;
 - «1ОВ» - Работа генератора Г1 через обходной выключатель 1ОВ.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «В 1Т».

- «SA3» - переключатель – Режим работы Г2». Имеет 2 положения:
 - «В 2Т» - Работа генератора Г2 через выключатель В 2Т;
 - «1ОВ» - Работа генератора Г2 через обходной выключатель 1ОВ.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «В 2Т».

- «SA4» - переключатель – Режим работы Г3». Имеет 2 положения:
 - «В 3Т» - Работа генератора Г3 через выключатель В 3Т;
 - «2ОВ» - Работа генератора Г3 через обходной выключатель 2ОВ.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «В 3Т».

- «SA5» - переключатель – Режим работы Г4». Имеет 2 положения:
 - «В 4Т» - Работа генератора Г4 через выключатель В 4Т;
 - «2ОВ» - Работа генератора Г4 через обходной выключатель 2ОВ.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «В 4Т».

- «SA6» - переключатель – «Группа уставок ФТКЗ». Имеет 2 положения:
 - «1 ГР.» - введена 1-ая группа уставок ФТКЗ;
 - «2 ГР.» - введена 2-ая группа уставок ФТКЗ.

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «1 ГР.»;

- «SA7» - переключатель – «Выходные цепи отключения блока 1ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 1ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 1ГТ выведены;

Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;

- «SA8» - переключатель – «Выходные цепи отключения блока 2ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 2ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 2ГТ выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- «SA9» - переключатель – «Выходные цепи отключения блока 3ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 3ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 3ГТ выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- «SA10» - переключатель – «Выходные цепи отключения блока 4ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 4ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения блока 4ГТ выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA11» - переключатель – «Режим работы сети». Имеет 2 положения:
 - «ПОЛН. СХ.» - полная схема работы сети;
 - «РЕМ. СХ.» - ремонтная схема работы сети;Нормальное положение - переключатель установлен в положение « ПОЛН. СХ.»;
- SA12» - переключатель – «Выходные цепи отключения В-110 блока 1ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 1ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 1ГТ выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA13» - переключатель – «Выходные цепи отключения В-110 блока 2ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 2ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 2ГТ выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA14» - переключатель – «Выходные цепи отключения В-110 блока 3ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 3ГТ введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 3ГТ выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA15» - переключатель – «Выходные цепи отключения В-110 блока 4ГТ». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 4ГТ введены;

- «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения В-110 блока 4ГТ выведены;
Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA16» - переключатель – «Резерв»
- SA17» - переключатель – «Выходные цепи отключения 1ОВ-110». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения 1ОВ-110 введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения 1ОВ-110 выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA18» - переключатель – «Выходные цепи отключения 2ОВ-110». Имеет 2 положения:
 - «ВВЕДЕНО» - выходные цепи отключения 2ОВ-110 введены;
 - «ВЫВЕДЕНО» - выходные цепи отключения 2ОВ-110 выведены;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «ВВЕДЕНО»;
- SA19» - переключатель – «Способ ввода групп уставок». Имеет 2 положения:
 - «МЕСТНО» - местное управление выбором групп уставок ФТКЗ с помощью переключателя SA6, расположенного на панели КПА-М;
 - «УДАЛЕННО» - удаленное управление выбором групп уставок ФТКЗ от АРМ или из АСУ ТП;Нормальное положение - переключатель установлен в положение «МЕСТНО»;
- «HL1» - сигнальная лампа – «Неисправность»;
- «HL2» - сигнальная лампа – «Срабатывание»;
- «SB1» - кнопка – «Съем сигнализации».

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 SA1, SA7 – SA10, SA12 – SA15, SA17, SA18 в состояние «ВЫВЕДЕНО», SA2 в требуемое положение («В 1Т» либо «1ОВ»), SA3 в требуемое положение («В 2Т» либо «1ОВ»), SA4 в требуемое положение («В 3Т» либо «2ОВ»), SA5 в требуемое положение («В 4Т» либо «2ОВ»), SA6 в требуемое положение («1 ГР.» либо «2 ГР.»), SA11 в требуемое положение («ПОЛН. СХ.» либо «РЕМ. СХ.»), SA19 в требуемое положение («МЕСТНО» либо «УДАЛЕННО»), вставить крышки испытательных блоков SG1, SG2, SG3, SG4, SG5, SG6, SG7 или SG8, SG9 или SG10, 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 БФ готов к действию. В процессе запуска БФ на платах

МП и СИС светится светодиод «НЕИСПРАВНОСТЬ». После того, как программное обеспечение загрузилось, он гаснет.

Лампа на плате БП «+24 РЕЛЕ» не должна светиться, так как не используются.

Проверить наличие сигналов питания всех плат БФ.

Если после запуска БФ и тестового контроля неисправность не выявлена и отсутствуют сигналы «НЕИСПРАВНОСТЬ ЦЕПЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ», привести переключатель в положение «ВВЕДЕНО»:

— «SA1» - переключатель – «ФТКЗ».

Убедиться в несрабатывании устройства и привести переключатели в выходных цепях положение «ВВЕДЕНО» (SA7 – SA10, SA12 – SA15, SA17, SA18).

4.2.7 Указания оперативному персоналу. Вывод комплекса из работы

Перевести переключатели SA1, SA7 – SA10, SA12 – SA15, SA17, SA18 в положение «ВЫВЕДЕНО».

4.2.8 Указания оперативному персоналу при появлении сигнала «Неисправность»

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

При появлении сигнала на ЦЦУ 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 «HL1» - «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 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 панели БФ либо дистанционно по АСУ ТП, что произошло: срабатывание каких автоматов и какой ступени, 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 «Съем 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:

СО 153-34.03.150-2003 (РД 153-34.0-03.150-00). Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001 с изменениями и дополнениями от 1 июля 2003г.

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 и методических указаний по обслуживанию реле, установленных на панели устройства КПА-М-02-10010-УХЛ4.

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.

4.3 Перечень проверок при вводе шкафа в эксплуатацию

- проверка изоляции шкафа;
- проверка функционирования БФ и полевых интерфейсов;
- калибровка входов тока и напряжения;
- настройка заданных параметров срабатывания (уставок);
- комплексная проверка имитацией аварийных режимов;
- проверка воздействия на внешние устройства и центральную сигнализацию;
- проверка рабочим током и напряжением.

4.3.1 Проверка изоляции производится в три этапа

4.3.1.1 Измерение сопротивления изоляции мегомметром:

4.3.1.2 Объединяются «+» и «-» оперативного тока;

4.3.1.3 Объединяются клеммы выходных цепей;

4.3.1.4 Объединяются клеммы цепей регистрации;

4.3.1.5 Объединяются клеммы входа напряжения;

4.3.1.6 Объединяются клеммы входа тока;

4.3.1.7 Объединяются клеммы цепей сигнализации;

4.3.1.8 Мегомметром 1000 В производится измерение сопротивления изоляции по таблице 4.1.

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

Таблица 4.1 – Сопротивление изоляции между цепями блока, МОм

	Земля	Цепи тока	Цепи напряжения	Оперативный ток	Выходные цепи	Цепи регистрации	Цепи сигнализации
Земля		≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
Цепи тока			≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
Цепи напряжения				≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
Оперативный ток					≥ 100	≥ 100	≥ 100
Выходные цепи						≥ 100	≥ 100
Цепи регистрации							≥ 100

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

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

4.3.2 Проверка функционирования БФ и полевых интерфейсов

4.3.2.1 Включить оперативный ток.

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

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

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

4.3.2.4 Установить переключку «НАСТРОЙКА» (XDC/11 и XDC/12).

4.3.2.5 В режиме тестирования дискретных входов, поочередно включая и отключая оперативные переключатели, убедиться в исправности и соответствии всех цепей ввода и светодиодам на платах дискретного вывода БФ, а также в окне «Дискретные сигналы».

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

4.3.3 Проверка входов тока и напряжения

4.3.3.1 Проверка производится в режиме калибровки аналоговых входов [4].

4.3.3.2 В токовые входы шкафа поочередно подаются эталонные значения переменного тока в диапазоне от 0 до 1/5 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.

4.3.3.3 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.

4.3.4 Настройка заданных параметров срабатывания (уставок)

Настройка уставок и опций производится в соответствии с указаниями [4], [5].

4.3.5 Комплексная проверка имитацией аварийных режимов

4.3.5.1 От испытательной установки типа «РЕТОМ» на аналоговые входы устройства подаются сигналы, соответствующих имитируемому режиму. Ключи управления устанавливаются в соответствии с выбранными режимами. Проверяется поведение устройств комплекса при подаче аварийных сигналов.

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

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

4.3.6 Проверка действия на отключение 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.

4.3.7 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 БФ монитора проверяется:

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

5 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

5.1 Неисправности могут возникнуть при нарушении условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

5.2 При включении питания и в процессе работы устройства могут возникнуть неисправности, обнаруживаемые системами контроля функционального блока. Перечень возможных неисправностей БФ и рекомендации по действиям при их возникновении приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные неисправности БФ и действия при их возникновении

Неисправность	Признаки неисправности	Рекомендации по действиям
Перегорание предохранителя	Светится светодиод «ПР.» на модуле БП	Произвести замену предохранителя в модуле БП
Неисправность цепей питания	Не светится один из светодиодов, показывающий нормальный уровень напряжения в цепи питания	Произвести замену модуля, на котором отсутствует свечение светодиода
Неисправность модуля	Отсутствует мигание светодиода «РАБОТА»	Произвести замену модуля
	Светится светодиод «НЕИСПР.»	Для модуля «ВВОД» проверить исправность подключенных к модулю полевых интерфейсов и целостность соединительного кабеля; при необходимости заменить модуль. Для других модулей произвести замену модуля

6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПЛЕКСА КПА-М

6.1 Общие указания

В процессе эксплуатации комплекса в соответствии с РД 153-34.0-35.617-2001 необходимо проводить профилактический контроль и профилактическое восстановление в сроки и в объеме проверок, установленных у конкретного потребителя.

6.1.1 Профилактический контроль

БФ имеет встроенную систему самодиагностики и не требует периодического тестирования.

Особое внимание при проведении профилактического контроля следует уделять протяжке винтов на клеммах БФ, 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 БФ в режиме калибровки аналоговых входов по п. 4.3.3. При соответствии показаний проверку уставок можно не проводить.
- проверить исправность дискретных входов по п. 4.3.2.5.
- проверить исправность дискретных выходов по п. 4.3.2.6.

6.1.2 Профилактическое восстановление.

При профилактическом восстановлении рекомендуется провести в соответствии с указаниями 4.3 следующие проверки:

- проверку в объеме профилактического контроля;
- комплексную проверку по п. 4.3.5.

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

В случае обнаружения дефектов в БФ или модулей ввода следует немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель. Восстановление вышеуказанной аппаратуры может производить только специально подготовленный персонал.

6.2 Меры безопасности

6.2.1 Конструкция шкафа комплекса КПА-М обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321.1, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ Р 52319, «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций».

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

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

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

6.2.4 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. 4.3 настоящего РЭ.

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

7 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.

8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1 Условия транспортирования, хранения и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода устройства в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – 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 ГОСТ15846-2002)	Л	5(ОЖ4)	1(Л)	2
Для нужд народного хозяйства в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ15846-2002	С	5(ОЖ4)	2(С)	2

8.2 Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании – минус 50°С.

8.3 Упаковка должна производиться по ГОСТ 23216-78 для условий хранения, транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, указанных в разделе 6 настоящих технических условий.

8.4 В транспортную тару должна укладываться эксплуатационная документация.

8.5 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.

8.6 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.

8.7 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.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ

1. ИШМУ.656455.206-01 ФО. Формуляр изделия
2. Блок функциональный микропроцессорной системы противоаварийной автоматики. Техническое описание. ОКП 34 3500. ЗАО «ИАЭС» г. Новосибирск, 2012 г
3. ИШМУ.656455.206-01 АС. Альбом схем
4. ИШМУ.656455.206-01 РН. Руководство по настройке
5. ИШМУ.656455.206-01 ПТ. Параметрические таблицы

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ.

Таблица П.1 – Перечень приборов, необходимых при испытаниях

Наименование оборудования	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или предел допустимой погрешности	Обозначение нормативной и технической документации
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
Пробивная установка	0,5-3,5 кВ	4,0 (класс точности вольтметра)	По действующей нормативной и технической документации
Установка РЕТОМ-41 и выше	—	± 2,5 %	По действующей нормативной и технической документации
Миллисекундомер электрический Ф-209, Ф-291 и т.п.	—	±0,001 с	По действующей нормативной и технической документации