



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

ШКАФ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННОГО ФИДЕРА В СЕТЯХ 6-35 КВ
(РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СТРУКТУРЫ)
ШНЭ 2519

Руководство по эксплуатации

ЭКРА.656345.010 РЭ



Авторские права на данную документацию принадлежат ООО НПП «ЭКРА».
Снятие копий или перепечатка только по согласованию с разработчиком.

ВНИМАНИЕ!
ДО ИЗУЧЕНИЯ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
И РУКОВОДСТВА НА ТЕРМИНАЛ ИСПОЛНЕНИЯ
ШКАФ НЕ ВКЛЮЧАТЬ!

Содержание

1. Описание и работа изделия	7
1.1 Назначение изделия.....	7
1.2 Условия эксплуатации.....	8
1.3 Технические данные шкафа	9
1.4 Основные технические данные и характеристики терминала	13
1.5 Конструктивное выполнение шкафа	13
1.6 Принцип действия шкафа.....	14
1.7 Определение поврежденного фидера в сетях 6-35 кВ	14
1.8 Комплектность поставки	39
1.9 Средства измерения, инструмент и принадлежности.....	39
1.10 Маркировка и пломбирование.....	39
1.11 Упаковка	40
2. Использование по назначению.....	41
2.1 Эксплуатационные ограничения	41
2.2 Подготовка шкафа к использованию	41
2.3 Возможные неисправности и методы их устранения.....	45
3. Техническое обслуживание шкафа	46
3.1 Общие указания	46
3.2 Меры безопасности	47
3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию шкафа	47
3.4 Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе	47
4. Транспортирование и хранение	49
5. Способы утилизация	51
Приложение А (обязательное) Установочно-габаритные размеры устройства ЦИФРА 1503.....	53
Приложение Б (обязательное) Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала ЦИФРА 1503.....	55
Приложение В (справочное) Общий вид шкафа	57
Приложение Г (обязательное) Габаритные и установочные размеры шкафа	59
Приложение Д (рекомендуемое) Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок шкафа	61
Приложение Е (справочное) Ведомость цветных металлов	63
Перечень принятых сокращений и обозначений.....	65

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) распространяется на шкаф определения поврежденного фидера в сетях 6-35 кВ (распределенной структуры) ШНЭ 2519 и содержит необходимые сведения по эксплуатации, обслуживанию и регулированию параметров шкафа.

Настоящим РЭ следует руководствоваться совместно с комплектом схем на шкаф:

- схема электрическая принципиальная ЭКРА.656345.010 ЭЗ;
- перечень элементов ЭКРА.656345.010 ПЭЗ;
- схема электрическая соединений ЭКРА.656345.010 Э4.

РЭ содержит основные характеристики шкафа, поясняющие рисунки, описание конструкции и т.п. Описание технических характеристик терминала, состав, конструктивное исполнение и работа с ним приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200».

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий «Низковольтные комплектные устройства серии ШНЭ», ТУ 3430-022-20572135-2006.

Надежность и долговечность шкафа обеспечивается не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и условий эксплуатации, изложенных в настоящем документе, поэтому выполнение всех требований настоящего руководства является обязательным.

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

1. Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Шкаф предназначен для определения поврежденного фидера в сетях 6-35 кВ (распределенной структуры).

1.1.2 Назначение шкафа отображается в структуре его условного обозначения (в соответствии с ТУ 3430-022-20572135-2006):

Ш НЭ 2 5 19 -00 Е 4 УХЛ 3.1



1.1.3 В качестве устройства определения поврежденного фидера устанавливается микропроцессорный терминал ЦИФРА 1503.

1.2 Условия эксплуатации

1.2.1 Климатическое исполнение шкафа УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89.

Шкаф предназначен для работы в следующих условиях:

а) номинальные значения климатических факторов внешней среды соответствуют требованиям ГОСТ 15543.1-89 и ГОСТ 15150-69. При этом:

– рабочий диапазон температуры окружающего воздуха от минус 10 °С (без выпадения инея и росы) до плюс 45 °С;

– верхнее значение относительной влажности окружающего воздуха не более 80 % при температуре 25 °С;

– высота над уровнем моря не более 1000 м;

– окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;

– место установки шкафа должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

б) рабочее положение шкафа в пространстве – вертикальное с отклонением от рабочего положения до 5° в любую сторону.

1.2.2 Степень загрязнения 1 (загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение) по ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004).

1.2.3 Группа механического исполнения в части воздействия механических факторов внешней среды М39 по ГОСТ 17516.1-90. Шкаф выдерживает вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 10 до 100 Гц с максимальным ускорением 0,75 g.

1.2.4 Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел IP51 по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89).

1.2.5 Шкаф относится к категории сейсмостойкости II по НП-031-01. Шкаф сохраняют работоспособность при воздействии землетрясения интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 30 м по ГОСТ 17516.1-90.

1.2.6 Шкафы устойчивы к возникновению и распространению горения в соответствии с требованиями Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ и ГОСТ 12.1.004-91.

Вероятность возникновения пожара не более 10^{-6} в год.

1.3 Технические данные шкафа

1.3.1 Номинальные параметры шкафа

Таблица 1 – Номинальные параметры шкафа

Параметр	Значение
Номинальное оперативное напряжение питания переменного (постоянного) тока, В	~220 (=220)*
Номинальное напряжение переменного тока аналоговых входов 3U0, В	100
Номинальная частота, Гц	50
* В зависимости от заказа.	

1.3.2 Изоляция шкафа

1.3.2.1 Сопротивление изоляции всех электрически независимых входных и выходных цепей шкафа (кроме портов последовательной передачи данных терминала) относительно корпуса и между собой, измеренное в холодном состоянии и при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15543.1-89, должно быть не менее 100 МОм по ГОСТ 2933-83.

Примечание - Характеристики, приведенные в дальнейшем без специальных оговорок, соответствуют нормальным климатическим условиям по ГОСТ 15150 и номинальным данным:

- температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С;
- относительной влажности воздуха не более 80 %;
- номинальной частоте переменного тока;
- номинальному значению оперативного напряжения питания.

1.3.2.2 Электрическая изоляция между всеми независимыми цепями шкафа (кроме портов последовательной передачи данных терминала) относительно корпуса и всех независимых цепей между собой выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин. Для портов последовательной передачи данных терминала величина испытательного напряжения 500 В (эффективное значение) переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин.

1.3.2.3 Электрическая изоляция независимых входных и выходных цепей шкафа между собой и относительно корпуса и всех независимых, гальванически связанных между собой цепей, выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения следующих параметров:

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

1.3.2.4 Ток утечки не более 0,02 мА в холодном состоянии.

1.3.3 Электромагнитная совместимость

1.3.3.1 Шкаф соответствует требованиям устойчивости технических средств к электромагнитным помехам по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001), ГОСТ Р 50746-2000 по пунктам, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Помехоустойчивость шкафа

Вид помех	Базовый стандарт	Порт	Уровень помех и степень жёсткости (с.ж.) испытаний
Магнитное поле промышленной частоты	ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000 4-8-93)	Корпус	100 А/м, длительно (с.ж. 5); 1000 А/м, кратковременно (с.ж. 5)
Электростатические разряды	ГОСТ Р 51317.4.2-2010 (МЭК 61000-4-2:2008)	Корпус	±8 кВ, контактный разряд (с.ж. 4); ±15 кВ, воздушный разряд (с.ж. 4)
Кондуктивные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	Электропитание постоянно-го тока, сигнальный	30 В, 50 Гц, длительно (с.ж. 4); 300 В, 50 Гц, кратковременно (с.ж. X); 30-3-3-30-30, (0,015 – 150) кГц, длительно (с.ж. 4)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95)	Электропитание постоянно-го тока	±1 кВ, «провод-провод» (с.ж. 2); ±2 кВ, «провод-земля» (с.ж. 3)
		Сигнальный	±2 кВ, «провод-провод» (с.ж. 3); ±4 кВ, «провод-земля» (с.ж. 4)
Колебательные затухающие помехи одиночные и повторяющиеся	ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95)	Электропитание постоянно-го тока, сигнальный	Повторяющиеся: ±1 кВ, «провод-провод» (с.ж. 3); ±2,5 кВ, «провод-земля» (с.ж. 3)
		Электропитание постоянно-го тока	Одиночные: ±2 кВ, «провод-провод» (с.ж. 4); ±4 кВ, «провод-земля» (с.ж. 4)
Наносекундные импульсные помехи	ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (МЭК 61000-4-4:2004)	Электропитание постоянно-го тока	±4 кВ, 5 кГц и 100кГц (с.ж. 4)
		Сигнальный	±4 кВ, 5 кГц и 100кГц (с.ж. X)
		Заземление	±4 кВ, 5 кГц и 100кГц (с.ж. 4)
Провалы и прерывания напряжения электропитания постоянного тока	IEC 61000-4-29:2000	Электропитание постоянно-го тока	$0,3 \cdot U_H$, 1 с; $0,6 \cdot U_H$, 0,1 с; U_H , 0,3 с при $I_{\text{ВЫХ}} = 6,3 \text{ А}$, 0,2 с при $I_{\text{ВЫХ}} = 10 \text{ А}$
Пульсация напряжения питания постоянного тока	ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	Электропитание постоянно-го тока	$0,1 \cdot U_H$ (с.ж. 3)

1.3.4 Характеристики входных и выходных цепей

1.3.4.1 Шкаф снабжен клеммными соединителями и разъемами для подключения внешних цепей.

1.3.4.2 В шкафу **не предусмотрены** измерительные клеммы, обеспечивающие разрыв выходных цепей, предназначенные для обеспечения условий проверки шкафа работниками, занимающимися эксплуатацией устройств РЗА. Измерительные клеммы могут быть установлены в конструкцию шкафа по требованию заказчика.

1.3.4.3 Клеммные соединители для подключения цепей питания и выходных цепей предназначены для присоединения одного или двух медных проводников с общим сечением до 4 мм².

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

1.3.5 Требования к цепям оперативного питания

1.3.5.1 Цепи оперативного питания гальванически развязаны от внутренних цепей шкафа.

1.3.5.2 Шкаф правильно функционирует при изменении оперативного напряжения питания от 0,8 до 1,1 номинального значения.

1.3.5.3 Шкаф не повреждается при:

- подаче и снятии оперативного напряжения питания;
- перерывах питания любой длительности с последующим самовосстановлением;
- замыканиях цепей оперативного питания на землю.

Длительность однократных перерывов питания шкафа с последующим его восстановлением:

- до 150 мс – без перезапуска шкафа;
- свыше 150 мс – с перезапуском шкафа.

1.3.5.4 Время готовности шкафа к выполнению функций после подачи напряжения питания оперативного тока не более 1 с.

1.3.5.5 Шкаф выдерживает без повреждений длительное воздействие оперативного напряжения питания постоянного тока, равного 1,15 $U_{пит.ном}$.

1.3.6 Дискретные входы шкафа

1.3.6.1 Дискретные входы шкафа обеспечивают следующие параметры:

- срабатывание при приеме сигналов с номинальным напряжением постоянного тока 220 В длительностью не менее 3 мс (задается программно); и переменного тока 220 В (действующее значение) длительностью не менее 15 мс.

Внимание!

Для повышения помехоустойчивости и исключения ложных срабатываний (в соответствии с таблицей 2 ГОСТ Р 51317.6.5—2006 (МЭК 61000-6-5:2001)) каждый из дискретных входов имеет независимую выдержку времени на срабатывание (по умолчанию равную 15 мс) и выдержку времени на возврат (по умолчанию равную 6 мс). Использование данных выдержек времени оправдано, если их значения не ухудшают быстродействия защит. Изменение параметров дискретного входа терминала можно выполнить через дисплей терминала или ПО «EKRASMS-SP» (см. соответствующие руководства ЭКРА.650321.001 РЭ).

- устойчивое несрабатывание при приеме сигналов постоянного напряжения – менее 55 % от номинального значения;
- устойчивое срабатывание при приеме сигналов постоянного напряжения – более 75 % от номинального значения;
- коэффициент возврата не менее 0,9;
- начальный бросок входного тока амплитудой не менее 40 мА при номинальном напряжении входного сигнала;
- входной ток по каждому дискретному выходу не менее 4 мА при номинальном напряжении сигнала.

В терминале предусмотрены дискретные входы для приема сигналов от внешних устройств. Действие от внешних устройств производится с помощью отдельных изолированных замыкающих контактов. Для приема сигналов в терминале установлены блоки дискретных входов, которые обеспечивают оптронную развязку и передачу преобразованных сигналов в блок логики.

1.3.7 Дискретные выходы шкафа

1.3.7.1 Шкаф содержит выходные реле для формирования сигналов управления внешними цепями отключения и сигнализации, контакты которых гальванически развязаны от внутренних цепей шкафа

1.3.7.2 Коммутационная способность контактов выходных реле шкафа, действующих во внешние цепи с индуктивной нагрузкой и постоянной времени (τ), не превышающей 0,02 с, составляет не менее 30 Вт при токе 1,0/0,40/0,20/0,15 А при напряжении соответственно 48/110/220/250 В.

1.3.7.3 Коммутационная износостойкость контактов реле не менее:

- 10000 циклов при постоянной времени равной 0,005 с;
- 6500 циклов при постоянной времени равной 0,02 с.

Коммутационная способность контактов выходных реле шкафа, действующих на цепи внешней сигнализации с индуктивной нагрузкой с постоянной времени τ , не превышающей 0,005 с,

1.3.7.4 В терминале предусмотрены следующие выходные цепи с соответствующим количеством изолированных контактов (см. ЭКРА.656345.010 ЭЗ лист 1):

- ОЗЗ на секции 1 (один контакт);
- ОЗЗ на секции 2 (один контакт);
- Срабатывание ЗОЗЗ Ф1 – Срабатывание ЗОЗЗ Ф22 (один контакт).

1.3.8 Цепи сигнализации шкафа

1.3.8.1 Цепи сигнализации:

- лампа «ОЗЗ на секции 1» - свечение при замыкании контактов выходного реле К8 разъем Х1 терминала ЦИФРА 1503;
- лампа «ОЗЗ на секции 2» - свечение при замыкании контактов выходного реле К8 разъем Х2 терминала ЦИФРА 1503;

- лампы «Сраб. 3О33 Ф1» – «Сраб. 3О33 Ф7» - свечение при замыкании контактов выходного реле К1 – К7 разъем Х1 терминала ЦИФРА 1503;
- лампы «Сраб. 3О33 Ф8» – «Сраб. 3О33 Ф14» - свечение при замыкании контактов выходного реле К1 – К7 разъем Х2 терминала ЦИФРА 1503;
- лампы «Сраб. 3О33 Ф15» – «Сраб. 3О33 Ф22» - свечение при замыкании контактов выходного реле К1 – К8 разъем Х3 терминала ЦИФРА 1503.

1.3.9 Мощность, потребляемая шкафом

1.3.9.1 Мощность, потребляемая шкафом по цепям оперативного постоянного тока, не превышает:

- в нормальном режиме 20 Вт;
- в режиме срабатывания 30 Вт.

1.3.10 Показатели надежности

1.3.10.1 Средний срок службы шкафа составляет не менее 15 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

1.3.10.2 Средняя наработка на отказ не менее 50000 ч.

1.3.10.3 Средний срок сохраняемости шкафа в упаковке поставщика не менее 3 лет.

1.3.10.4 Среднее время восстановления шкафа до работоспособного состояния не более 3 ч при наличии полного комплекта запасных частей с учетом времени выявления неисправности.

1.4 Основные технические данные и характеристики терминала

1.4.1 Терминал ЦИФРА 1503

1.4.1.1 Терминал ЦИФРА 1503 выполняет функцию определения поврежденного фидера.

1.4.1.2 Габаритные, установочные размеры и масса терминала ЦИФРА 1503 приведены в приложении А.

1.4.1.3 Терминал ЦИФРА 1503 не содержит лицевую панель и предназначен для установки заднего присоединения.

1.4.1.4 Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала приведено в приложении Б.

1.4.1.5 На задней плите терминала расположены клеммные соединители для присоединения внешних цепей, порты связи RS-485 и Ethernet для связи терминала с внешними цифровыми устройствами.

1.5 Конструктивное выполнение шкафа

1.5.1 Шкаф представляет собой металлоконструкцию, созданную на основе специализированного профиля.

1.5.2 Общий вид шкафа, расположение аппаратов приведено в приложении В.

1.5.3 Габаритные, установочные размеры и масса шкафа приведены в приложении Г.

1.5.4 На двери шкафа установлены лампы срабатывания.

1.5.5 На задней стенке шкафа установлены терминал ЦИФРА 1503, розетка XS1, выключатели автоматические SF1 и SF2 и клеммы подключения.

1.6 Принцип действия шкафа

1.6.1 Принцип действия

В шкафу предусмотрены автоматический выключатель в цепях питания оперативным током SF1 «ПИТАНИЕ ТЕРМИНАЛА».

На ряд зажимов шкафа заводится напряжение оперативного постоянного (переменного) тока L, N . Напряжение питания терминала подается через автоматический выключатель SF1.

Для питания приемных цепей предусмотрено напряжение $L1, N1$.

Схема подключения цепей переменного тока и напряжения приведена на схеме электрической принципиальной шкафа (см. ЭКРА.656345.010 ЭЗ).

Действие в выходные цепи осуществляется подачей напряжения на выходные реле терминала, контакты которых коммутируют соответствующие пары зажимов.

1.7 Определение поврежденного фидера в сетях 6-35 кВ

1.7.1 Система централизованного определения поврежденного фидера (ОПФ) при ОЗЗ реализована в виде функции централизованного ОПФ с использованием фидерных датчиков тока нулевой последовательности (терминалов на базе УСО ЦИФРА), которыми дооборудуются релейные отсеки ячеек КРУ. При таком варианте построения системы ОПФ, каждый периферийный фидерный терминал УСО ЦИФРА реализует полностью весь состав защит от ОЗЗ, а сама функция централизованного ОПФ представляет из себя микропроцессорную систему, состоящую из объединенных по цифровому каналу связи терминалов защит отходящих присоединений и центрального терминала, в качестве которого выступает контроллер автоматики управления ДГР. Для организации цифрового канала связи используются коммуникационные порты, встроенные в терминал. При работе цифрового канала связи центральный терминал является основным и работает в режиме «Ведущий», а фидерные терминалы работают в режиме «Ведомый». При использовании порта RS-485, к центральному терминалу могут быть подключены до 7 фидерных терминалов защит без использования дополнительных усилителей сигналов. При использовании усилителей сигналов RS-485 или портов Ethernet максимальное количество фидерных терминалов может быть увеличено до 32.

1.7.2 Работа системы происходит следующим образом: каждый из фидерных датчиков тока нулевой последовательности постоянно регистрирует напряжение нулевой последовательности ($3U_0$) на своей секции шин и ток нулевой последовательности ($3I_0$) своего защищаемого присоединения. При наличии связи между фидерными датчиками и центральным терминалом ОПФ, система ОПФ функционирует по принципу централизованного относительного замера, сравнивая значения измерений от всех фидеров секции. Технически это обеспечивает

большую надежность и селективность обнаружения неустойчивых ОЗЗ через перемежающуюся дугу.

1.7.3 Номера поврежденных фидеров отображаются свечением соответствующего светодиода на лицевой панели центрального терминала, который формирует команду о срабатывании и замыкает соответствующее выходное реле либо выдает команду на срабатывание в фидерный датчик тока нулевой последовательности.

1.7.4 При отсутствии связи с центральным терминалом ОПФ фидерные датчики тока нулевой последовательности функционируют в автономном режиме, выполняя самостоятельно запрограммированные в них алгоритмы реализации защиты от ОЗЗ в виде децентрализованной распределенной системы.

1.7.5 Фидерный датчик тока нулевой последовательности включается последовательно с токовой цепью тока $3I_0$ от ТТНП.

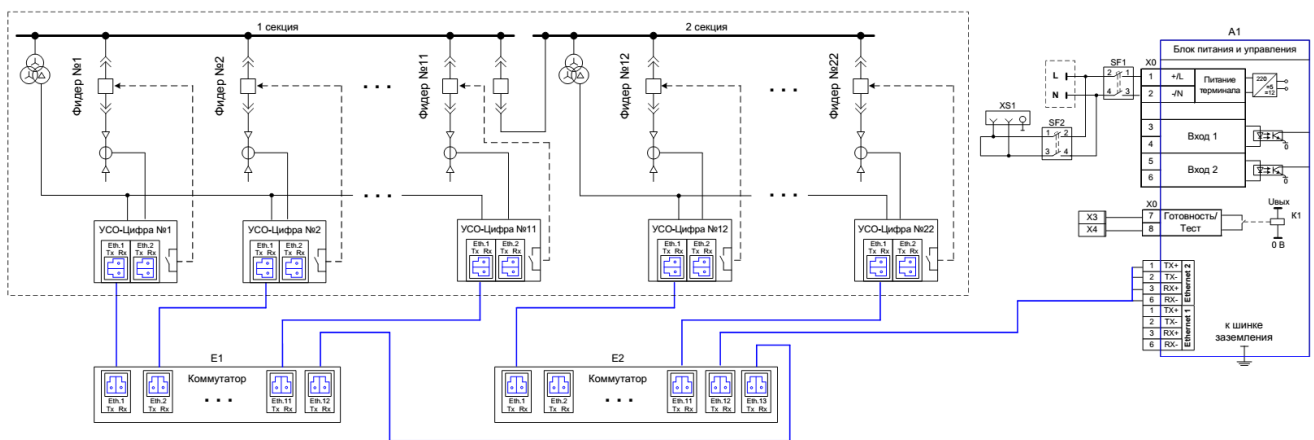


Рисунок 1 – Поясняющая схема реализации централизованного ОПФ с использованием фидерных датчиков тока нулевой последовательности

1.7.6 По условию минимизации нагрузки во вторичной цепи у ТТНП, рекомендуется общую длину соединительного проводника от ТТНП до устройства РЗиА, включая фидерный датчик тока, предусматривать минимальной (не более 3-4 метров токовой петли «туда-обратно»). Это достигается установкой датчика тока в релейный отсек ячейки КРУ и выбором сечения токового проводника не менее 2,5 мм². В этом случае суммарная нагрузка во вторичной цепи ТТНП не будет превышать 0,04÷0,05 Ом и ТТНП будет работать с минимальной токовой и угловой погрешностью.

1.7.7 Сказанное выше не относится в полной мере к стандартным ТТНП с разъемным магнитопроводом с числом витков вторичной обмотки ($w_2=25\div60$), выпускаемые серийно общепромышленным способом. Следует иметь в виду, что у такого ТТНП даже при тщательной шлифовке и сжатию соприкасающихся поверхностей после сборки разъемного магнитопровода, сопротивление ветви намагничивания резко уменьшается по сравнению с первоначальным (до разрезания), что неблагоприятно сказывается на чувствительности защиты от замыкания на землю. Поэтому необходимо подтвердить расчетом возможность применения такого типа ТТНП при его расчетной нагрузке во вторичной цепи с одновременной проверкой чувствительности защиты по первичному току замыкания на землю.

1.7.8 В случае, если выбранный ТТНП не проходит по расчету допустимой погрешности (не более 10 % токовая и 10 эл. градусов угловая), необходимо предусмотреть технические мероприятия для обеспечения функционирования ТТНП с приемлемой точностью. К основным из них относятся, например, снижение нагрузки во вторичной цепи у ТТНП или применение ТТНП с повышенным коэффициентом трансформации, гарантированной заводом-производителем в паспорте на ТТНП величиной тока небаланса ($I_{нб}$) и допустимой погрешности (токовая и угловая) в зависимости от нагрузки во вторичной цепи у ТТНП.

1.7.9 Пусковым органом для системы ОПФ является появление сигнала срабатывания общей неселективной сигнализации однофазного замыкания на землю по напряжению нулевой последовательности промышленной частоты (ЗОЗЗ-1). Напряжение $3U_0$ заводится в терминал с вторичной обмотки измерительного трансформатора напряжения, собранной по схеме «разомкнутый треугольник» с номинальным напряжением 100/3 В. Факт появления напряжения $3U_0$ используется также как пусковой орган для защит от замыкания на землю у комплектов защит на других отходящих присоединениях секции.

1.7.10 Определение поврежденного фидера производится по факту срабатывания измерительных органов, по умолчанию входящих в типовую конфигурацию программного обеспечения терминала. Следует отметить, что выбор способа реализации на защищаемом объекте защиты от замыкания на землю определяется принятым на объекте режимом заземления нейтрали, параметрами электрических величин нулевой последовательности и предусмотренными проектирующей организацией схмотехническими решениями в части подключения оборудования РЗиА.

1.7.11 Устройство позволяет реализовать сигнализацию возникновения ОЗЗ и определение поврежденного фидера по факту срабатывания измерительных органов для сетей с любым режимом заземления нейтрали.

В сети с изолированной нейтралью в качестве основных защит от ОЗЗ на защищаемом объекте, рекомендовано применять следующие защиты:

- токовая ненаправленная защита от замыкания на землю ($TЗНП$) по основной гармонике промышленной частоты ($3I_0$) с действием либо на отключение, либо на сигнал;
- токовая направленная защита от замыкания на землю ($ТНЗНП$) по основной гармонике промышленной частоты с действием либо на отключение, либо на сигнал.

Для сетей с высокоомным резистивным заземлением и низкоомным резистивным заземлением нейтрали в качестве основной защиты от ОЗЗ, рекомендуется применять:

- токовую ненаправленную защиту от замыкания на землю по основной гармонике промышленной частоты ($3I_0$) с действием либо на отключение, либо на сигнал.

1.7.12 В сети с компенсированной нейтралью в устройстве предусмотрены следующие алгоритмы:

- защита от замыкания на землю с использованием принципа наложения на первичную сеть контрольного тока с частотой 25 Гц с действием либо на отключение, либо на сигнал;
- защита от замыкания на землю с использованием искусственно увеличенной активной составляющей тока замыкания на землю с действием либо на отключение, либо на сигнал;

- защита от замыкания на землю, основанная на замере в токе нулевой последовательности высших гармонических составляющих с действием на отключение, либо на сигнал.

1.7.13 Для сетей с любым видом заземления нейтрали в терминале предусмотрена общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ по напряжению нулевой последовательности (3U0) промышленной частоты.

1.7.14 Программная реализация измерительных органов в терминале позволяет гибко подстраивать конфигурацию терминала под особенности защищаемого объекта путем ввода/вывода набора измерительных органов.

1.7.15 Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной и с компенсированной нейтралью приведена на рисунке 2. Программные накладные и выдержки времени ЗОЗЗ-1 приведены в таблице 1 и 2 соответственно.

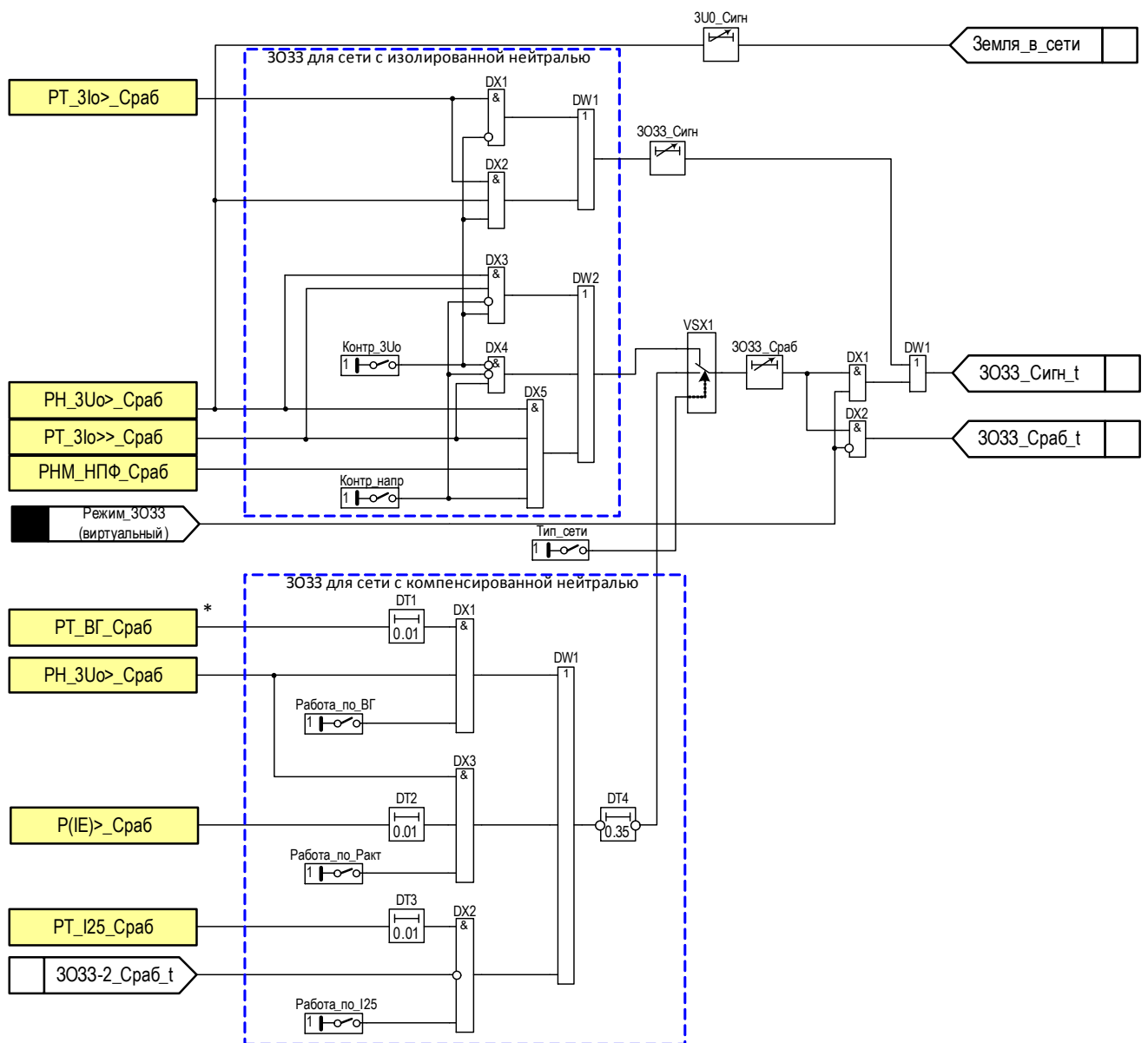


Рисунок 2 – Функциональная схема реализации сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной и компенсированной нейтралью

Таблица 1 – Программные накладки 3ОЗ3-1

Имя	Название	Состояние
Контр_3Уо	Контроль напряжения 3Уо	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена
Контр_напр	Контроль направленности 3ОЗ3-1	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена
Работа_по_Ракт	Раб. по актив. мощн. нул. посл.	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена
Работа_по_I25	Раб. 3ОЗ3 по I25	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена
Тип_сети	Тип сети	1 - компенсированная
		0 - изолированная

Таблица 2 – Выдержки времени 3ОЗ3-1

Имя	Название	Уставка*, с
3Уо_Сигн	Выдержка времени на срабатывание	0,03
3ОЗ3_Сраб	Выдержка времени на срабатывание	0,5
3ОЗ3_Сигн	Выдержка времени на сигнализацию	1
DT1	Технологически регулируемая выдержка времени на срабатывание	0,01
DT2	Технологически регулируемая выдержка времени на срабатывание	0,01
DT3	Технологически регулируемая выдержка времени на возврат	0,35

*Задаваемый диапазон уставки выдержки времени от 0 до 9999 с с шагом 0,001 с.

1.7.16 Общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ

Чувствительная к устойчивым и перемежающимся дуговым замыканиям на землю в любой точке гальванически связанной сети общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ выполнена с использованием контроля величины напряжения нулевой последовательности промышленной частоты (3Уо).

Сигнализация о возникновении ОЗЗ формируется при появлении сигнала «Земля в сети» (факту срабатывания ИО «3Уо>») и набору выдержки времени на срабатывание - «3Уо_Сигн». Выдержка времени «3Уо_Сигн» (см. таблицу 2) предназначена для исключения излишнего срабатывания измерительного органа в нормальных режимах без ОЗЗ (при коммутационных переключениях в сети, внешних КЗ на землю со стороны сети с глухозаземленной нейтралью, одиночных кратковременных самоустраняющихся пробоев изоляции).

По принципу действия ИО напряжения «3Уо>» является измерительным органом максимального действия и осуществляет сравнение действующего значения, подводимого к нему напряжения нулевой последовательности (3Уо) промышленной частоты с заданной уставкой срабатывания. Характеристики ИО напряжения «3Уо>» приведены в таблице 3.

Выбор уставки срабатывания ИО «3Уо>» рекомендуется производить с учетом отстройки от составляющей напряжения небаланса в напряжении нулевой последовательности и максимально возможного в эксплуатации напряжения смещения нейтрали. Напряжение смещения нейтрали может быть довольно значительным в воздушных сетях, так как в кабельных сетях напряжение несимметрии практически равно нулю. При отсутствии в сети замыкания на землю

в длительном рабочем режиме напряжение смещения нейтрали допускается не более 15 % от номинального фазного напряжения и не более 30 % в течение одного часа.

Таблица 3 – Характеристики ИО напряжения 3ОЗ3 – «3Uo»»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	0,15-135	0,01	20
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5-1	0,01	0,95
Время срабатывания при скачкообразном изменении входного напряжения с 0 до 1,2 по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	30		
Погрешности:			
- основная погрешность напряжения срабатывания, %, не более	5		
-дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более	10		
-дополнительная погрешность напряжения срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более:			
- от 3 до 47 Гц;	7		
- от 53 до 80 Гц	10		

Для снижения коэффициента несимметрии в сети, а, следовательно, и напряжения смещения нейтрали, производится транспонирование проводов фаз, что приводит в среднем по всей сети к выравниванию расположения проводов относительно земли.

Опыт эксплуатации показывает, что надежная отстройка от составляющей напряжения небаланса в напряжении нулевой последовательности достигается выбором значения уставки срабатывания ИО по напряжению 3Uo на уровне (15-20) В. В компенсированных сетях с протяженными участками воздушных линий, значение уставки по напряжению 3Uo целесообразно принять равным 40 В для отстройки от кратковременных максимальных значений напряжения смещения нейтрали в рабочем режиме по требованиям ПТЭ.

1.7.17 Токовая ненаправленная защита нулевой последовательности от замыкания на землю (ТЗНП) по основной гармонике промышленной частоты (3I_o)

1.7.17.1 ТЗНП предназначена для выявления однофазного замыкания на землю в сетях от 6 до 35 кВ с изолированной нейтралью, высокоомным или низкоомным резистивным заземлением нейтрали. Защита выполнена с контролем тока нулевой последовательности (3I_o) промышленной частоты защищаемого присоединения (с одной воздействующей входной величиной).

1.7.17.2 Логический сигнал о срабатывании защиты формируется при появлении сигнала «3ОЗ3_Сраб», сформированного по факту срабатывания ИО «РТ_3I_o>>_Сраб» и набору заданной выдержки времени на срабатывание «3ОЗ3_Сраб». Характеристики измерительного органа «РТ_3I_o>>_Сраб» приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики ИО «РТ_3Io>», «РТ_3Io>>», «РТ_3Io>>>»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания относительно номинального тока датчика, о.е.	(0,005 – 2,6) I _{ном}	1 мА
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности:		
- основная погрешность тока срабатывания, %, не более;	5	
-дополнительная погрешность тока срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;	10	

При выборе уставки срабатывания ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью следует помнить, что по принципу действия такая защита реагирует на ток нулевой последовательности (3Io) промышленной частоты. В связи с этим, уставка срабатывания у ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью должна обязательно отстраиваться от влияния тока небаланса ТТНП в цепях защиты и случая возможного суммирования в цепях защиты тока небаланса (I_{нб}) и собственного емкостного тока защищаемого присоединения (I_{с.защ.пр}). Так как по своей природе ток небаланса (I_{нб}) имеет случайную фазу, а частота тока I_{нб} равна промышленной частоте, то влияние I_{нб} на защитные функции ТЗНП наиболее сильно проявляется на объектах с суммарным емкостным током замыкания (I_{сз} не более (1-2) А), то есть там, где расчетная уставка срабатывания защиты становится соизмерима с величиной I_{нб}. Большое влияние на величину тока небаланса оказывают и конструктивные особенности применяемого ТТНП. В сетях с резистивным заземлением нейтрали (в особенности при низкоомном заземлении) влиянием тока небаланса кабельного ТТНП при расчете уставок срабатывания ТЗНП можно пренебречь, так как активный ток (I_а), обеспечиваемый резистором в нейтрали сети при возникновении однофазного замыкания на землю, значительно больше ожидаемого тока небаланса ТТНП (I_а>>I_{нб}).

1.7.17.3 В ряде случаев для обеспечения чувствительности защиты от замыкания на землю к замыканиям на землю в любой точке гальванически связанной сети, токовую защиту нулевой последовательности (ТЗНП) выполняют с возможностью одновременного пуска по факту возникновения напряжения нулевой последовательности (3Uo), т.е с контролем 3Uo. Ввод или вывод режима пуска по 3Uo осуществляется путем задания состояния одноименной программной накладке «Контр_3Uo».

1.7.17.4 Селективность токовой ненаправленной защиты нулевой последовательности (ТЗНП) в сети с изолированной нейтралью может быть обеспечена только при сравнительно малой доле емкости защищаемого фидера (C_{фид}) по отношению к суммарной емкости всей сети (C_з). При коэффициенте чувствительности, равном 1,5, допустимое значение (C_{фид}/C_з) составляет приблизительно 15 %.

В том случае, если емкости отдельных защищаемых линий сети с изолированной нейтралью превышают предельное значение (C_{фид}/C_з) > 0,15, то рекомендуется применение направленной токовой защиты от замыкания на землю, действие которой, как известно, осно-

вано на том, что направление токов в поврежденной и неповрежденной линии отличается на 180° .

Расчетным условием для выбора тока срабатывания и проверки чувствительности защиты в сети с изолированной нейтралью являются перемежающиеся дуговые замыкания при которых сигнал на выходе измерительного органа имеет минимальное значение. В связи с этим расчетный коэффициент чувствительности ТЗНП для сети с изолированной нейтралью в расчете уставок рекомендуется принимать равным 2 ($k_{\text{ч}}=2$).

Коэффициент отстройки, учитывающий бросок собственного емкостного тока в момент возникновения переходного процесса при пробое изоляции в сети с изолированной нейтралью рекомендуется при расчете уставок принимать равным 2 ($k_{\text{бр}}=2$). Дополнительный коэффициент отстройки при выборе уставки рекомендуется принимать 1,1 ($k_{\text{отс}}=1,1$).

Селективность токовой ненаправленной защиты нулевой последовательности (ТЗНП) в сети с высокоомным резистивным заземлением нейтрали может быть обеспечена при значительно большей доле емкости фаз защищаемой линии по отношению к суммарной емкости сети. Допустимое значение ($C_{\text{фид}}/C_{\Sigma}$) составляет не более 30 %.

Расчетным условием для выбора тока срабатывания ТЗНП в сети с резистивным заземлением нейтрали является внешнее устойчивое замыкание.

Коэффициент отстройки, учитывающий бросок собственного емкостного тока в момент возникновения переходного процесса при пробое изоляции в сети с резистивным заземлением нейтрали рекомендуется при расчете уставок принимать равным 1 ($k_{\text{бр}}=1$). Дополнительный коэффициент отстройки при выборе уставки рекомендуется принимать 1,1 ($k_{\text{отс}}=1,1$). Расчетный коэффициент чувствительности защиты при выборе уставок может быть принят от 1,2 до (1,5 - 2), где минимальные значения $k_{\text{ч}}=1,2$ соответствует случаю для защит с действием на сигнал и $k_{\text{ч}}=1,5$ для защит с действием на отключение).

1.7.18 Токовая направленная защита нулевой последовательности от замыкания на землю (ТНЗНП)

1.7.18.1 ТНЗНП предназначена для выявления однофазного замыкания на землю в сетях от 6 до 35 кВ с изолированной нейтралью. Защита выполнена с двумя воздействующими входными величинами и основана на контроле фазных соотношений между напряжением ($3U_0$) и током нулевой последовательности ($3I_0$) промышленной частоты защищаемого присоединения (контроле направления реактивной (емкостной) мощности нулевой последовательности в защищаемом присоединении).

1.7.18.2 ТНЗНП применяют в том случае, когда не обеспечиваются условия применимости ТЗНП (см. выше: $I_{\text{с.фид}}/I_{\text{с}\Sigma} \leq 0,15$), определяемые соотношением между суммарным емкостным током сети ($I_{\text{с}\Sigma}$) и собственным емкостным током защищаемого фидера ($I_{\text{с.фид}}$).

Условия срабатывания ТНЗНП при обеспечении чувствительности по току и напряжению нулевой последовательности (критерий направленности ТНЗНП) имеют вид:

- прямое направление (ОЗЗ в защищаемом направлении):

$$90^\circ < \varphi I_0 - (\varphi U_0 + 180^\circ) - \varphi_{\text{м.ч}} = \varphi_{\Sigma} - \varphi_{\text{м.ч}} < +90^\circ;$$

- обратное направление (ОЗЗ «за спиной»):

$$90^\circ > \varphi I_0 - (\varphi U_0 + 180^\circ) = \varphi_3 - \varphi_{м.ч} > +90^\circ;$$

где φ_3 – угол между подведенными к защите первичным напряжением ($3U_0$) и током ($3I_0$) нулевой последовательности; $\varphi_{м.ч}$ – угол характеристики срабатывания (угол максимальной чувствительности).

Угол между напряжением ($3U_0$) и током ($3I_0$) нулевой последовательности неповрежденного присоединения определяется углом сопротивления нулевой последовательности кабельной линии по отношению к земле, которое имеет практически чисто емкостный характер (так как активные потери в изоляции на землю, в среднем составляют около 5 % от реактивной емкостной мощности нулевой последовательности и практически не влияют на величину и угол сопротивления нулевой последовательности. Поэтому токи $3I_{0,неп}$ неповрежденных присоединений в сети с любым режимом заземления нейтрали опережают напряжение нулевой последовательности ($3U_0$) на угол примерно равный 90° .

В сети с изолированной нейтралью ток нулевой последовательности в поврежденном присоединении ($3I_{0,повр}$) равен сумме токов ($3I_{0,неп}$) всех неповрежденных присоединений, взятых с обратным знаком, то есть отстает от напряжения $3U_0$ на угол примерно равный 90° . Поэтому в сетях с изолированной нейтралью ТНЗНП реагирует на полную мощность нулевой последовательности, практически равную реактивной (емкостной) мощности, а угол $\varphi_{м.ч}$ для обеспечения наиболее высокой устойчивости срабатываний при внутренних ОЗЗ принимают равным 90° .

При $\varphi_{м.ч} = 90^\circ$ условия срабатывания чувствительной ТНЗНП, направленной в защищаемом (прямом) направлении, имеют вид:

$$3I_{0пов} > I_{0с.з.min} ;$$

$$3U_0 > U_{0с.з};$$

$$0^\circ < \varphi_3 = \varphi U_0 - \varphi I_0 < 180^\circ;$$

где φ_3 – угол между подведенными к защите первичным напряжением ($3U_0$) и током ($3I_0$) нулевой последовательности;

$I_{0с.з.min}$ – уставка по току срабатывания;

$U_{0с.з}$ – уставка по напряжению срабатывания.

В сетях с высокоомным резистивным заземлением нейтрали активный ток, создаваемый заземляющим резистором в нейтрали сети протекает только через поврежденное присоединение и не влияет на фазные соотношения между напряжением ($3U_0$) и током ($3I_{0,неп}$) нулевой последовательности неповрежденных присоединений, но изменяет угол между напряжением ($3U_0$) и током ($3I_{0,повр}$) в поврежденном присоединении, который при $R_N \approx X_{C\Sigma}$ отстает от вектора напряжения ($3U_0$) примерно на 135° и 180° (при низкоомном резистивном заземлении $R_N \ll X_{C\Sigma}$). Токи нулевой последовательности ($3I_{0,неп}$) в неповрежденных присоединениях имеют емкостный характер, как и в сети с изолированной нейтралью, и опережают напряжение ($3U_0$) на угол примерно равный 90° .

В связи с тем, что при установке заземляющего резистора в качестве основного аргумента в пользу его установки на подстанции приводится возможность организации на объекте ЭКРА.656345.010 РЭ

простой токовой защиты от замыкания на землю по току $3I_0$, то в сетях с резистивным заземлением нейтрали рекомендовано применение обычной токовой ненаправленной защиты от замыкания на землю (ТЗНП) с контролем значения тока нулевой последовательности ($3I_0$) промышленной частоты.

В сетях с компенсацией емкостного тока токи нулевой последовательности в неповрежденных присоединениях ($3I_{0,неп}$) сохраняют емкостный характер и опережают напряжение ($3U_0$) примерно на 90° , а ток нулевой последовательности в поврежденном присоединении ($3I_{0,повр}$) за счет влияния индуктивного тока ДГР в зависимости от режима компенсации может как опережать (при перекомпенсации), так и отставать (при недокомпенсации) от напряжения ($3U_0$) примерно на 90° . В связи с этим, выполнение направленной защиты (ТНЗНП) от ОЗЗ по составляющим промышленной частоты в компенсированных сетях невозможно и для выполнения защиты от ОЗЗ используются другие принципы: контроль уровня активной составляющей тока нулевой последовательности, замер высших гармонических составляющих в токе нулевой последовательности, наложение на первичную сеть вспомогательного тока не промышленной частоты и некоторые другие.

Направленность в ТНЗНП определяется по наличию срабатывания логического сигнала от измерительного органа «РНМ_НПФ». Срабатывание происходит, если величины тока и напряжения нулевой последовательности больше, чем соответствующие уставки срабатывания, а также при условии нахождения вектора полной мощности нулевой последовательности в зоне срабатывания. Направление мощности определяется по углу $\varphi_{ТЕК}$ между током $3I_0$ и напряжением $3U_0$ нулевой последовательности.

Для задания области работы направленной защиты необходимо задать угол $\varphi_{МЧ}$, определяющий направление линии максимальной чувствительности (ЛМЧ), см. рисунок 3. Зона срабатывания отсчитывается от линии максимальной чувствительности в обе стороны по 90° каждая. Угол $\varphi_{МЧ}$ отсчитывается от вектора тока против часовой стрелки, а рекомендации по его выбору приведены выше.

Характеристики ИО «РНМ_НПФ» приведены в таблице 5.

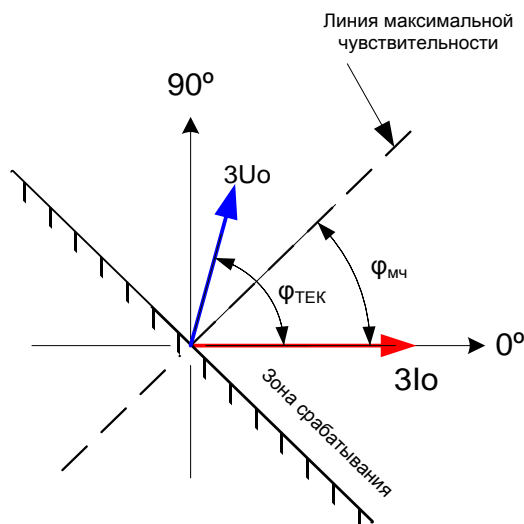


Рисунок 3 – Векторная диаграмма РНМ нулевой последовательности

Таблица 5 – Характеристики РНМ нулевой последовательности ЗОЗЗ – ИО «РНМ_НПФ»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания, А	0,05 – 4	0,01
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Минимальное линейное напряжение срабатывания, В	1 – 150	0,01
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Угол максимальной чувствительности, $\varphi_{мч}$, градус	0 – 359,9	0,1
Коэффициент возврата органа контроля границ зоны срабатывания	1	
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности по току и напряжению срабатывания: - основная погрешность срабатывания, %, не более;	5	
Дополнительная погрешность срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более	10	
Погрешности зоны срабатывания: -основная погрешность определения границ зоны срабатывания, градус, не более; -дополнительная погрешность определения границ зоны срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, градус, не более;	0,5 1	

1.7.19 Защита от ОЗЗ и определение поврежденного фидера по высшим гармоническим составляющим (ВГ) в токе нулевой последовательности (ЗЮ)

В устройстве предусмотрена возможность организации защиты от ОЗЗ на фидере по ВГ с действием на сигнал либо на отключение. По принципу действия измерительный орган защиты реагирует разность среднеквадратического значения суммы 5, 7 и 11 гармоник в токе нулевой последовательности (ЗЮ) защищаемого присоединения и тормозной величины, формируемой определённым образом из напряжения нулевой последовательности (ЗУ0). При однофазном замыкании на землю высшие гармоники распределяются между неповрежденными присоединениями пропорционально ёмкостям их фаз на землю, а протекающий в поврежденном присоединении ток содержит сумму токов высших гармоник от всех неповрежденных присоединений. Срабатывание реагирующего органа происходит при превышении уровнем высших гармоник заданной уставки срабатывания (с учетом влияния формируемой в измерительном органе тормозной величины) и отработки выдержки времени на срабатывание DT1

Отстройка измерительного органа от высших гармонических составляющих в собственном емкостном токе защищаемого присоединения при внешнем замыкании, а также по условию обеспечения необходимой чувствительности при внутренних замыканиях достигается выбором значения коэффициента торможения (Кт). По умолчанию, Кт принят равным 0,3. Формирование тормозной величины в ИО позволяет нивелировать содержание уровня ВГ в сети, т.к их уровень непосредственно зависит от текущей схемы сети, вида нагрузки и режимов её работы. Как показывают исследования различных авторов, уровень ВГ может изменяться в широких пределах – от нескольких процентов до 30 % по отношению к суммарному току замыкания.

Вычисление уровня высших гармонических составляющих (5, 7 и 11-й гармоник) в электрических величинах нулевой последовательности ($3I_0$, $3U_0$) производится методами цифровой фильтрации сигнала. Вычисленное значение каждой из гармоник умножается на соответствующий передаточный коэффициент, задаваемый уставкой. Для изменения результирующей формы амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) фильтра высших гармоник имеется возможность настройки передаточных коэффициентов отдельно по каждой гармонике с помощью весового коэффициента «К». В частности, можно изменить или даже совсем удалить какую-либо из гармоник из суммарного сигнала. Эта возможность используется для устранения влияния первой гармоники, которая должна отсутствовать по принципу действия защиты и третьей гармоники. Рекомендуемая АЧХ приведена на рисунке 4, где коэффициент передачи для 1-й и 3-й гармоник задан нулевым.

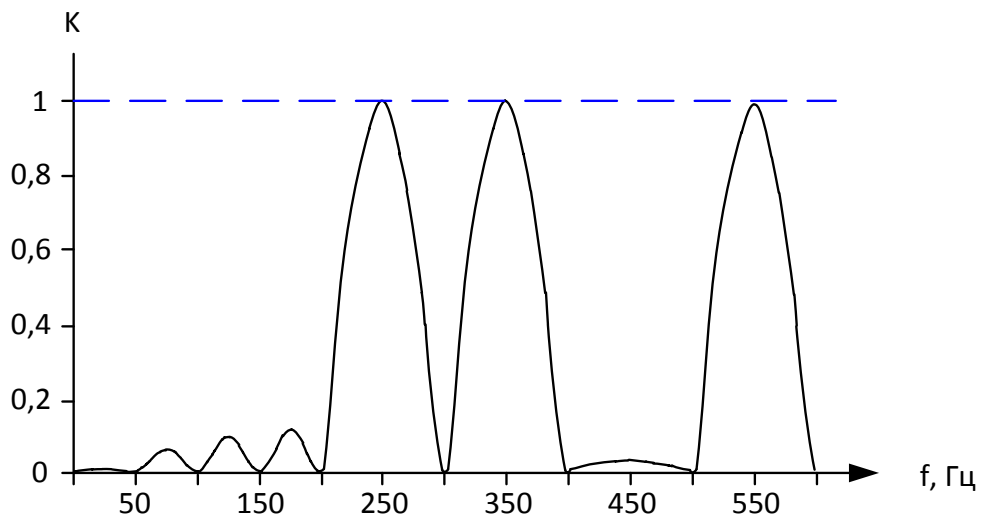


Рисунок 4 - Вид амплитудно-частотной характеристики измерительного органа «РТ_ВГ», формируемой с помощью передаточных коэффициентов (задаваемая по умолчанию)

Далее вычисляется среднеквадратическое значение за 10 периодов промышленной частоты (200 мс). Среднеквадратическое значение, как мера уровня высших гармоник тока нулевой последовательности поступает на вход реагирующего органа. Срабатывание реагирующего органа происходит при превышении значения рабочего тока ($I_{раб}$) над тормозным током ($I_{торм}$).

В общем виде условие формирования логического сигнала о срабатывании ИО:

$$I_{раб} > I_{торм},$$

где $I_{раб}$ – рабочий сигнал тока ВГ;

$I_{торм}$ – тормозной сигнал тока ВГ, сформированный в ИО (с учетом K_t).

В настройках защиты задается значение суммарного ёмкостного тока замыкания на землю промышленной частоты (I_c). Из заданного значения ёмкостного тока вычисляется суммарная емкость всей сети (в мкФ), которая используется в дальнейшем формировании тормозного сигнала.

Характеристики ИО приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики ИО «РТ_ВГ»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Диапазон измерения аналогового датчика терминала, А: - при номинальном токе датчика 0,2 А; - при номинальном токе датчика 0,6 А	0,001 - 0,5 0,003 - 1,6	1 мА
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 - 1	0,01
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности, %: - основная; - дополнительная	5 10	

1.7.20 Защита от замыкания на землю с использованием принципа наложения на первичную сеть контрольного тока с частотой 25 Гц

Защита от замыкания на землю с использованием принципа наложения на первичную сеть контрольного тока с частотой 25 Гц предназначена для работы в сетях от 6 до 35 кВ с компенсированной нейтралью при наличии в ней последовательно включенных в цепь дугогасящих реакторов и источника контрольного тока (ИКТ) с частотой ниже промышленной, в частности с частотой 25 Гц (такая схема реализации земляной защиты получила распространение на фидерах имеющих гальваническую связь с ГРУ 6 кВ или 10 кВ ТЭЦ).

Частота контрольного тока и схема подключения источника контрольного тока (ИКТ) подобраны таким образом, чтобы, во-первых, выполнялось требование правильной работы защиты как при устойчивых, так и при перемежающихся дуговых замыканиях, а во-вторых, имелась техническая возможность надежного измерения сравнительно малого контрольного тока с помощью трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП) или фильтров тока нулевой последовательности (ФТНП) в условиях существования тока небаланса промышленной частоты.

В сети с компенсацией емкостного тока эти принципиальные требования выполняются при включении последовательно в цепь дугогасящих реакторов источника контрольного тока (ИКТ) с частотой ниже промышленной, в частности с частотой 25 Гц. Для реализации защиты от ОЗЗ, источник контрольного тока (ИКТ) включается последовательно в объединенную со стороны заземления цепь всех дугогасящих реакторов, как показано на рисунке 5. Такой принцип выполнения защиты от замыкания на землю наиболее целесообразно использовать в электрических сетях, питающихся от шин 6 кВ или 10 кВ электростанций (ТЭЦ), так как в этом случае одновременно может быть выполнена защита от ОЗЗ обмотки статора генераторов, подключенных к этим шинам, с использованием типовых фазных трансформаторов тока. Кроме этого, в пределах одного распределительного устройства, как правило, не вызывает больших затруднений объединение заземляющих выводов ДГР для подключения ИКТ.

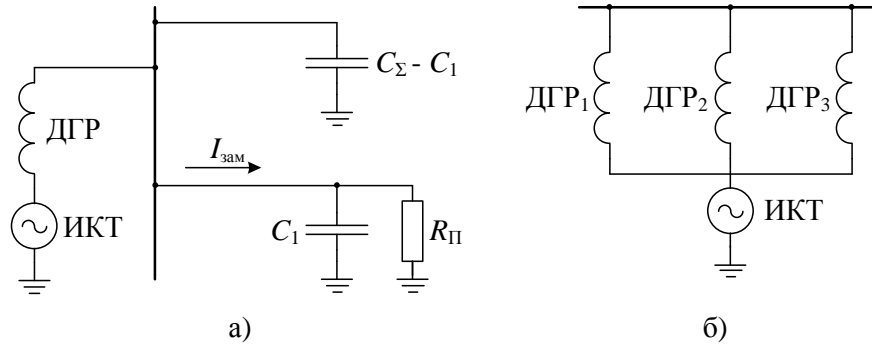


Рисунок 5 - а) схема замещения нулевой последовательности радиальной сети с источником контрольного тока; б) и схема включения источника контрольного тока при наличии в сети нескольких дугогасящих реакторов на одной подстанции

Поясняющая схема включения ИКТ и подключение цепей защиты отходящих линий для типовой секции шин распределительного устройства, показана на рисунке 6.

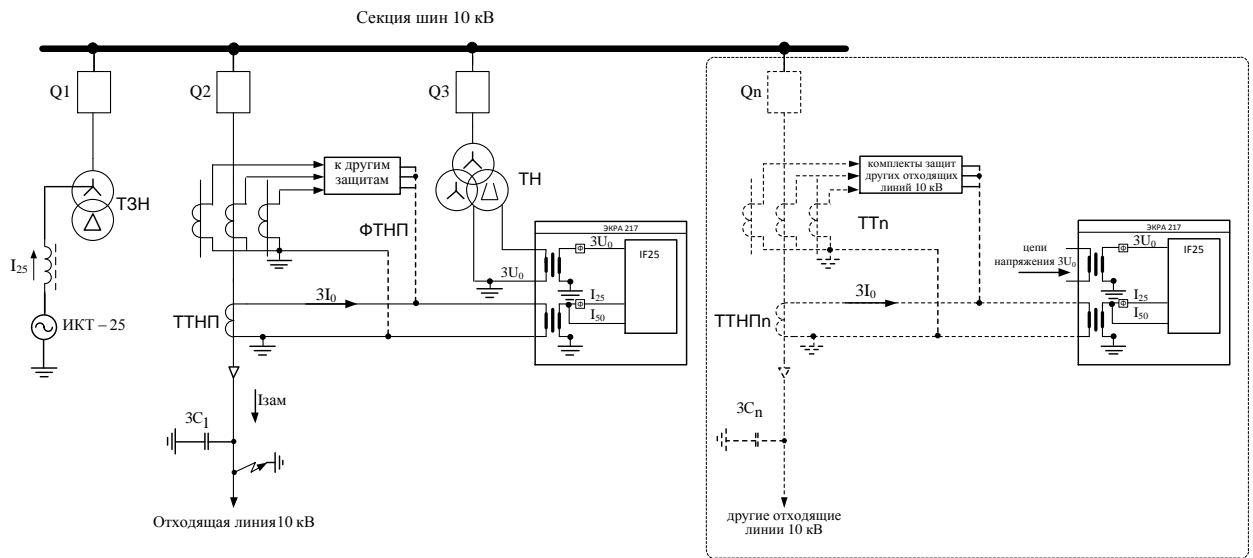


Рисунок 6 - Пример подключения защиты для пояснения принципа выполнения защиты от замыкания на землю с наложением на первичную сеть контрольного тока частотой 25 Гц

Защита по цепям тока нулевой последовательности ($3I_0$) подключается ко вторичной обмотке измерительного трансформатора тока нулевой последовательности (ТТНП). При отсутствии ТТНП защита может включаться в нулевой провод группы типовых фазных трансформаторов тока отходящей линии, образующих фильтр токов нулевой последовательности (ФТНП), так как при использовании контрольного тока с частотой 25 Гц отстройка от тока небаланса ФТНП осуществляется по частоте.

По цепям напряжения защита подключается к цепи напряжения $3U_0$, которое измеряется на выводах дополнительной вторичной обмотки измерительного трансформатора напряжения, собранной по схеме «разомкнутый треугольник» с номинальным напряжением 100/3 В. В терминале для подключения цепей напряжения $3U_0$ предусмотрен отдельный аналоговый вход - УН-К (см. схему подключения). При этом фазировка цепей $3U_0$ и $3I_0$ не требуется, что упрощает эксплуатацию защиты.

Принцип функционирования защиты основан на сравнении с заданной уставкой уровня гармонических составляющих с частотой ниже промышленной в токе нулевой последовательности при дуговых замыканиях и величины контрольного тока с частотой 25 Гц при устойчивых замыканиях, наложенного на первичную цепь сети от специального источника контрольного тока.

При устойчивых (глухих) замыканиях на землю в сетях с компенсацией емкостного тока поврежденная линия выявляется по факту увеличения тока с частотой 25 Гц, который при замыкании протекает практически только по поврежденной линии.

При дуговых перемежающихся замыканиях в сетях с компенсацией емкостного тока частота следования пробоев значительно меньше промышленной частоты и практически лежит в пределах от 4 до 12 Гц. Поэтому ток нулевой последовательности содержит низкочастотные составляющие, которые могут использоваться для выявления поврежденной линии.

Защита выполнена с частотной характеристикой, охватывающей полосу частот от нескольких герц до (35 – 40) Гц, тем самым обеспечивая совмещение условий работы защиты при устойчивых и перемежающихся замыканиях.

Для реализации защиты разработан источник контрольного тока с частотой 25 Гц на базе электромагнитного параметрического делителя частоты, представляющий из себя статическое электромагнитное устройство и удовлетворяющий специальным требованиям, а именно:

- включение ИКТ не оказывает влияния на функционирование ДГР при замыкании на землю;
- работа ИКТ не нарушается при протекании по нему тока дугогасящих реакторов.

Элементы ИКТ – электромагнитная часть делителя частоты и дроссель в зависимости от условий применения выполняются либо маслонаполненными в отдельных баках, либо в сухом исполнении с вентиляционными жалюзи, как показано на рисунке 7.

Источник контрольного тока, позволяет обеспечить при замыкании на землю ток с частотой 25 Гц приблизительно 0,75 А в сети 10,5 кВ и 1 А - в сети 6,3 кВ. При использовании сдвоенного источника контрольный ток увеличивается в 1,4 раза.

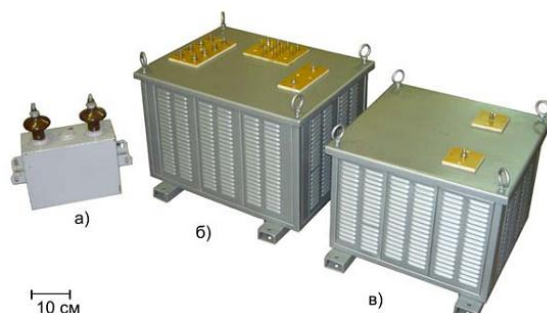


Рисунок 7 - Источник контрольного тока в сухом исполнении: а) конденсатор; б) делитель частоты; в) дроссель

В зависимости от конкретных условий защищаемого объекта используется различные варианты подключения терминала к ТТНП, вторичная обмотка которого зашунтирована сопро-

тивлением 0,25 Ом. Если линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то шунт устанавливается на каждом ТТНП, а вторичные обмотки соединяются последовательно. Пуск ИО терминала и при необходимости его загрузка при перемежающихся дуговых замыканиях обеспечивается от цепей напряжения нулевой последовательности (3U₀). Для такого варианта в терминале используется другой блок аналоговых входов с датчиками, согласованными с такой схемой подключения к ТТНП.

По предложенной реализации защита является комплексной, распознающей разновидности однофазного замыкания на землю и имеющая возможность отдельного действия на сигнал или отключение в зависимости от требований эксплуатации.

1.7.21 Рекомендации по выбору уставок

Уставки защиты, расчет которых не приведен в данном разделе, принимаются равными по умолчанию и уточняются при наладке. Уставки задаются в именованных единицах.

Уставка ИО «РТ_125» выбирается из условия обеспечения органом необходимой чувствительности к наложенному на первичную сеть контрольному току частотой 25 Гц при устойчивом замыкании (без переходного сопротивления) на защищаемой линии

$$I_{\text{ср.п}} = I_{25} / k_{\text{ч}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{ср.п}}$ - первичный ток срабатывания измерительного органа тока защиты частоты 25 Гц при глухом (металлическом) замыкании на землю, А;

I_{25} - наложенный на первичную сеть контрольный ток частотой 25 Гц от источника контрольного тока (ИКТ) (таблица 7), А;

$k_{\text{ч}}$ - коэффициент чувствительности защиты, принят равным $k_{\text{ч}} = 2$.

Минимально допустимое значение коэффициента чувствительности ($k_{\text{ч}}$) может быть принято 1,25 для защиты с действием на сигнал и 1,5 для защиты с действием на отключение.

Значения контрольного тока I_{25} , обеспечиваемого разработанными и применяемыми на практике ИКТ для режима длительного замыкания, приведены в таблице 7 или могут быть приняты из руководства по эксплуатации для конкретного ИКТ.

Таблица 7 - Значение контрольного тока ИКТ

Параметр	Значение	
Номинальное напряжение, кВ	6,3	10,5
Контрольный ток I ₂₅ (действ.знач.), А	1	0,75

2) Вторичный ток в цепях защиты определяется с учетом коэффициента трансформации трансформатора тока нулевой последовательности

$$I_{\text{ср.в}} = I_{\text{ср.п}} / k_{\text{ТТНП}}, \quad (2)$$

где $I_{\text{ср.в}}$ - вторичный ток срабатывания измерительного органа тока защиты частоты 25 Гц при устойчивом замыкании на землю, А;

$k_{\text{ТТНП}}$ - коэффициент трансформации трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП). Принимается равным из документации на трансформатор ТТНП.

1.7.22 Пример расчета уставок

В примере приведен числовой расчет уставок защиты от замыкания на землю с наложением на первичную сеть тока частотой 25 Гц в компенсированной сети 6 кВ. Расчет произведен в соответствии с рекомендациями пункта 1.7.21 данного руководства по эксплуатации. Исходные данные для расчета уставок приведены в таблице 8. Расчетные формулы и полученные результаты приведены в таблице 9.

Таблица 8 - Исходные данные для расчета уставок

Параметр	Значение	ед.изм.	Наименование
Uном	6300	В	Номинальное напряжение
Iс, зам	60	А	Суммарный ёмкостный ток замыкания на землю в сети (без использования компенсации ДГР)
I25	1	А	Контрольный ток от ИКТ част. 25 Гц (I25)
Fном	50	Гц	Промышленная частота
КтТНП	25	-	Коэффициент трансформации ТТНП
k _ч	2	-	Принятый коэффициент чувствительности

Таблица 9 - Расчетные формулы и полученные результаты

Параметр	Расчетная формула	Значение	ед.изм.	Наименование
I _{СР.П}	$I_{25} / k_{ч}$	0,5	А	Первичный ток срабатывания ИО
I _{СР.В}	$I_{СР.П} / k_{ТТНП}$	0,042	А	Вторичный ток срабатывания ИО

1.7.23 Защита от замыкания на землю с использованием искусственно увеличенной активной составляющей тока в токе замыкания на землю

Имеющийся опыт применения защиты от ОЗЗ с наложением в контур нулевой последовательности тока с частотой, отличающейся от промышленной (например, 25 Гц), показал, что его целесообразно использовать в сетях, питающихся от шин генераторного напряжения электрических станций.

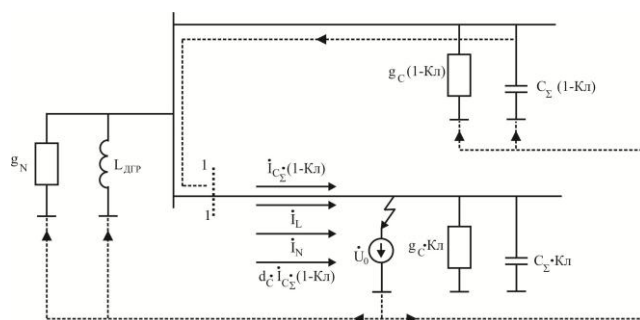
В этом случае, во-первых, может одновременно решаться задача выполнения защиты без зоны нечувствительности в обмотке статора генераторов, включенных на сборные шины. Во-вторых, в таких сетях, дугогасящие реакторы, как правило, находятся в пределах одного распределительного устройства и поэтому технически возможно их объединение со стороны заземляемых выводов, что необходимо для включения ИКТ с частотой 25 Гц.

В электрических сетях, питающихся от подстанций с глубоким вводом высокого напряжения, технически более простым, и возможно более дешевым, может быть вариант выполнения защиты на основе увеличения активной составляющей тока замыкания путем подключения параллельно к дугогасящим реакторам заземляющего резистора, с таким сопротивлением, что активная составляющая тока равна (15-20) % от емкостного тока замыкания. Такой режим работы нейтрали принято называть комбинированным заземлением и по имеющемуся опыту экс-

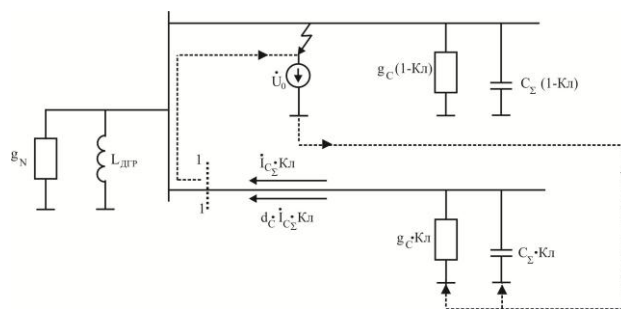
плутации он дает положительный эффект с точки зрения первичных процессов. В частности, устраняется возможность формирования дуговых перенапряжений при неточной настройке компенсации емкостных токов.

При выполнении защиты от замыкания на землю, реагирующей на активную составляющую тока, принципиально не имеет значения количество дугогасящих реакторов и их взаимное расположение (в пределах одной подстанции или они территориально удалены друг относительно друга). Заземляющий резистор может быть подключен параллельно к одному из дугогасящих реакторов или, если несколько резисторов, они могут быть распределены между несколькими реакторами с соответствующим выбором их сопротивления. Увеличение активной составляющей тока также может быть достигнуто подключением параллельно дугогасящему реактору резистора спустя некоторое время после возникновения замыкания (по факту появления $3U_0$). Если резистор подключается на ограниченное время, достаточное для работы защиты от 6 до 90 с, то он выполняется облегченным, что существенно снижает его стоимость и габариты. Производителями дугогасящих реакторов предложен также способ подключения шунтирующего резистора во вторичную силовую обмотку реактора напряжением 500 В, что дает возможность организации автоматического поиска присоединения с замыканием на землю, в том числе и дистанционный, с удаленного диспетчерского пункта.

Принцип выполнения защиты при устойчивом замыкании очевиден. В радиальных (не замкнутых) сетях активная составляющая тока, обусловленная потерями в дугогасящих реакторах, дополнительным резистором и распределенной активной проводимостью изоляции сети, протекает по поврежденной линии, а в неповрежденных линиях активная составляющая тока обусловленная собственной проводимостью линии значительно меньше и имеет направление противоположное активной составляющей, протекающей в поврежденной линии. Токи нулевой последовательности в месте установки защиты при внутреннем и внешнем замыканиях определяются по схеме замещения нулевой последовательности, приведенной на рисунке 8.



а) при внутреннем устойчивом замыкании



б) при внешнем устойчивом замыкании

d_c – относительная суммарная активная проводимость фаз сети относительно земли. Коэффициент d_c определяется распределенной активной проводимостью изоляции фаз сети относительно земли;

C_Σ - суммарная емкость фаз сети относительно земли;

g_c - суммарная активная проводимость фаз сети относительно земли;

$L_{ДГР}$ - эквивалентная индуктивность дугогасящих реакторов;

g_L - проводимость, учитывающая потери в дугогасящих реакторах;

g_N - проводимость дополнительного заземляющего резистора;

$Kл$ – коэффициент, учитывающий долю ёмкости защищаемого присоединения по отношению к суммарной ёмкости всей сети.

Рисунок 8 - Токи в месте установки защиты при устойчивом замыкании в компенсированной сети с увеличенной активной составляющей тока

Так как для выделения активной составляющей тока требуется применение фазочувствительного элемента, то необходимо предпринимать меры для снижения влияния фазовых погрешностей в измерительном канале защиты.

По этой причине для данной защиты рекомендовано применение кабельных ТТНП с неразъемным магнитопроводом (типа ТЗЛМ, ТЗЛ, ТЗЛЭ) с повышенным коэффициентом трансформации (кттнп принимается от 60 до 100) и обеспечением минимального сопротивления нагрузки во вторичных токовых цепях от 0,04 до 0,06 Ом), что достигается установкой терминала в ячейку КРУ.

Пример подключения защиты для пояснения принципа выполнения защиты от замыкания на землю с увеличенной активной составляющей тока нулевой последовательности приведен на рисунке 9.

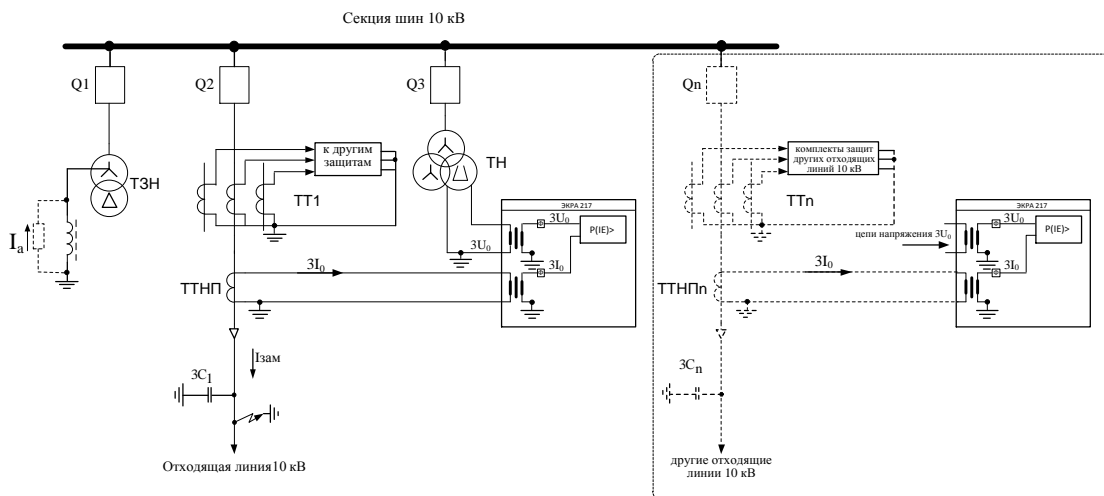


Рисунок 9 - Пример подключения защиты для пояснения принципа выполнения защиты от замыкания на землю с увеличенной активной составляющей тока нулевой последовательности

Защита по цепям тока нулевой последовательности ($3I_0$) подключается ко вторичной обмотке измерительного трансформатора тока нулевой последовательности (ТТНП).

По цепям напряжения защита подключается к цепи напряжения $3U_0$, которое измеряется на выводах дополнительной вторичной обмотки измерительного трансформатора напряжения, собранной по схеме «разомкнутый треугольник» с номинальным напряжением 100/3 В. В терминале для подключения цепей напряжения $3U_0$ предусмотрен отдельный аналоговый вход - УН-К (см. схему подключения). При этом фазировка цепей $3U_0$ и $3I_0$ не требуется, что упрощает эксплуатацию защиты.

В защите, в качестве меры для измерения величины активной составляющей тока в токе замыкания на землю, используется среднее значение мгновенной мощности нулевой последовательности. Для её формирования сигналы, пропорциональные току и напряжению нулевой последовательности поступают на два каскада аналогово-цифровой фильтрации сигнала в цепи тока и напряжения нулевой последовательности. Далее сигналы оцифровываются и поступают в программную часть защиты. В программной части предусматривается возможность введения дополнительной фазовой коррекции сигнала и формирование рабочего сигнала по заданному алгоритму функционирования защиты.

При перемежающемся дуговым замыкании выходной сигнал на выходе измерительного органа представляет собой последовательность импульсов, формирующихся при каждом пробое изоляции. Величина абсолютного значения уровня импульсов определяется видом замыкания (внешнее замыкание или замыкание на защищаемой линии), параметрами элементов контура нулевой последовательности в момент пробоя изоляции и условиями стекания избыточных зарядов с нейтрали сети за время между двумя соседними пробоями изоляции. Логический сигнал о срабатывании измерительного органа защиты формируется после прохождения

ния заданного числа таких импульсов, превышающих уровень уставки срабатывания, см. рисунок 10.

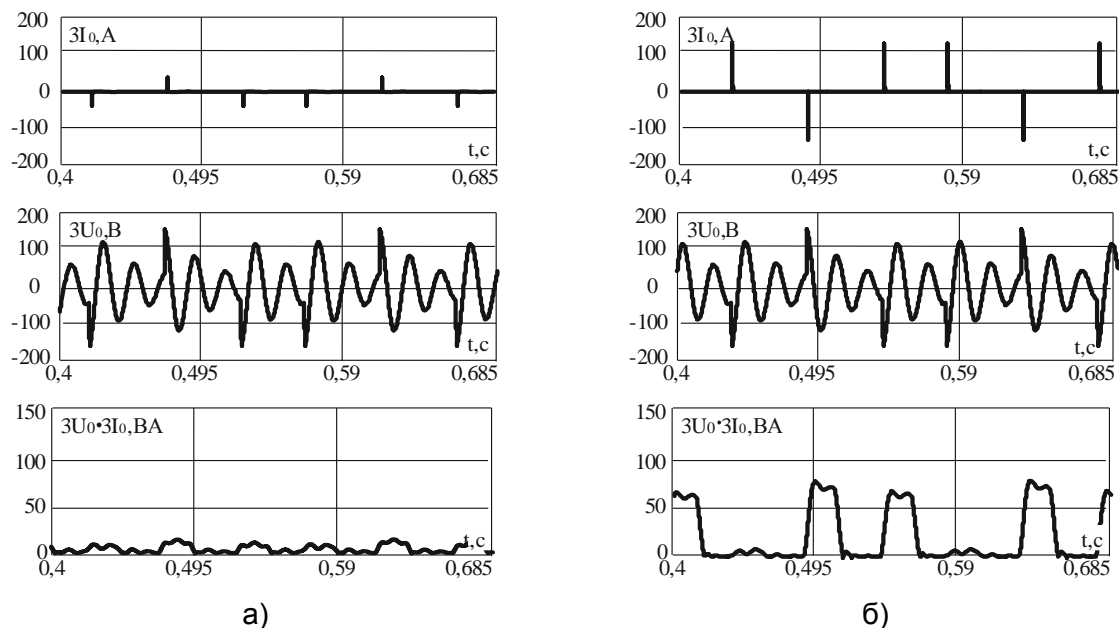


Рисунок 10 - Эпюры тока и напряжения нулевой последовательности, поясняющие принцип функционирования защиты от замыкания на землю, реагирующей на активную составляющую тока в сети с компенсацией емкостного тока при перемежающихся замыканиях:

а- внешнее замыкание, б) – замыкание на защищаемой линии.)

Собственное время срабатывания защиты составляет 0,35 с, что должно учитываться при выборе выдержки времени на срабатывание.

Защиту от ОЗЗ реагирующую на активную составляющую в токе замыкания на землю рекомендуется применять в сетях с комбинированным заземлением нейтрали (параллельным подключением ДГР и высокоомного заземляющего резистора) либо в компенсированных сетях с суммарной величиной тока замыкания на землю более 50 А.

1.7.24 Рекомендации по выбору уставок

Уставки защиты, расчет которых не приведен в данном разделе, принимаются равными по умолчанию и уточняются при наладке. Уставки задаются в именованных единицах.

Уставка срабатывания ИО «P(IE)>»

Уставка «P0уст» (по активной мощности в контуре нулевой последовательности) выбирается из условия обеспечения органом необходимой чувствительности к величине активной составляющей в токе замыкания на землю при глухом (металлическом) замыкании на защищаемой линии

$$P_{0.П} = (I_{a\Sigma} / k_{\text{ч}}) \cdot 3U_0, \quad (3)$$

где $P_{0.П}$ - активная мощность в контуре нулевой последовательности при устойчивом замыкании на землю (без переходного сопротивления), Вт (первичные величины);

$I_{a\Sigma}$ - активная составляющая тока в контуре нулевой последовательности при устойчивом замыкании на землю, А;

$k_{\text{ч}}$ - коэффициент чувствительности ($k_{\text{ч}} = 2$);

$3U_0$ – величина напряжения нулевой последовательности при устойчивом замыкании на землю, В. Принимается равной 100 В.

Значение активного тока ($I_{a\Sigma}$) в месте установки защиты в расчетах определяется по коэффициенту демпфирования (d), характеризующему относительную суммарную активную проводимость фаз сети относительно земли. Коэффициент d определяется потерями в дугогасящих реакторах (d_L), дополнительным резистором в нейтрали сети (d_R) и распределенной активной проводимостью изоляции всей сети (d_C), т.е $d=d_L+d_R+d_C$. Ориентировочно, на основании экспериментальных данных для компенсированной сети коэффициент d при нормальном состоянии изоляции можно принять равным $d=d_L+d_C=0,04\dots 0,05$. В сети с комбинированным заземлением нейтрали, под которым понимается работа компенсированной сети с дополнительным заземляющим резистором в цепи нейтрали, создающим активную составляющую тока до значения не более 15 % от суммарного емкостного тока замыкания, коэффициент d в большей степени определяется активной проводимостью дополнительного заземляющего резистора в нейтрали (d_R) и в расчетах принимается 0,15. Для дальнейших расчетов принимаем, что в предложенном численном примере расчета уставок, распределительная сеть 10,5 кВ работает в режиме комбинированного заземления нейтрали. Ёмкостный ток замыкания на землю составляет 60 А, а величина сопротивления добавочного резистора в нейтрали сети, составляет $R_N=700$ Ом.

Активный ток I_{a_R} обусловленный активной заземляющего резистора в нейтрали R_N рассчитывается по формуле

$$I_{a_R} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3}R_N}, \quad (4)$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети.

Кроме тока, обусловленного резистором, в месте замыкания протекают токи обусловленные потерями в дугогасящих реакторах и распределенной активной проводимостью изоляции всей сети.

Активный ток I_a обусловленный потерями в дугогасящих реакторах и распределенной активной проводимостью изоляции всей сети рассчитывается по формуле

$$I_a = I_{C,\text{зам}} \cdot (d_C + d_L) \cdot (1 - K_L) \quad (5)$$

Суммарная величина активной составляющей тока в месте замыкания рассчитывается по формуле

$$I_{a\Sigma} = I_{a_R} + I_a \quad (6)$$

Вторичная величина уставки «Р0уст» в цепях защиты определяется с учетом коэффициента трансформации трансформатора тока нулевой последовательности

$$P_{0.B} = P_{0.П} / k_{\text{ТНП}}, \quad (7)$$

где $P_{0.B}$ - активная мощность в контуре нулевой последовательности при глухом (металлическом) замыкании на землю, Вт (вторичные величины);

$K_{тнп}$ - коэффициент трансформации трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП) (принимается из документации на трансформатор ТТНП).

Коэффициент возврата (Квоз) « $P(IE)$ » принимается равным 0,75.

1.7.25 Пример расчета уставок

В примере приведен числовой расчет уставок защиты в распределительной сети 10,5 кВ с комбинированным заземлением нейтрали. Расчет произведен в соответствии с рекомендациями пункта 1.7.21 данного руководства по эксплуатации. Исходные данные для расчета уставок приведены в таблице 10. Расчетные формулы и полученные результаты приведены в таблице 11.

Таблица 10

Параметр	Значение	ед.изм.	Наименование
Uном	10500	В	Номинальное напряжение
Iс, зам	60	А	Суммарный ёмкостный ток замыкания на землю в сети (без использования компенсации ДГР)
КЛ	0,2	-	Доля емкости защищаемой линии по отношению к суммарной емкости всей сети. Принята равной 20 %.
$d_L + d_C$	0,05	-	Коэффициент демпфирования сети, учитывающий потери в ДГР (2,5 % и актив. проводимость сети 2,5 %)
RN	700	Ом	Сопrotивление заземляющего резистора
Fном	50	Гц	Промышленная частота
$K_{тнп}$	25	-	Коэффициент трансформации ТТНП
k_{χ}	2	-	Принятый коэффициент чувствительности

Таблица 11

Параметр	Расчетная формула	Значение	ед.изм.	Наименование
I_{a_R}	$\frac{U_{ном}}{\sqrt{3}R_N}$	8,66	А	Активный ток, обусловленный проводимостью резистора RN
I_a	$I_{C,зам} \cdot (d_C + d_L) \cdot (1 - K_{Л})$	2,4	А	Активный ток, обусловленный активной проводимостью изоляции сети и потерями в ДГР
$I_{a\Sigma}$	$I_{a_R} + I_a$	11,06	А	Суммарная активная составляющая
$P_{0.П}$	$(I_{a\Sigma} / k_{\chi}) \cdot 3U_0$	553	Вт	Уставка срабатывания ИО 1 в первичных величинах
$P_{0.B}$	$P_{0.П} / k_{тнп}$	22,12 принято 22	Вт	Уставка срабатывания ИО 1 в вторичных величинах
$P_{0_ЗАГР}$	$P_{0.B} \cdot k_{ЗАГР}$	44	Вт	Уставка срабатывания ИО 2 в вторичных величинах

1.7.26 Основные параметры фидерного датчика УСО ЦИФРА указаны в таблице 12.

Устройство при необходимости может быть выполнено в различных конструктивных исполнениях и включать в себя различное количество периферийных блоков. Благодаря матрице ранжирования, любой дискретный сигнал может быть назначен как на аппаратный дискретный вход/выход, так и на цифровой блок GOOSE сообщений. Данное техническое решение позволяет использовать расширенный набор функций в любом аппаратном исполнении, тем самым уменьшая количество межъячеечных связей выполненных с использованием контрольных кабелей.

Таблица 12 - Основные номинальные параметры фидерного датчика УСО ЦИФРА

Наименование параметра	Значение
Номинальный переменный ток аналоговых входов - $I_{ном}$, А*: - для нулевой последовательности (для ЗОЗЗ-1); - для нулевой последовательности (для ЗОЗЗ-2)	0,6 или 0,2 0,15 или 0,05
Рабочий диапазон входных цепей переменных токов, А: - нулевой последовательности для реализации ЗОЗЗ-1; - нулевой последовательности для реализации ЗОЗЗ-2	$(0,003 - 2,5) \cdot I_{ном}$ $(0,05 - 40,0) \cdot I_{ном}$
Термическая стойкость входных цепей переменного тока: - для нулевой последовательности: при длительном воздействии; при токовом воздействии в течение 10 с, А	$10,0 \cdot I_{ном}$ 30
Потребляемая мощность при 1 А, ВА	менее 0,005
Номинальное напряжение переменного тока аналоговых входов - $U_{ном}$, В	100
Рабочий диапазон напряжений переменного тока аналоговых входов, В	0 – 264
Входные цепи переменного напряжения выдерживают без повреждений, В - все цепи длительно; - цепи напряжения ЗУо в течение 1 мин	300 500
Номинальная частота аналоговых сигналов переменного тока $f_{ном}$, Гц	50
Номинальное оперативное напряжение постоянного тока - $U_{пит}$, В**	220 или 110
Номинальное оперативное напряжение переменного тока - $U_{пит}$, В**	230
Количество аналоговых входов**: - для подключения к вторичным цепям ТТНП; - для подключения к дополнительной обмотке ТН, собранной по схеме «разомкнутый треугольник»;	1* 2
Количество дискретных входов	2
Количество дискретных выходов	1
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69	УХЛ3.1
Группа исполнения терминала в части воздействия механических факторов окружающей среды по ГОСТ 17516.1-90	M7
Электрические интерфейсы, поддерживаемые терминалом, шт.: - Ethernet	2

Продолжение таблицы 12

Наименование параметра	Значение
Протоколы обмена, поддерживаемые терминалом	МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 МЭК 61850-8-1**
Поддерживаемые протоколы программной синхронизации времени внутренних часов терминала	МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 SNTP IRIG-B
Поддерживаемые электрические интерфейсы аппаратной синхронизации времени внутренних часов терминала	1PPS IRIG-B
Средняя основная погрешность срабатывания всех выдержек времени на любой уставке не более ± 2 % от значения уставки или ± 20 мс в зависимости от того, какая из величин больше.**	
<p>*Номинальные значения климатических факторов внешней среды приведены в руководстве по эксплуатации «Терминалы микро-процессорные серии ЭКРА 200» – ЭКРА.650321.050 РЭ.</p> <p>**Без учета времени срабатывания выходного реле терминала, которое составляет не более 10 мс и времени обработки данных в терминале, которое составляет не более 20 мс.</p>	

Виды однофазных замыканий на землю, выявляемые системой ОПФ:

- устойчивые замыкания на землю (однофазные замыкания на землю без переходного сопротивления в месте замыкания);
- перемежающиеся дуговые замыкания на землю;
- одиночные кратковременные пробой изоляции (клевки).

Количество контролируемых присоединений (фидеров) для одного централизованного токового устройства – 32 шт. (с учетом подведения цепей напряжения 3U0 секции) на базе периферийных устройств УСО ЦИФРА.

Основные параметры аналоговых входов терминала:

- аналоговые входы терминала имеют гальваническую развязку от внутренних цепей устройства;
- диапазон измеряемых значений напряжения нулевой последовательности в блоке аналоговых входов терминала составляет от 0,15 В до 135 В (частоты 50 Гц);
- терминал правильно функционирует при изменении частоты входных сигналов тока и напряжения нулевой последовательности в диапазоне частот от 45 до 55 Гц при этом основная погрешность параметров срабатывания измерительных органов устройства не превышает ± 10 % относительно значений параметров срабатывания, измеренных при номинальной частоте).

1.7.27 Требования к электрической прочности изоляции соответствуют требованиям приведенным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.7.28 Требования по электромагнитной совместимости приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.7.29 Характеристики входных и выходных цепей приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.7.30 Показатели надежности и другие общие сведения приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

ЭКРА.656345.010 РЭ

1.8 Комплектность поставки

В комплект поставки входят:

- шкаф ШНЭ 2519-00Е4 УХЛЗ.1 – 1 шт.;
- эксплуатационные документы согласно ведомости эксплуатационных документов - 1 комплект на партию;
- запасные части и принадлежности согласно ведомости ЗИП - 1 комплект на партию.

1.9 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок шкафа, приведен в приложении Д.

1.10 Маркировка и пломбирование

1.10.1 Шкаф имеет маркировку согласно ГОСТ 18620-86, ТУ 3430-022-20572135-2006 и в соответствии с конструкторской документацией на шкаф. Маркировка выполнена в соответствии с ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее чёткость и сохраняемость.

1.10.2 На передней двери шкафа имеется табличка, на которой указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип шкафа;
- заводской номер;
- общие технические данные шкафа по 1.3.1 настоящего РЭ;
- масса шкафа;
- единый знак обращения продукции на рынке государств – членов Таможенного союза;
- надпись «Сделано в России»;
- дата изготовления (месяц, год).

Сведения о маркировке терминала на лицевой панели, на задней металлической плите, о транспортной маркировке тары, а также сведения о пломбировании терминала приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.10.3 Все элементы схемы шкафа имеют обозначения, состоящие из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения (например, SG1).

1.10.4 Транспортная маркировка тары - по ГОСТ 14192-96, в частности, на упаковку нанесены изображения манипуляционных знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Место строповки», «Верх», «Ограничение температуры» (интервал температур в соответствии с п. 1.1.4 настоящего РЭ). Маркировка нанесена непосредственно на тару окраской по трафарету.

1.10.5 Пломбирование терминала шкафа производится специальной этикеткой, разрушающейся при вскрытии устройства.

1.11 Упаковка

Упаковка шкафа произведена в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3430-022-20572135-2006 по чертежам предприятия-изготовителя шкафа для условий транспортирования и хранения, указанных в разделе 5 настоящего РЭ.

2. Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации шкафа соответствуют требованиям 1.2.1 настоящего РЭ. Возможность работы шкафа в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-держателем подлинников конструкторской документации и с предприятием-изготовителем.

2.1.2 Группа условий эксплуатации соответствует требованиям 1.2.3 настоящего РЭ.

2.2 Подготовка шкафа к использованию

2.2.1 Подготовку к монтажу, проведение монтажных работ, ввод в эксплуатацию шкафа следует производить в соответствии с требованиями настоящего РЭ.

2.2.2 Меры безопасности при подготовке изделия к использованию

2.2.2.1 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию шкафа разрешается производить лицам, прошедшим специальную подготовку, имеющие соответствующую квалификацию на право выполнения работ, хорошо знающим особенности электрической схемы и конструкцию шкафа. Эти работы должны проводиться с соблюдением необходимых мер защиты компонентов шкафа от воздействия статического электричества.

2.2.2.2 Монтаж шкафа и работы на разъемах терминалов, рядах зажимов шкафа и разъемах устройств следует производить при обесточенном состоянии шкафа. При необходимости проведения проверок при поданном напряжении должны применяться дополнительные средства защиты, предотвращающие поражение обслуживающего персонала электрическим током.

2.2.2.3 Шкаф перед включением и во время работы должен быть надежно заземлен.

2.2.3 Внешний осмотр, порядок установки шкафа

2.2.3.1 Упакованный шкаф поставить на горизонтальную поверхность, руководствуясь знаками "Верх". Снять упаковку со шкафа, извлечь из шкафа ящик с запасными частями, приспособлениями и документацией (если они поставляются в одной таре). Произвести внешний осмотр шкафа, убедиться в отсутствии механических повреждений терминалов и шкафа, вызванных транспортированием. При обнаружении каких-либо несоответствий или неисправностей в оборудовании необходимо немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель.

2.2.3.2 Необходимо установить шкаф на место эксплуатации в вертикальном положении, подвесив его на рым-болты. Необходимо выполнить заземление шкафа с помощью проводника внешнего заземления, подключенного к медной шине шкафа с одной стороны, а с другой стороны – к металлическим закладным пола. Выполнение этого требования по заземлению является обязательным.

ВНИМАНИЕ: КРЕПЛЕНИЕ ШКАФА СВАРКОЙ ИЛИ БОЛТАМИ К МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПОЛА НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ НАДЕЖНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ!

2.2.4 Монтаж шкафа

2.2.4.1 Выполнить подключение шкафа согласно утвержденному проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ. Связь шкафа с другими шкафами защит и устройствами производить с помощью кабелей или проводников с сечением жил не менее 1,5 мм².

2.2.4.2 Монтаж заземления экранов внешних кабелей необходимо проводить после установки и закрепления шкафа на конструкциях, предусмотренных технической документацией, и прокладки всех контрольных кабелей. Входящие в шкаф кабели вторичных цепей через сальники на входе должны быть закреплены зажимом кабельным к устройству крепления и заземления экранов кабелей, в соответствии с требованиями 2.1.24 ПУЭ с целью устранения механического натяжения кабеля в шкафу. Для заземления экрана кабеля с устройством заземления экранов кабелей рекомендуется использовать хомуты кабельные из нержавеющей стали. Кабельные хомуты должны максимально охватывать (360°) наружную поверхность экрана кабеля и соответствующую этому кабелю перемычку устройства заземления, обеспечивая между ними надежный электрический контакт с низкоомным сопротивлением.

Подробный порядок проведения заземления экранов внешних кабелей, рекомендации по выбору специализированного инструмента для монтажа приведены в инструкции по монтажу ЭКРА.650323.012 И «Заземление экранов внешних кабелей в шкафах НКУ».

2.2.5 Подготовка шкафа к работе

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

2.2.4.2 Шкаф выпускается с предприятия-изготовителя работоспособным и полностью испытанным.

2.2.4.3 Данные, требующиеся для нормальной эксплуатации шкафа, доступны через меню терминала и последовательно выводятся на дисплей при нажатии на соответствующие кнопки управления. Изменение уставок терминала можно производить с помощью клавиатуры и дисплея, которые расположены на лицевой плите терминала, а также по сервисному порту (USB/Ethernet) с помощью комплекса программ EKRASMS-SP.

2.2.4.4 Анализ аварийных осциллограмм производится с помощью программы RecViewer, описание которой приведено в руководстве ЭКРА.00005-02 90 01 «Программа RecViewer для просмотра и анализа осциллограмм (комплекс программ EKRASMS-SP)». Значения уставок терминала в момент пуска осциллографа доступны для просмотра в любой программе для просмотра текстовых файлов после конвертирования осциллограммы из внутреннего формата в формат *Comtrade*.

2.2.5 Режим тестирования

В терминалах предусмотрен специальный режим, обеспечивающий определенные удобства при наладке и при периодических проверках. Перевод устройства в этот режим может осуществляться только с помощью кнопочной клавиатуры на лицевой панели терминала. С помощью комплекса программ EKRASMS-SP указанный режим не доступен.

Меню «Тесты» в основном меню терминала предоставляет возможность проверить работу элементов системы и имеет следующие подменю:

ЭКРА.656345.010 РЭ

- Тест индикации;
- Автотестирование;
- Тест выходных реле.

При входе в подменю запрашивается пароль доступа^{*}; необходимо ввести набор символов, являющийся паролем, и нажать кнопку «Enter». После чего терминал перейдет в режим работы «ТЕСТ».

2.2.5.1 Тест индикации^{**}

В данном пункте возможно включение или выключение светодиодов на лицевой панели терминала для визуального контроля свечения светодиодов.

При нажатии сочетания кнопок «F+1» на дисплее циклично осуществляется тест светодиодов в следующем порядке:

- свечение красным цветом;
- свечение зеленым цветом.

При нажатии сочетания кнопок «F+2» на дисплее циклично осуществляется тест светодиодов в следующем:

- отдельных светодиодов;
- столбцов А – С светодиодов.

Кнопка «Enter» позволяет включать («+»)/отключать (« ») светодиоды.

При выходе из меню «Тест индикации» происходит автоматический возврат из режима работы терминала «ТЕСТ».

2.2.5.2 Тест выходных реле

В данном пункте возможна выдача тестовых воздействий на определенные реле, таким образом, возможна проверка прохождения сигнала всей цепи связи от терминала до места контроля.

ВНИМАНИЕ: ПРИ ВЫДАЧЕ ТЕСТОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВЫХОДНЫЕ РЕЛЕ ТЕРМИНАЛА, ВОЗМОЖНО ОТКЛЮЧЕНИЕ РАБОТАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ. ПЕРЕД ВЫДАЧЕЙ ТЕСТОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НЕОБХОДИМО УБЕДИТЬСЯ В БЕЗОПАСНОСТИ ВАШИХ ДЕЙСТВИЙ.

При нажатии сочетания кнопок «F+1» на дисплее циклично осуществляется тест выходных реле в следующем порядке:

- отдельных реле;
- блоков реле (блоков дискретных выходов).

Кнопка «Enter» позволяет включать («+»)/отключать (« ») реле/блоки реле.

При выходе из меню «Тест выходных реле» происходит автоматический возврат из режима работы терминала «ТЕСТ».

2.2.6 Указания по вводу шкафа в эксплуатацию

2.2.6.1 При вводе шкафа в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

^{*} По умолчанию паролем доступа является набор символов «0100»
^{**} Только для терминов с лицевой панелью

- проверку сопротивления и электрической прочности изоляции, сопротивления цепи защитного заземления;
- выставление и проверку уставок устройств и защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током и напряжением;
- проверку действия шкафа в центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с внешними устройствами.

2.2.6.2 Проверка сопротивления изоляции шкафа

Проверку сопротивления изоляции шкафа следует производить в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004), ГОСТ IEC 61439-1-2013 в холодном состоянии шкафа в следующей последовательности:

- снять напряжение со всех источников, связанных со шкафом, а подходящие к шкафу цепи отсоединить на ряде зажимов шкафа;
- рабочие крышки испытательных блоков шкафа установить в рабочее положение;
- собрать группы гальванически не связанных цепей в соответствии с таблицей 4.

Измерение сопротивления изоляции следует производить в холодном состоянии мегаомметром с испытательным напряжением 1000 В. Сначала измеряется сопротивление изоляции всех групп цепей, соединенных вместе, по отношению к корпусу, а потом – каждой выделенной группы относительно остальных цепей, соединенных между собой. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм при температуре (25 ± 10) °С и относительной влажности до 80 %.

2.2.6.3 Проверку электрической прочности изоляции независимых групп цепей относительно корпуса и между собой следует производить напряжением 1700 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин.

Проверку электрической прочности изоляции производить в последовательности, указанной в протоколе ЭКРА.656345.010 Д5. При испытаниях не должно быть пробоя изоляции.

После проверки изоляции все временные перемычки снять.

2.2.6.4 Проверка сопротивления цепи защитного заземления

Проверку непрерывности цепи защитного заземления и величины электрического сопротивления между устройством заземления и металлическими частями, подлежащими заземлению, следует проводить с помощью измерительных приборов и устройств, способных подавать переменный или постоянный ток не менее 10 А при полном сопротивлении 0,1 Ом между точками измерения.

Допускается проверку величины электрического сопротивления между устройством заземления и металлическими частями терминала, подлежащими заземлению, проводить измерителем сопротивления заземления, имеющим аналогичные параметры.

2.2.6.5 Проверка уставок защит шкафа

С помощью комплекса программ EKRASMS-SP или с помощью кнопок на дисплее терминала необходимо выставить значения уставок в соответствии с бланком уставок. Обязательно следует начинать выставление уставок с установки первичных и вторичных величин

тока измерительных трансформаторов тока и первичных и вторичных величин напряжения измерительных трансформаторов напряжения.

Проверка уставок производится в соответствии с протоколом приемо-сдаточных испытаний.

2.2.6.6 Проверка действия шкафа во внешние цепи, на центральную сигнализацию и проверка взаимодействия шкафа с внешними устройствами

Проверка производится наладочным персоналом в установленном порядке в соответствии с рабочей документацией.

2.3 Возможные неисправности и методы их устранения

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

2.3.2 При включении питания и в процессе работы шкафа могут возникнуть неисправности, обнаруживаемые системой контроля терминала. Описание возможных неисправностей и методов их устранения приведено в ЭКРА.650321.001 РЭ

3. Техническое обслуживание шкафа

3.1 Общие указания

В процессе эксплуатации шкафа необходимо проводить профилактический контроль и профилактическое восстановление в сроки и в объеме проверок в соответствии с требованиями РД 153-34.0-35.617-2001 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110 – 750 кВ» для устройств на микроэлектронной и микропроцессорной базе.

Цикл технического обслуживания шкафа в процессе его эксплуатации согласно РД 153-34.0-35.617-2001 зависит от категории помещения, в котором будет установлен шкаф:

- для помещений I и II категории цикл составляет шесть лет;
- для помещений III категории цикл составляет три года.

Продолжительность циклов технического обслуживания устройств РЗА решением главного инженера предприятия может быть увеличена или сокращена в зависимости от конкретных условий эксплуатации с момента ввода в работу, фактического состояния шкафа, а также квалификации обслуживающего персонала.

3.1.1 Профилактический контроль

Шкаф имеет встроенную систему диагностики и не требует периодического тестирования.

Особое внимание при проведении профилактического контроля следует уделить протяжке винтов на колодках терминала и на ряду зажимов шкафа.

При проведении профилактического контроля целесообразно проверить исправность дискретных входов терминала, а также замыкание выходных контактов шкафа. Перед выполнением проверки необходимо принять меры для исключения действия шкафа во внешние цепи.

Проверку исправности дискретных входов и выходов, выведенных на ряд зажимов шкафа, а также оперативных переключателей и кнопок на двери шкафа рекомендуется проводить с использованием дисплея терминала, руководствуясь указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.1.2 Профилактическое восстановление

При профилактическом восстановлении рекомендуется произвести следующие проверки:

- проверку состояния электрической изоляции шкафа;
- проверку уставок защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током и напряжением;
- проверку действия на центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с другими устройствами.

Персонал, обслуживающий шкаф, может самостоятельно произвести ремонт или замену внешних реле шкафа, переключателей, светосигнальной арматуры и т.д., а также заменить не-

исправный блок из комплекта запасных блоков. Обнаружение неисправности какого-либо из цифровых блоков производится встроенной системой самодиагностики и отображается на дисплее лицевой панели терминала.

ВНИМАНИЕ: В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ТЕРМИНАЛЕ НЕОБХОДИМО НЕМЕДЛЕННО ПОСТАВИТЬ В ИЗВЕСТНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЕ-ИЗГОТОВИТЕЛЬ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЛОКОВ ТЕРМИНАЛА МОЖЕТ ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛЬНО ПОДГОТОВЛЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Конструкция шкафа пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004), ГОСТ IEC 61439-1-2013, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.030-81, СТБ МЭК 60439-1-2007, РД 153-34.0-35.617-2001.

3.2.2 По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.3 При эксплуатации и испытаниях шкафа необходимо руководствоваться “Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации” и «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М-016-2001, РД153-34.0-03.150-00)».

3.2.4 Требования к персоналу и правила работ со шкафом, необходимые при обслуживании и эксплуатации шкафа, приведены в п. 2.2.2 настоящего РЭ.

3.2.5 При соблюдении требований эксплуатации и хранения шкаф не создает опасность для окружающей среды.

3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию шкафа

ВНИМАНИЕ: УСТРОЙСТВА МОГУТ СОДЕРЖАТЬ ЦЕПИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ОТКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ВВОДА РАБОЧЕГО ИЛИ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ, ПОЭТОМУ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И ПРОВЕРКЕ ЗАЩИТ ДАННОГО УСТРОЙСТВА НЕОБХОДИМО ВЫПОЛНИТЬ МЕРОПРИЯТИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, НЕ ВЫВЕДЕННОГО В РЕМОНТ (ОТКЛЮЧИТЬ АВТОМАТЫ ИЛИ КЛЮЧИ, ВЫВЕСТИ НАКЛАДКИ И Т.П.). РАБОТУ ПРОИЗВОДИТЬ ПРИ ВЫВЕДЕННОМ ПЕРВИЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ.

3.3.1 Проверку сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции терминала следует производить в соответствии с указаниями, приведенными в данном руководстве по эксплуатации.

3.4 Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе

3.4.1 При профилактическом восстановлении рекомендуется пользоваться методикой, приведенной в настоящем РЭ.

Полный перечень проверок в зависимости от вида технического обслуживания, а также периодичность, программы и объем проведения технического обслуживания шкафа приведены в руководстве по техническому обслуживанию ЭКРА.650323.013 Д8.

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

3.4.2 Проверка и настройка терминала производится в соответствии с руководством по эксплуатации «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.4.3 Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе, производится визуально. Проверка величин уставок и параметров может быть произведена как по месту, так и удаленно через систему АСУ.

4. Транспортирование и хранение

4.1 Условия транспортирования и хранения шкафов и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Условия транспортирования и хранения

Вид поставки	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Допустимый срок сохраняемости в упаковке поставщика, годы
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	климатических факторов – таких, как условия хранения по ГОСТ 15150-69		
Внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002)	Л	8 (ОЖЗ)	1 (Л)	1,5
Внутри страны в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002	Ж	8 (ОЖЗ)	2 (С)	1,5
Экспортные в районы с умеренным климатом	Л	8 (ОЖЗ)	1 (Л)	1,5
Экспортные в районы с тропическим климатом	Ж	9 (ОЖ1)	3 (ЖЗ)	1,5
Примечание – Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании – минус 40 °С, а при хранении – не ниже 5 °С.				

4.2 Если требуемые условия транспортирования и хранения и допустимые сроки сохраняемости отличаются от указанных в таблице 5, то НКУ поставляются для условий и сроков, устанавливаемых ГОСТ 23216 по согласованию между заказчиком и предприятием-изготовителем.

4.3 Перевозка НКУ в закрытом транспорте для поставок внутри страны и экспортных поставок производится по группе условий хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150 с механическим фактором Л по ГОСТ 23216.

4.4 Если комплектующая НКУ аппаратура имеет другие условия транспортирования и хранения, то условия транспортирования и хранения НКУ должны определяться, исходя из этих данных.

4.4.1 НКУ, негабаритные по условиям транспортирования, должны транспортироваться разделенными на транспортные секции; отдельные узлы НКУ, которые по массе и габаритным условиям не могут транспортироваться установленным на НКУ, должны транспортироваться отдельно.

4.5 Электрические аппараты и другие комплектующие изделия, которые не допускают транспортирования при установке их на НКУ, должны демонтироваться и транспортироваться в упаковке, соответствующей требованиям технических условий на конкретные комплектующие

изделия. Монтаж на месте установки НКУ демонтированных элементов производится потребителем (заказчиком).

4.6 Минимально допустимая температура транспортирования определяется комплектующей аппаратурой, установленной на НКУ.

4.7 Перевозка НКУ допускается любым видом транспорта, кроме воздушного.

4.8 Погрузка, крепление и перевозка НКУ в транспортных средствах осуществляется в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта, причем погрузка, крепление и перевозка НКУ железнодорожным транспортом должны производиться в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов», «Правилами перевозок грузов» и «Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом».

5. Способы утилизация

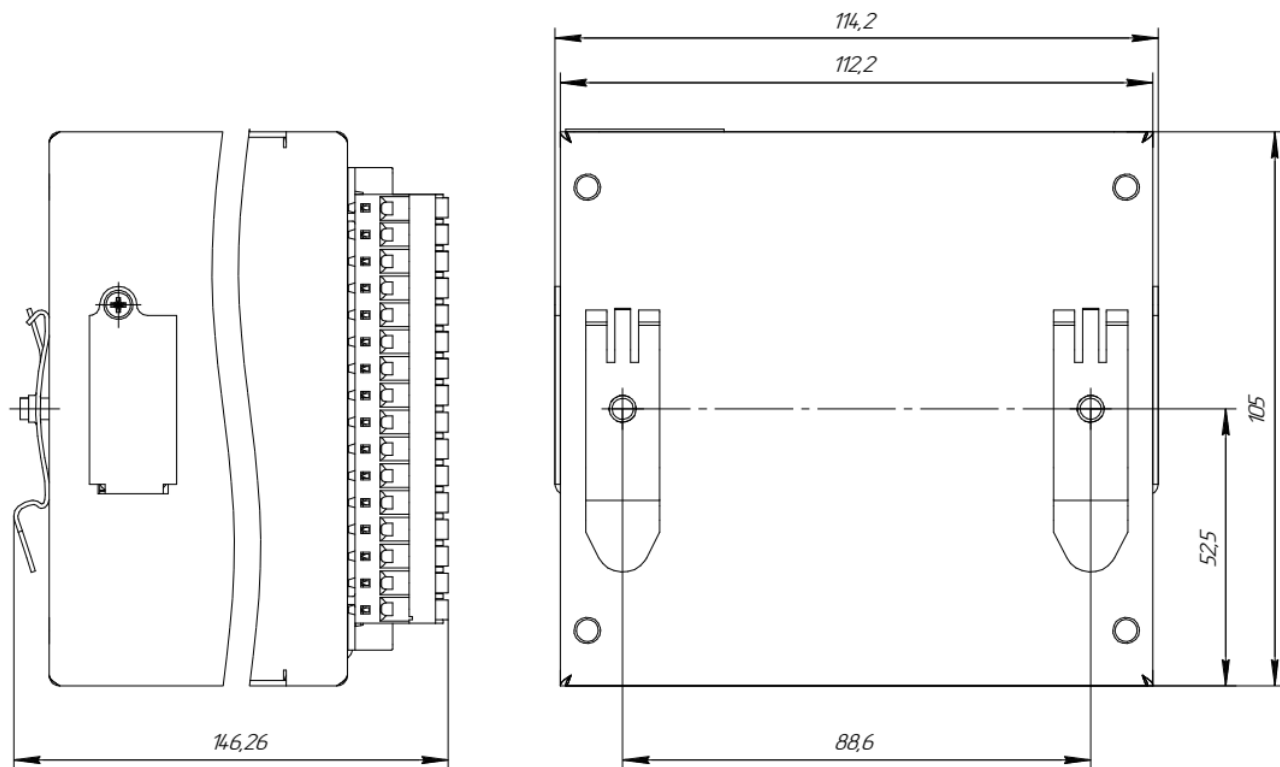
5.1 После окончания установленного срока службы изделие подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требуют специальных приспособлений и инструментов.

5.2 Основным методом утилизации является разборка изделия. При разборке целесообразно разделять материалы по группам. Из состава изделия утилизации подлежат черные и цветные металлы. Черные металлы при утилизации необходимо разделять на сталь конструкционную и электротехническую, а цветные металлы – на медные и алюминиевые сплавы. Сведения о содержании цветных металлов приведены в приложении Е.

Приложение А

(обязательное)

Установочно-габаритные размеры устройства ЦИФРА 1503



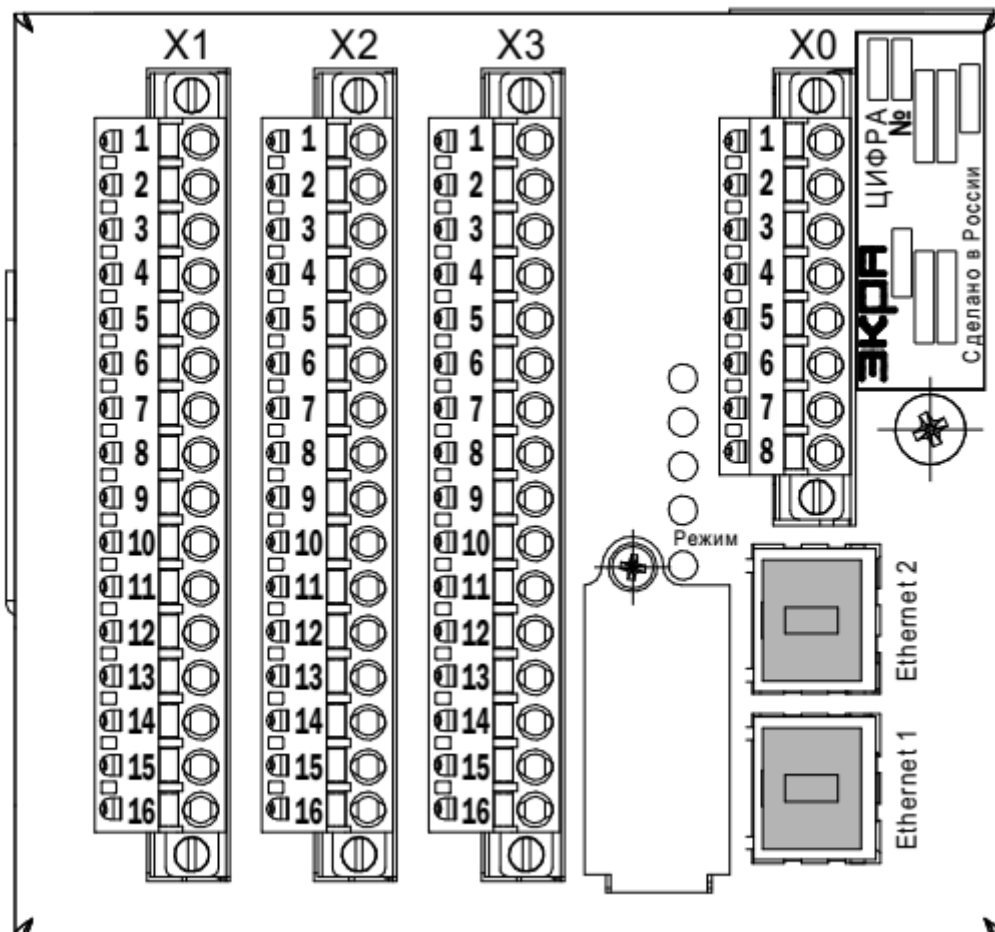
Масса устройства - 1,4 кг

Приложение Б

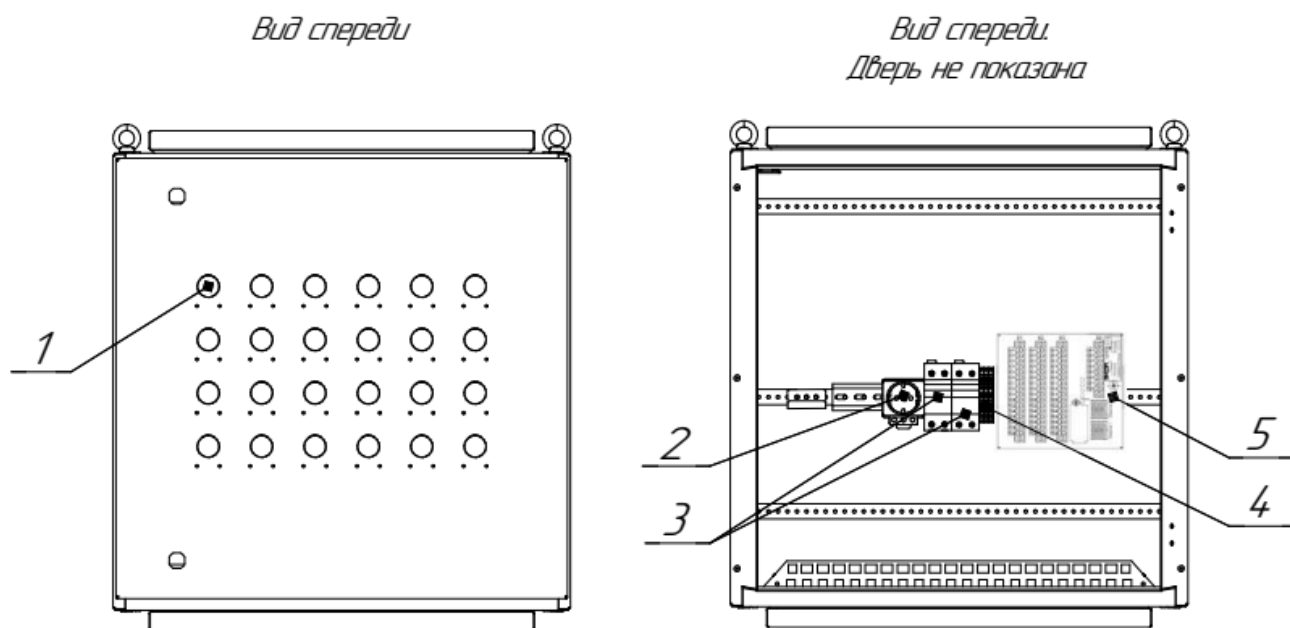
(обязательное)

Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала

ЦИФРА 1503



Приложение В
(справочное)
Общий вид шкафа

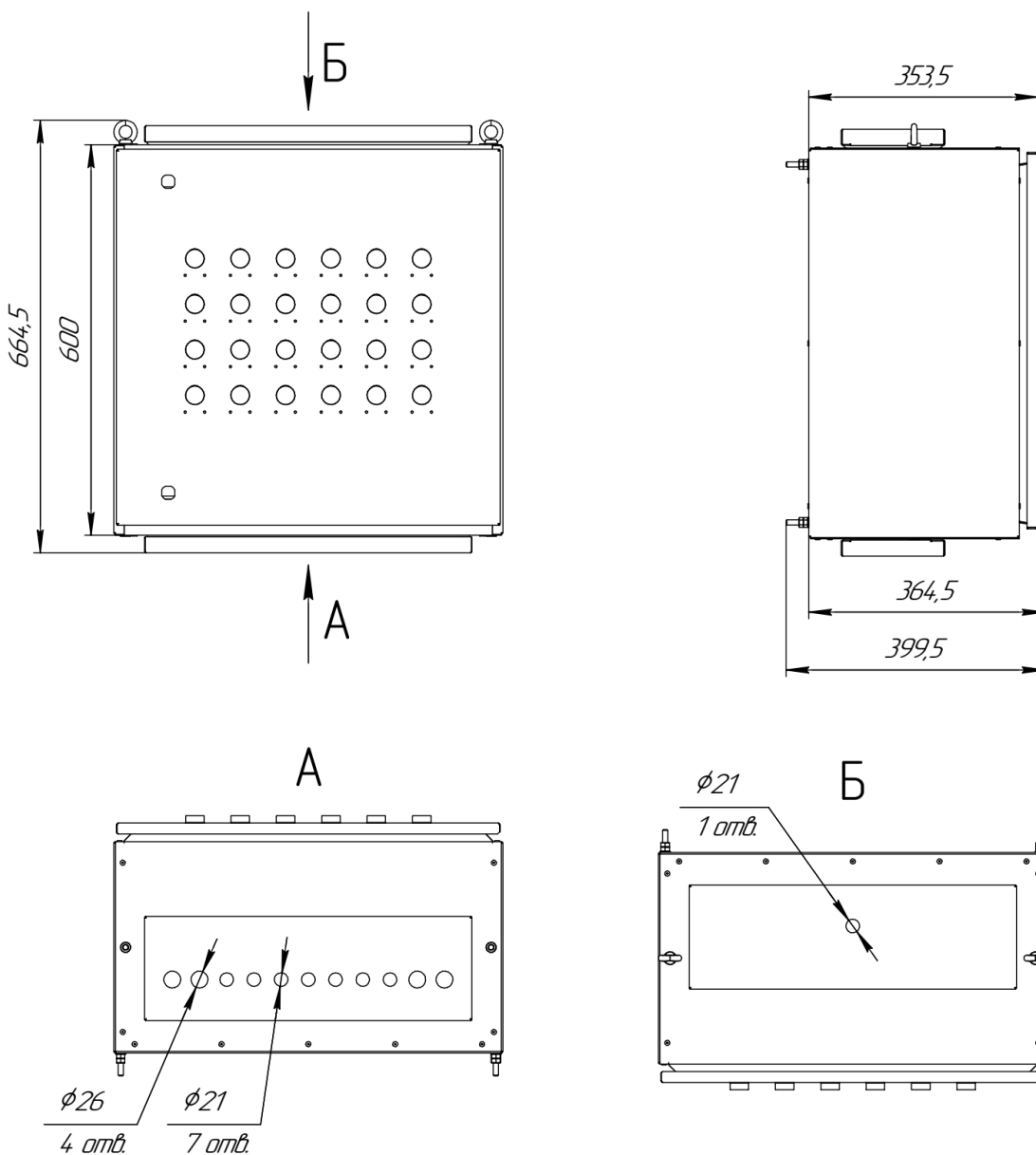


- 1 Лампы
- 2 Розетка
- 3 Выключатель автоматический
- 4 Клеммы подключения
- 5 Терминал ЦИФРА 1503

Рисунок А – Общий вид шкафа

**Приложение Г
(обязательное)**

Габаритные и установочные размеры шкафа



Размер для справок.

Масса шкафа не более 40 кг.

Отверстия для ввода кабеля диамет-
ром 21 и 26 мм

Приложение Д
(рекомендуемое)

**Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения
эксплуатационных проверок шкафа**

Таблица В.1

Наименование	Тип	Основные технические характеристики
Мультиметр цифровой	APPA-67	0,1 мВ-600 В; ПГ $\pm(0,7 \% + 2 \text{ ед.счета})$; (для =U) ПГ $\pm(1,7 \% + 5 \text{ ед.счета})$; (для ~U) 0,1 мкА-20 А; ПГ $\pm(1,2 \% + 2 \text{ ед.счета})$; (для =I); ПГ $\pm(1,7 \% + 4 \text{ ед.счета})$; (для ~I); 0,1 Ом-30 МОм; ПГ $\pm(0,8 \% + 2 \text{ ед.счета})$
Мегаомметр	Е6-24	10 кОм – 9,99 ГОм; ПГ $\pm 3 \% + 3 \text{ емр}$ $U_{\text{тест}} = 500, 1000, 2500 \text{ В}$
	Е6-24/1	10 кОм – 999 МОм; ПГ $\pm 3 \% + 3 \text{ емр}$ $U_{\text{тест}} = 100; 250; 500; 1000 \text{ В}$
Магазин сопротивлений	МСП-63	(0,1–111111,1) Ом; ПГ $\pm 0,05 \%$
Установка многофункциональная измерительная	OMICRON CMC 356	6х ~(0-32) А; ПГ $\pm 0,15 \%$; 4х ~(0-300) В; ПГ $\pm 0,08 \%$
Универсальная пробойная установка	TOS 5051 А	до 5 кВ; ПГ $\pm 3 \%$
Примечание – Допускается применение других средств измерений и оборудования, аналогичных по своим техническим и метрологическим характеристикам.		

Приложение Е
(справочное)
Ведомость цветных металлов

Таблица Г.1

Обозначение шкафа	Суммарная (расчётная) масса цветных металлов и их сплавов, содержащихся в изделии и подлежащей сдаче в виде лома, кг	
	Наименование металла, сплав. Классификация по видам ГОСТ Р 54564-2011	
	МЗ	М12
	Возможность демонтажа деталей и узлов при списании изделия	
	Полностью	Частично
ШНЭ 2519-00Е4 УХЛ3.1	0,280	6,154

Перечень принятых сокращений и обозначений

В настоящем РЭ приняты следующие сокращения:

АРМ	автоматизированное рабочее место
ИО	измерительный орган
КЗ	короткое замыкание
НКУ	низковольтное комплектное устройство
ОЗЗ	однофазное замыкание на землю
ОПФ	определение поврежденного фидера
ПК	прикладной компьютер
ПО	программное обеспечение
РЗА	релейная защита и автоматизация

