



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

**ТЕРМИНАЛ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ, УПРАВЛЕНИЯ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ И СИГНАЛИЗАЦИИ КАБЕЛЬНОЙ ИЛИ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ
ЭКРА 217(А) 0303**

Руководство по эксплуатации
ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

EAC

Инв. № подл. 015/Э7	Подп. и дата Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
------------------------	------------------------------------	--------------	--------------	------------

Перв. примен.
Справ. №

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 ТЕРМИНАЛ НЕ ВКЛЮЧАТЬ!

Код (пароль), вводимый при операциях

Операция	Пароль по умолчанию
Вход в режим изменения параметров	
Запись уставок	0100
Вход в режим работы «Тест»	

В целях обеспечения информационной безопасности перед началом эксплуатации терминала рекомендуется сменить пароль, установленный по умолчанию. В случае утери пароля необходимо обратиться к предприятию-изготовителю.

Внимание! При записи уставок все элементы, работающие с последовательностью чисел (выдержки времени, счетчики, измерительные органы с зависимыми характеристиками и т.д.) переводятся в начальное состояние.

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

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.
				Дата
	Разраб.	Петрова		
	Пров.	Воробьев		
	Н. контр.	Захарова		
	Утв.	Пашковский		

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Терминал дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии
ЭКРА 217(А) 0303
Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
О ₁	2	120
ООО НПП «ЭКРА»		

Содержание

1	Описание и работа	6
1.1	Назначение	6
1.2	Технические данные и характеристики	6
1.3	Параметрирование аналоговых входов	12
1.4	Требования к трансформаторам тока	16
1.5	Характеристики защит и функций.....	18
1.6	Состав терминала и конструктивное выполнение	89
1.7	Средства измерений, инструмент и принадлежности	90
1.8	Маркировка и пломбирование	90
1.9	Упаковка	90
2	Использование по назначению.....	91
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	91
2.2	Подготовка терминала к использованию	91
2.3	Работа с терминалом	91
2.4	Возможные неисправности и методы их устранения	92
3	Техническое обслуживание терминала	93
3.1	Общие указания.....	93
3.2	Меры безопасности	93
3.3	Рекомендации по техническому обслуживанию терминала	93
3.4	Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе	93
4	Транспортирование и хранение	95
4.1	Требования к условиям хранения, транспортирования	95
4.2	Способ утилизации.....	95
	Приложение А (обязательное) Карта заказа ЭКРА 217(А) 0303 (терминал дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии).....	96
	Приложение Б (справочное) Характеристические кривые зависимых выдержек времени.....	99
	Приложение В (справочное) Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала ЭКРА 217(А).....	115
	Перечень принятых сокращений и обозначений.....	116
	Список литературы	119

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017			Подп. дата	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.					
Инв. № подл.	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист 3

Настоящим руководством по эксплуатации (далее – РЭ) следует руководствоваться при изучении, монтаже и эксплуатации цифровых микропроцессорных устройств дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии ЭКРА 217(А) 0303 (далее - терминалы) совместно со следующими схемами:

- схема электрическая подключения ЭКРА.656122.036/217 0303 Э5;
- схема электрическая функциональная ЭКРА.656122.036/217 0303 Э2;
- бланк уставок ЭКРА.656122.036/217 0303 Д4.

РЭ содержит текстовую часть и поясняющие рисунки. Описание технических характеристик, состав и конструктивное исполнение устройства и работа с ним приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» (далее – руководство ЭКРА.650321.001 РЭ).

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-026-20572135-2010 «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» и ТУ 3433-026.01-20572135-2012 «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200 для атомных станций».

Внимание!	До включения терминала в работу необходимо ознакомиться с настоящим руководством и руководством ЭКРА.650321.001 РЭ. В случае наличия дополнительных требований необходимо ознакомиться с функциональной схемой терминала (отличной от типовой).
------------------	---

Дополнительно необходимо ознакомиться со следующей документацией, см. таблицу 1.

Таблица 1 - Общая эксплуатационная документация

Обозначение документа	Наименование документа	Вид представления
ЭКРА.00005-02 90 01	«Программа RECIViewer для просмотра и анализа осциллограмм (комплекс программ EKRASMS-SP)» Руководство оператора	диск, сайт*
ЭКРА.00006-07 34 01	«Программа АРМ-релейщика (комплекс программ EKRASMS-SP)» Руководство оператора	диск, сайт*
ЭКРА.00007-07 34 01	«Программа Сервер связи (комплекс программ EKRASMS-SP)» Руководство оператора	диск, сайт*
ЭКРА.00019-01 34 01	«Комплекс программ EKRASMS-SP Быстрый старт» Руководство оператора	бумага, диск, сайт*
ЭКРА.00039-01 34 01	«Работа с гибкой логикой (комплекс программ EKRASMS-SP)» Руководство оператора	диск, сайт*
ЭКРА.650321.001 РЭ	«Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» Руководство по эксплуатации	диск, сайт*
ЭКРА.650321.036 И	«Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200, шкафы типов ШЭ111Х(А) и серии ШЭЭ 200» Инструкция по замене составных частей	диск, сайт*
ЭКРА.650320.001 И1	«Терминалы серии ЭКРА 200, шкафы типов ШЭ111Х(А) и серии ШЭЭ 200» Инструкция по устранению неисправностей	диск, сайт*

* Сайт предприятия www.ekra.ru.

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 31.05.2017

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Необходимые параметры и надежность работы терминала в течение срока службы обеспечиваются не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, поэтому выполнение всех требований настоящего руководства является обязательным.

В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию изделия, в его аппаратную и программную части могут быть внесены незначительные изменения, не ухудшающие параметры и качество, не отраженные в настоящем издании.

Примеры и схемы, содержащиеся в данном руководстве, приведены только для описания концепции реализации функций и защит. Все технические решения, связанные с использованием данного оборудования должны быть учтены в проекте и согласованы с эксплуатирующей организацией.

Инв. № подл.	015/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Терминал ЭКРА 217(А) 0303 – унифицированное микропроцессорное устройство, применяемое в качестве комплексной системы дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии.

1.1.2 Терминалы предназначены для применения на электрических станциях и подстанциях, в том числе на атомных станциях. Терминал может быть установлен в комплектных распределительных устройствах, шкафах или на панелях и выполняет типовой набор защитных, контрольных и управляющих функций (см. 1.2.31), набор функций может быть изменен по индивидуальному проекту.

1.1.3 Функциональное назначение, конструктивное исполнение и состав функций терминала отражается в структуре его условного обозначения, приведенной в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.1.4 Терминалы выполняются по индивидуальной карте заказа (см. приложение А).

1.1.5 Условия работы терминала описаны в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2 Технические данные и характеристики

1.2.1 Терминалы соответствуют требованиям нормативных документов, приведенных в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.2 Соответствующие значения класса безопасности терминалов и их классификационное обозначение приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ. При размещении заказа на производство, требуемый класс безопасности указывается в карте заказа (см. приложение А).

1.2.3 Изготовление и поставка терминалов, предназначенных для использования в системах нормальной эксплуатации важных для безопасности, проводится с соблюдением требований, приведенных в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.4 Информация о верификации* и валидации** терминалов приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.5 Изготовитель оборудования, изделий и систем, важных для безопасности атомных станций, разрабатывает, утверждает и выполняет требования, приведенные в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.6 Основные номинальные параметры терминала указаны в таблице 2.

* Верификация – подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены.

** Валидация – подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Таблица 2 – Основные номинальные параметры терминала

Наименование параметра	Значение
Номинальный переменный ток аналоговых входов - $I_{НОМ}$, А*: - для фазных величин; - для нулевой последовательности (для ЗОЗЗ-1); - для нулевой последовательности (для ЗОЗЗ-2)	5 или 1 0,6 или 0,2 0,15 или 0,05
Рабочий диапазон входных цепей переменных токов, А: - фазных величин; - нулевой последовательности для реализации ЗОЗЗ-1; - нулевой последовательности для реализации ЗОЗЗ-2	$(0,05 - 40,0) I_{НОМ}$ $(0,005 - 2,5) I_{НОМ}$ $(0,05 - 40,0) I_{НОМ}$
Термическая стойкость входных цепей переменного тока, А: - для фазных величин: при длительном воздействии; при токовом воздействии в течение 1,0 с; - для нулевой последовательности: при длительном воздействии; при токовом воздействии в течение 10 с	3,0 $I_{НОМ}$ 100,0 $I_{НОМ}$ 10,0 $I_{НОМ}$ 30
Номинальное напряжение постоянного (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 3Uo в течение 1 мин	300 500
Номинальная частота аналоговых сигналов переменного тока $f_{НОМ}$, Гц	50
Номинальное оперативное напряжение постоянного тока - $U_{ПИТ.НОМ}$, В**	220 или 110
Номинальное оперативное напряжение переменного тока - $U_{ПИТ.НОМ}$, В**	220
Количество аналоговых входов: - для подключения к вторичным цепям ТТ; - для подключения к вторичным цепям ТТНП; - для подключения к дополнительной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда»; - для подключения к дополнительной обмотке ТН, собранной по схеме «разомкнутый треугольник» ; - резерв (не задействованные в типовой версии): тока; напряжения	3 2*** 6 1 0 0
Количество дискретных входов	24
Количество дискретных выходов	24
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69**	УХЛЗ.1; расширенный УХЛЗ.1 (до -40 °С, без дисплея); О4
Электрические интерфейсы, поддерживаемые терминалом**	RS485 Ethernet

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Значение
Протоколы обмена, поддерживаемые терминалом**	Modbus RTU Modbus TCP МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 МЭК 61850-8-1 (MMS+GOOSE)
Программная поддержка синхронизации времени внутренних часов терминала	SNTP, IRIG-B
Аппаратная поддержка синхронизации времени внутренних часов терминала	1PPS, IRIG-B
Средняя основная погрешность срабатывания всех выдержек времени на любой уставке, кроме защит с зависимой время-токовой характеристикой, не более $\pm 2\%$ от значения уставки или ± 20 мс в зависимости от того, какая из величин больше.****	
<p>* Номинальный ток аналогового входа задается программно на заводе изготовителе, при эксплуатации данный параметр может быть изменен.</p> <p>** При размещении заказа на производство, требуемое значение указывается в карте заказа (см. приложение А).</p> <p>*** Чувствительный и стандартный аналоговые входа, с возможностью выбора варианта подключения.</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>	

1.2.7 Информация о собственном пусковом токе блока питания терминала приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.8 Перечень входных и выходных цепей терминала приведен в функциональной схеме.

1.2.9 Характеристики необходимые для расчета уставок приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики необходимые для расчета уставок

Характеристика	Значение
Степень селективности	0,3 с
Коэффициент надежности	1,1 - 1,2

1.2.10 Информация о работе терминалов при изменении номинальной частоты аналоговых сигналов приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.11 В терминалах предусмотрена возможность связи с внешними цифровыми устройствами (в том числе АСУ ТП) по независимым, гальванически развязанным каналам (см. таблицу 2).

1.2.12 Информация о реализации и настройке синхронизации времени внутренних часов терминала приводится в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.13 Терминал имеет встроенную, заданную изготовителем логическую часть, которая может быть как «жесткой», так и свободно программируемой.

1.2.14 Информация о верификации и валидации программного обеспечения терминала приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.2.15 Максимально допустимая мощность, потребляемая по каждому аналоговому входу и цепи оперативного питания при номинальном токе и напряжении, указана в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ. Точные значения потребляемой мощности указаны в протоколе ПСИ для каждого конкретного терминала.

1.2.16 Для защиты цепей питания терминала следует применять автоматические выключатели. При выборе автоматического выключателя необходимо провести проверку чувствительности при КЗ в защищаемой цепи оперативного тока.

1.2.17 Группа исполнения терминала в части воздействия механических факторов окружающей среды указана в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.18 Информация о сейсмостойкости и климатическому исполнению приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.19 Размеры и масса терминала

1.2.19.1 Конструктив, общий вид, масса, габаритные и установочные размеры терминала, а так же виды комплектов деталей и приспособлений для монтажа терминала приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.20 Расположение элементов на лицевой панели терминала приведено в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.21 Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели приведено в приложении В.

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

1.2.23 Требования по электромагнитной совместимости соответствуют приведенным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.24 Характеристики цепей оперативного питания приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

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

1.2.26 Требования к программному обеспечению соответствуют приведенным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.27 Показатели надежности приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.28 Все изготовленные терминалы проходят проверку и настройку в соответствии с технологической инструкцией предприятия изготовителя. Результаты проверки оформляются в виде протокола приемо-сдаточных испытаний для каждого терминала.

1.2.29 Гарантии изготовителя указываются в паспорте или в этикетке для каждого терминала.

1.2.30 Другие общие сведения о терминале приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.31 Терминал ЭКРА 217(А) 0303 выполняет следующие функции:

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Петрова 31.05.2017				
015/ЭТ	Подп. дата				9
1	Инв. № дубл.				ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ
Зам.	Взам. инв. №				31.05.17
Изм	Подп. и дата				Лист
	Петрова 31.05.2017				
Инв. № подл.					Лист
015/ЭТ					9
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

а) в части защит:

- трехступенчатая дистанционная защита (ДЗ);
- блокировка от качаний (БК);
- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ);
- комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка);
- контроль исправности вторичных цепей ТН (КИН);
- контроль исправности вторичных цепей ТТ (КИТ);
- защита от несимметричного режима (ЗНР);
- защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1);
- защита от двойных однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2);
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- защита от минимального напряжения (ЗМН);
- контроль наличия (отсутствия) напряжения на шинах;
- контроль синхронизма (КС);
- устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ);
- защита от дуговых замыканий (ЗДЗ);
- два дополнительных трехфазных реле тока;

б) в части автоматики управления:

- автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ);
- однократное и двукратное трехфазное автоматическое повторное включение (АПВ);
- автоматика управления выключателем (АУВ);
- определение места повреждения при междуфазных КЗ;

в) в части измерения, осциллографирования, регистрации:

- измерение действующего значения напряжения по каждой фазе и линейные;
- измерение действующего значения тока в каждой фазе;
- измерение частоты сети;
- измерение активной мощности пофазно и суммарной;
- измерение реактивной мощности пофазно и суммарной;
- измерение полной мощности пофазно и суммарной;
- измерение коэффициента активной мощности пофазно и суммарного;
- индикация текущих величин;
- осциллографирование аварийных процессов в соответствии с требованиями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ;
- передача осциллограмм и событий с меткой времени по цифровым каналам связи;
- регистрация событий в нормальном и аварийном режимах;
- встроенные часы-календарь;

Инв. № подл.	015/ЭТ	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Петрова 31.05.2017	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

– синхронизация по времени (программная и программно-аппаратная, см. руководство ЭКРА.650321.001 РЭ);

г) в части связи с АСУ ТП:

– порты для связи с АСУ ТП (2 порта RS485, 2 порта Ethernet);
 – чтение/запись всех параметров нормального и аварийных режимов;
 – программное обеспечение для конфигурирования и задания уставок устройства (комплекс программ EKRASMS-SP);

д) дополнительные возможности:

– непрерывно функционирующая система самодиагностики;
 – исключение несанкционированного изменения конфигурации терминала (в частности матрицы отключений) посредством системы паролей;
 – прием заданного количества аналоговых сигналов;
 – прием заданного количества дискретных сигналов;
 – возможность конфигурирования дискретных сигналов с учетом проекта (с помощью матрицы дискретных входов);
 – формирование выдержек времени действия функций защиты или автоматики на выходные цепи;
 – управление заданным количеством выходных реле терминала (отключающих и сигнальных);
 – местная сигнализация, осуществляемая при помощи светодиодных индикаторов и жидкокристаллического дисплея;
 – выдача заданного количества выходных аналоговых сигналов;
 – сигнализация о неисправностях;
 – сигнализация (с «запоминанием») срабатывания защитных функций, приемных и выходных цепей на светодиодных индикаторах, сохраняемая при пропадании (исчезновении, посадке) напряжения питания оперативного тока и восстанавливаемая при появлении напряжения питания;
 – связь с внешними устройствами через цифровой интерфейс.

Подробное описание дополнительных возможностей приведено в ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.32 Воздействие любой функции защиты или автоматики на любую выходную цепь осуществляется через программную «матрицу» с возможностью ее изменения путем ввода информации через встроенную клавиатуру или с помощью комплекса обслуживающих программ.

1.2.33 Управление, настройка и контроль функций защит и автоматики терминала осуществляются с помощью кнопочной клавиатуры или (и) по последовательному порту связи.

1.2.34 Терминал имеет на лицевой панели светодиодную сигнализацию, отображающую информацию о срабатывании и текущем состоянии терминала. Предусмотрена возможность назначения указанных светодиодов при помощи уставок «матрицы индикации».

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

1.2.35 Информация о регистраторе аварийных событий приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.36 Информация о самодиагностике терминала приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.37 Уставки срабатывания измерительных органов (ИО) и пусковых органов (ПО), конфигурация терминала и осциллограммы сохраняются при снятии напряжения питания на неограниченное время.

1.2.38 Электрические параметры сети переменного тока, измеряемые терминалом, соответствуют требованиям, указанным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.39 Сведения о сырье, материалах, покупных изделиях представлены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.40 Взаимосвязь между блоками, входящими в состав устройства ЭКРА 217(А) 0303, показана в функциональной схеме (ФС). Связь с внешними устройствами показана в схеме подключения терминала. Сведения содержащиеся в данном РЭ могут отличаться от сведений в ФС на конкретное устройство, по причине возможного наличия дополнительных требований, связанных с особенностью конкретного проекта (данные требования указываются в картах заказа).

1.2.41 Основные логические элементы, применяемые для конфигурирования терминала, их принцип действия и назначение приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.42 Комплектность эксплуатационной документации соответствует требованиям, представленным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ. Комплектность эксплуатационной документации конкретной поставки отображается в ведомости эксплуатационных документов (ВЭ).

Внимание!	Для повышения помехоустойчивости и исключения ложных срабатываний (в соответствии с 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 доступно через дисплей терминала или комплекс программ EKRASMS-SP (см. соответствующие руководства ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01).

1.3 Параметрирование аналоговых входов

1.3.1 Для правильного срабатывания защит необходимо корректно задать параметры аналоговых входов. В алгоритмах защит уставки срабатывания могут задаваться относительно базовой величины (базового тока – « $I_{баз}$ » или базового напряжения – « $U_{баз}$ »).

Базовый ток определяется как номинальный ток защищаемого объекта, приведенный к вторичному току ТТ.

Базовое напряжение определяется как номинальное напряжение защищаемого объекта, приведенное к стороне низкого напряжения измерительного ТН.

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист 12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Задание базовых токов и напряжений, а так же коэффициента трансформации векторов доступно через дисплей терминала или комплекс программ EKRASMS-SP (см. соответствующее руководства ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01) в пункте «Уставки -> «Уставки векторов».

1.3.2 Пример задания параметров аналоговых входов тока

Исходные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные

Параметр	Значение
Тип защищаемого объекта	кабельная или воздушная линия
Номинальное линейное напряжение на вводах первичной обмотки – $U_{ном.лин.перв.}$, кВ	6
Схема и группа соединения обмоток ТТ	Y-0
Номинальные параметры ТТ, $I_{ном.ТТперв.} A / I_{ном.ТТвтор.} A$	150/5
Номинальный коэффициент трансформации ТТНП – $k_{ТТНП}$	30/1

1.3.2.1 Расчет и задание параметров аналоговых входов IY:

Номинальный коэффициент трансформации ТТ [1] рассчитывается по формуле

$$k_{ТТ} = \frac{I_{ном.ТТперв.}}{I_{ном.ТТвтор.}} = \frac{150}{5} = 30. \quad (1)$$

В терминал необходимо ввести следующие параметры, задающие базовый ток. Для группы трехфазной токовой цепи (IY): номинальный (базисный) ток – 5 А; коэффициент трансформации – 30 (см. рисунок 1).

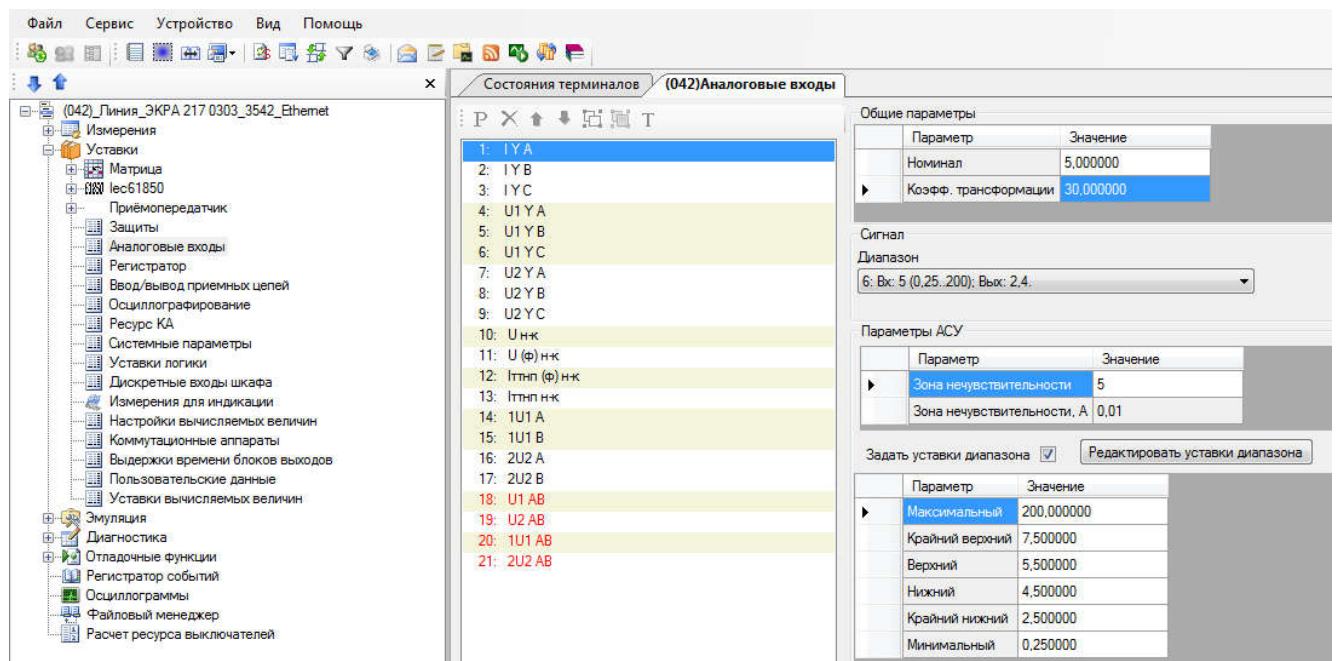


Рисунок 1 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной токовой цепи (IY)

Инв. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

13

1.3.2.2 Расчет и задание параметров аналоговых входов ТТнп н-к*

Аналоговый вход используется для реализации функции контроля исправности вторичных токовых цепей ТТ ((КИТ, см. 1.5.11) и защиты от двойных однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2, см. 1.5.9).

В терминал необходимо ввести следующие параметры: для входа Ттнп н-к: номинал – 5 А; фактический коэффициент трансформации (у ТТНП) – 30.

1.3.2.3 Расчет и задание параметров аналогового входа Ттнп (ф) н-к:

Аналоговый вход используется для реализации защиты от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1, см. 1.5.8).

Номинальный ток входа принимается равным выбранному номиналу аналогового входа тока нулевой последовательности терминала (0,6 А или 0,2 А).

Для входа Ттнп1 (ф) н-к в терминал необходимо ввести следующие параметры: номинал 0,6 А (либо 0,2 А); фактический коэффициент трансформации (у ТТНП) – 30.

1.3.3 Пример задания параметров аналоговых входов напряжения

1.3.3.1 Пример 1 – для измерительных ТН с номинальным напряжением дополнительной вторичной обмотки ($U_{доп.}$), равным 100/3 В.

Исходные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные [2]

Параметр	Значение
Тип ТН	НАЛИ-СЭЩ-6-1 У(Т)2
Схема соединения обмоток	Yв/Yн/Δ
Номинальное напряжение (фазное) первичной обмотки $U_{ном. перв.}$, В	$6000/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение (фазное) основной вторичной обмотки $U_{ном. втор. осн.}$, В	$100/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки $U_{доп.}$, В	100/3

Расчет и задание параметров

Коэффициент трансформации основной обмотки ТН рассчитывается по формуле

$$k_{ТНосн} = \frac{U_{ном. фаз. перв.}}{U_{ном. фаз. втор. осн.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}} = 60. \quad (2)$$

ТН НАЛИ-СЭЩ-6-1 У(Т)2 состоит из четырех трансформаторов, один из которых ТНП, а остальные в виде трехфазной группы из трех однофазных измерительных трансформаторов НОЛ-СЭЩ-6-2, установленных основаниями в ряд. Каждый ТН, входящий в состав трехфазной группы имеет по две вторичных обмотки, одна из которых соединяется в звезду и предназначена для питания измерительных приборов и цепей защитных устройств, а вторая – дополнительная обмотка, соединяется в «разомкнутый треугольник» и служит для питания

* «н-к» - наименование аналоговой цепи, обозначающее «начало» и «конец» измерительного трансформатора тока или напряжения.

Инд. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

цепей защитных устройств и контроля изоляции сети. Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки ($U_{\text{доп}}$) $100 / 3 = 33,3$ В [2].

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{\text{ТНдоп}} = \frac{U_{\text{ном.фаз.перв}}}{U_{\text{ном.фаз.доп}}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / 3} = 103,9. \quad (3)$$

В терминал при его подключении на фазное напряжение каждой их фаз, необходимо ввести следующие параметры, задающие базовое напряжение.

Для группы трехфазной цепи напряжения (UY): номинал цепи – $100/\sqrt{3}=57,74$ В; коэффициент трансформации – 60 (см. рисунок 2). Для цепи напряжения нулевой последовательности ($U_{\text{Н-к}}$ и $U_{(\text{ф})\text{Н-к}}$): номинал цепи $100/3=33,33$ В; коэффициент трансформации – 103,9.

1.3.3.2 Пример 2 – для измерительных ТН с номинальным напряжением дополнительной вторичной обмотки ($U_{\text{доп}}$), равным 100 В.

Исходные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные [3]

Параметр	Значение
Тип ТН	ЗНОЛ-6
Схема соединения обмоток	Yв/Yн/Δ
Номинальное напряжение (фазное) первичной обмотки $U_{\text{ном.перв}}$, В	$6000/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение (фазное) основной вторичной обмотки $U_{\text{ном.втор.осн}}$, В	$100/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки $U_{\text{доп}}$, В	100

Расчет и задание параметров.

Расчет величины номинальных напряжений выполняется аналогично примеру 1.

Коэффициент трансформации основной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{\text{ТНосн}} = \frac{U_{\text{ном.фаз.перв}}}{U_{\text{ном.фаз.втор.осн}}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}} = 60. \quad (4)$$

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{\text{ТНдоп}} = \frac{U_{\text{ном.фаз.перв}}}{U_{\text{ном.фаз.втор.доп}}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100} = 34,64. \quad (5)$$

В терминал вносятся следующие параметры, задающие базовое напряжение.

Для группы трехфазной цепи напряжения (UY): номинал цепи – $100/\sqrt{3}=57,74$ В; коэффициент трансформации – 60. Для цепи напряжения нулевой последовательности ($U_{\text{Н-к}}$ и $U_{(\text{ф})\text{Н-к}}$): номинал цепи – 100 В; коэффициент трансформации – 34,64.

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

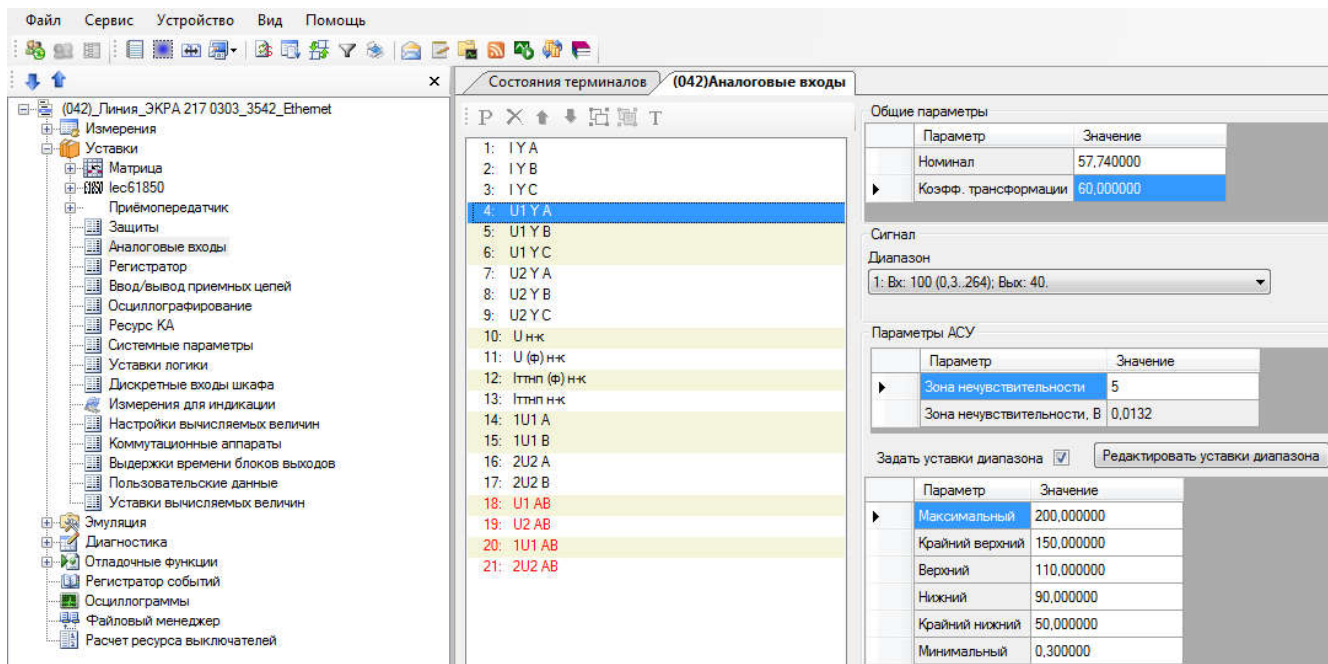


Рисунок 2 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной цепи напряжения (UY)

1.4 Требования к трансформаторам тока

Для надежной и правильной работы защит и функций, измерительные трансформаторы тока должны быть подобраны для конкретного объекта индивидуально.

Расчетная проверка пригодности трансформаторов тока для релейной защиты включает в себя следующие оценочные критерии:

- соответствие ТТ общим требованиям своего функционального назначения для ряда видов защиты (дифференциальные, токовые защиты, защиты от замыкания на землю и т.п.);
- соответствие ТТ по допустимой нагрузке на вторичную обмотку (т.е. внешней нагрузке на вторичную обмотку из сопротивлений проводов и кабелей, реле, приборов и переходных сопротивлений в контактных соединениях);
- выбор расчетного вида повреждения и определение расчетного первичного тока (т.е. такого расчетного тока при котором имеет место наибольшая погрешность ТТ);
- проверка ТТ на десятипроцентную погрешность (для проверки необходимо определить нагрузку на вторичную обмотку ТТ и расчетный первичный ток).

1.4.1 Общие рекомендации по выбору фазных ТТ

1.4.1.1 Допускаемая токовая погрешность для ТТ должна соответствовать классу 5Р, 10Р по ГОСТ 7746 - 2015.

1.4.1.2 Все ТТ, используемые для релейной защиты, должны обеспечивать:

- точную работу ИО защиты в конкретных расчетных условиях, для чего полная погрешность ТТ не должна превышать 10 % от $I_{1\text{расч}}$;
- надежную (без вибраций) работу ИО защиты при максимальном токе КЗ $I_{1к..макс}$, когда могут быть повышенные погрешности ТТ искажения формы кривой вторичного тока;

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

– отсутствие опасных перенапряжений во вторичных цепях ТТ при максимальном токе КЗ $I_{1к.макс}$. [4].

1.4.1.3 При выборе ТТ необходимо руководствоваться рекомендациям завода производителя ТТ.

1.4.2 Общие рекомендации по выбору и применению трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП)

1.4.2.1 Для реализации на объекте комплексной микропроцессорной защиты отходящих фидеров, рекомендовано применение кабельных ТТНП с неразъемным магнитопроводом (типа ТЗЛМ, ТЗЛ, ТЗЛЭ) с принятием мер к снижению сопротивления нагрузки во вторичных токовых цепях ТТНП до (0,04 - 0,06) Ом, что достигается установкой терминала защиты фидера в ячейку КРУ.

1.4.2.2 В сетях с емкостным током замыкания на землю менее 5 А для выполнения чувствительной защиты от замыкания на землю большое значение имеет конструктивное исполнение магнитопровода ТТНП. С точки зрения желаемого ограничения ЭДС и токов небаланса у ТТНП, целесообразным является применение ТТНП именно с тороидальной формой магнитопровода с равномерной намоткой вторичной обмотки по поверхности магнитопровода, а с не квадратной формой или прямоугольной.

1.4.2.3 Цепи тока нулевой последовательности могут быть подключены и к кабельному ТТНП с разрезным магнитопроводом, например, типа ТРЗЛ, выпускаемого серийно общепромышленным способом. Однако, следует иметь в виду, что у такого ТТНП даже при тщательной шлифовке и сжатии 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 и является причиной значительного увеличения ЭДС и тока небаланса у ТТНП такого типа. Поэтому по своим магнитным свойствам ТТНП с разрезным магнитопроводом приближается к магнитопроводу со сплошным немагнитным зазором. В схеме замещения такого ТТНП, ветвь намагничивания стали шунтируется дополнительной ветвью, соответствующей зазору, что и приводит к уменьшению результирующего сопротивления ветви намагничивания.

1.4.2.4 С целью снижения величины тока небаланса ($I_{нб}$) у кабельных ТТНП предпочтение рекомендуется отдавать конструкциям ТТНП с неразъемным тороидальным магнитопроводом и равномерной намоткой вторичной обмотки на магнитопровод ТТНП с размещением трехфазного кабеля (либо конструкции из пучка сближенных между собой трех однофазных кабелей) примерно по центру окна ТТНП и его закрепления с помощью конструктивных элементов, внешних по отношению к ТТНП. Для объектов с особо сложными условиями выполнения защиты от замыкания на землю (где ожидаемая величина емкостного тока замыкания на землю $I_{сз}$ не превышает от 1 до 2 А), наилучшим вариантом является проведение замера непосредственно на объекте тока небаланса у кабельного ТТНП при

Инв. № подл.	015/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017				17
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

номинальном рабочем токе защищаемого фидера. Отстройка уставки срабатывания защиты ($I_{ср.заш}$) от тока небаланса ($I_{нб}$) и проверка обеспечения требуемой чувствительности защиты при замыкании на защищаемом фидере. В случае, если чувствительность защиты не обеспечивается, необходимо применение специальных мер по уменьшению тока небаланса у кабельного ТТНП. К таким специальным мерам относится бандажирование пучка из однофазных кабелей и экранирование участка сбандажированных кабелей внутри окна ТТНП (путем помещения внутрь окна ТТНП цилиндра из ферромагнитного материала с внешним диаметром, равным внутреннему диаметру окна трансформатора с размещением кабеля примерно по центру окна ТТНП (симметрирование конструкции)).

1.4.2.5 Микропроцессорный терминал подключается к вторичной обмотке ТТНП, тороидальный магнитопровод которого охватывает все три фазы защищаемой цепи (или пучок высоковольтных кабелей, проходящих сквозь его окно). В терминале для подключения цепей тока $3I_0$ предусмотрены несколько отдельных аналоговых входов ($I_{ТТНП1}$, и $I_{ТТНП2}$, см. схему подключения внешних цепей к терминалу).

1.4.2.6 Токовые цепи от ТТНП в зависимости от уровня емкостного тока замыкания на землю на секции шин и коэффициента трансформации ($k_{ТТНП}$) кабельного ТТНП на защищаемом фидере, могут быть подключены к одному из двух аналоговых входов терминала для обеспечения работы измерительного органа защиты в необходимом диапазоне измерений аналогового датчика. Типовым является подключение токовых цепей от ТТНП к разъему Х9:23-24 аналоговых входов терминала с номиналом 0,6 А. В случае, если $k_{ТТНП}$ находится в диапазоне от 100 до 160 и защите требуется обеспечить более высокую чувствительность, подключение токовых цепей защиты к терминалу рекомендуется выполнять к разъему Х9:21-22 на номинал 0,2 А. Обращаем внимание, что при использовании номинала 0,2 А в конфигурации терминала в разделе «Аналоговые входы» требуется выбрать необходимый диапазон работы (0,2 А) и соответствующий аналоговый вход.

1.5 Характеристики защит и функций

1.5.1 Дистанционная защита (ДЗ)

1.5.1.1 Дистанционная защита предназначена для селективного отключения токов КЗ в защищаемой линии электропередачи.

1.5.1.2 ДЗ имеет три ступени: ДЗ-1, ДЗ-2, ДЗ-3. Ступень представляет собой совокупность нескольких измерительных органов, объединенных общей логикой. Каждый измерительный орган (ИО) ДЗ имеет независимую уставку срабатывания и регулируемый коэффициент возврата.

Воздействия каждой из ступеней ДЗ могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений. Функциональные схемы ступеней ДЗ-1, ДЗ-2 и ДЗ-3 представлены на рисунках 3, 4, 5 соответственно.

Три ступени ДЗ от междуфазных КЗ содержат по три измерительных органа сопротивления, реагирующие на междуфазные КЗ и включенные на разности фазных токов

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

($I_A - I_B$, $I_B - I_C$, $I_C - I_A$) и соответствующие междуфазные напряжения (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}). Первая и вторая ступени ДЗ содержат по три ИО сопротивления, реагирующие на двойные КЗ на землю и включенные на фазные напряжения (U_{A0} , U_{B0} , U_{C0}) и соответствующие фазные токи (I_A , I_B , I_C), с учетом компенсации вычисляемого тока нулевой последовательности линии ($3I_0$) в соответствии с выражением для расчета сопротивления на входе ИО:

$$z_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{(I_{\phi} + k_1 \cdot 3 \cdot I_0)}, \quad (6)$$

где Φ – фаза А, В, С;

$$k_1 = \frac{(z_{0y\delta} - z_{1y\delta})}{3 \cdot z_{1y\delta}} - \text{коэффициент компенсации тока нулевой последовательности линии;}$$

$z_{0y\delta}$, $z_{1y\delta}$ – комплексные удельные сопротивления линии нулевой и прямой последовательностей, соответственно (Ом/км).

В случае обнаружения неисправности цепей напряжения все ступени дистанционных защит автоматически выводятся из действия.

Выдержка времени быстродействующей ступени ДЗ не должна превышать выдержку времени БК_БД (см. таблицу 15). Аналогично, выдержка времени медленнодействующей ступени ДЗ не должна превышать выдержку времени БК_МД.

Таблица 7 – Программные накладки ДЗ-1

Имя	Название	Состояние
Подхват_РС_мф_ДЗ-1	Ввод подхвата 1 ступени ДЗ	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Ввод_направ_ДЗ-1	Вывод направленности 1 ступени ДЗ	1 - направленная работа
		0 - ненаправленная работа
Пуск_ДЗ-1_от_БК	Пуск ДЗ-1 от блокировки качаний	1 - медленнодействующего
		0 - быстродействующего
Пуск ДЗ-1	Пуск ДЗ-1	1 - по I и U
		0 - по БК
Вывод_В0	Вывод ф.В0	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Таблица 8 – Выдержки времени ДЗ-1

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон, с
ДЗ-1_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ДЗ-1	0,1	0-10
ДЗ-1_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ДЗ-1	0,15	0-10

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

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

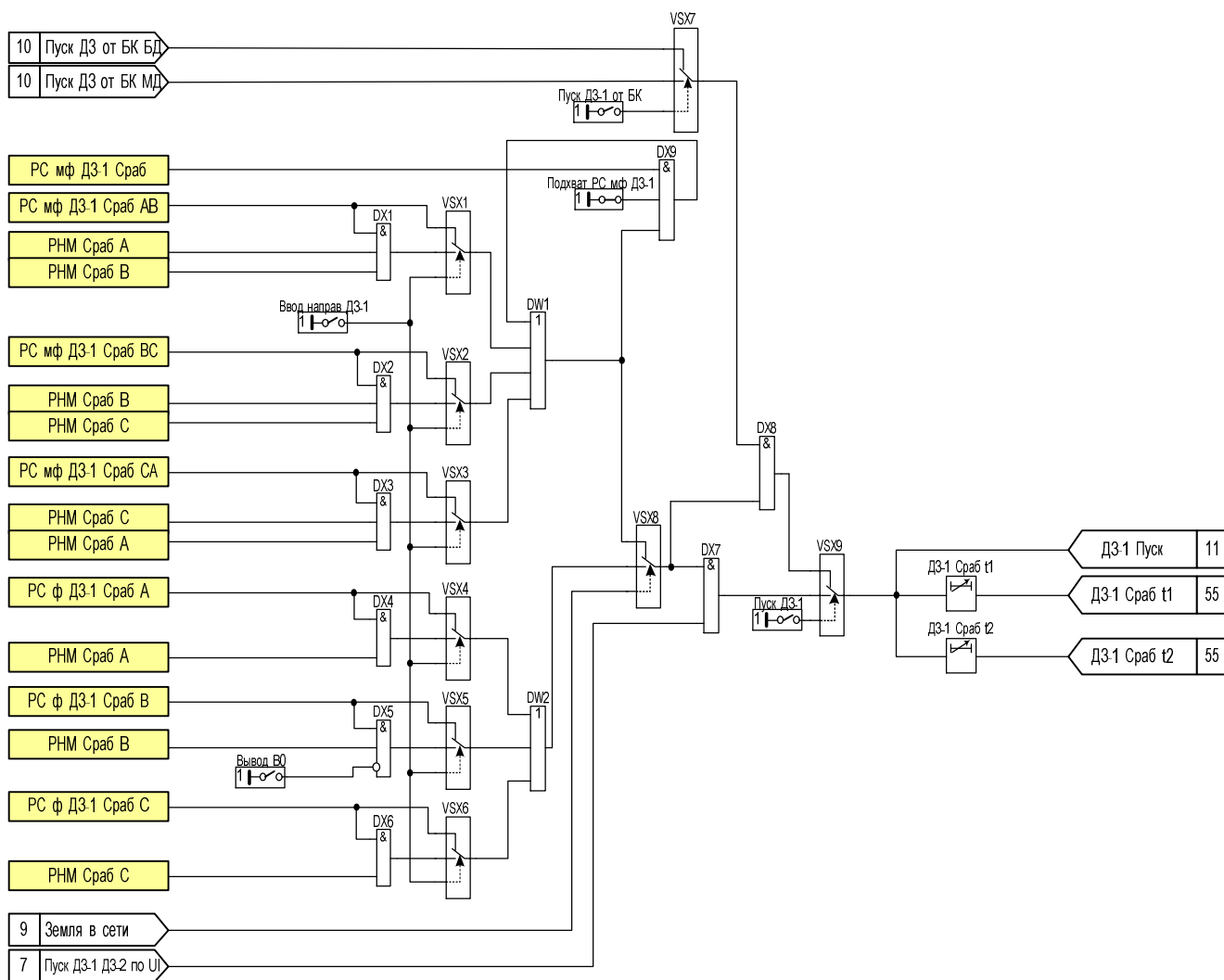


Рисунок 3 – Функциональная схема ДЗ-1

Программные накладки ступеней дистанционной защиты приведены в таблицах 7, 9, 12. Выдержки времени ступеней дистанционной защиты приведены в таблицах 8, 10, 11.

Таблица 9 – Программные накладки ДЗ-2

Имя	Название	Состояние
Ввод_направ_ДЗ-2	Вывод направленности 2 ступени ДЗ	1 - направленная работа
		0 - ненаправленная работа
Пуск_ДЗ-2_от_БК	Пуск ДЗ-2 от блокировки качаний	1 - медленнодействующего
		0 - быстродействующего
Пуск ДЗ-2	Пуск ДЗ-2	1 - по I и U
		0 - по БК
Вывод_В0	Вывод ф.В0	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Подп. дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Петрова 31.05.2017

015/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

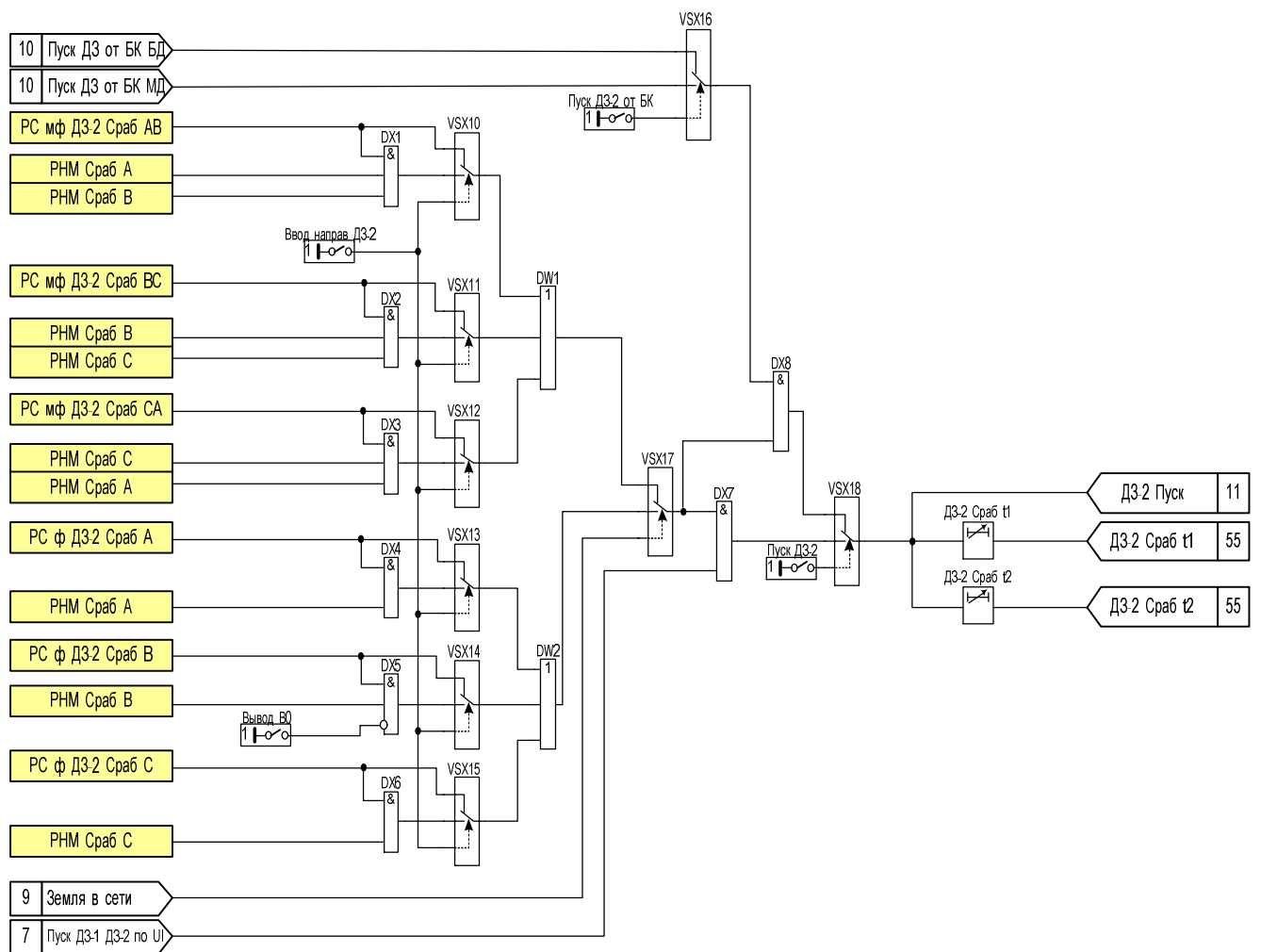


Рисунок 4 – Функциональная схема Д3-2

Таблица 10 – Выдержки времени Д3-2

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Д3-2_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание Д3-2	0,2	0,1-20
Д3-2_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание Д3-2	0,25	0,1-20

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

Таблица 11 – Выдержки времени Д3-3

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Д3-3_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание Д3-3	0,3	0,2-100
Д3-3_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание Д3-3	0,35	0,2-100

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

Имп. № подл. 015/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 31.05.2017
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

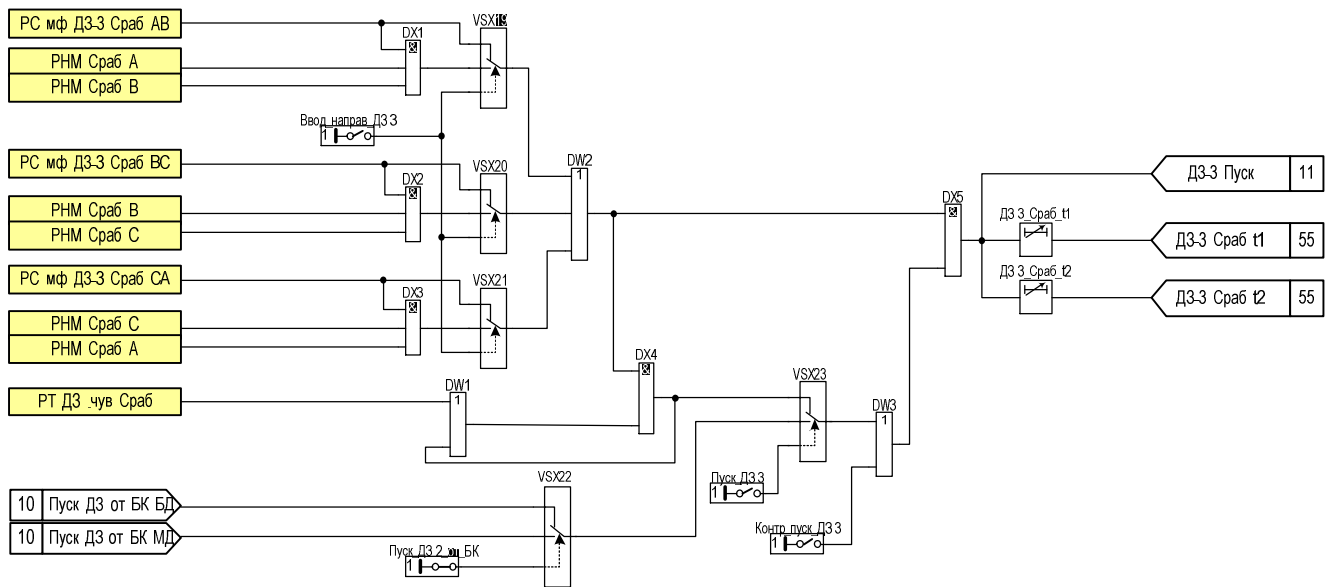


Рисунок 5 – Функциональная схема Д3-3

Таблица 12 – Программные накладки Д3-3

Имя	Название	Состояние
Ввод_направ_Д3-3	Вывод направленности 3 ступени Д3	1 - направленная работа 0 - ненаправленная работа
Пуск_Д3-3_от_БК	Пуск Д3-3 от блокировки качаний	1 - медленнодействующего 0 - быстродействующего
Пуск Д3-3	Пуск Д3-3	1 - по I и U 0 - по БК
Контр_пуск_Д3-3	Контроль тока Д3-3	1 - не предусмотрен 0 - предусмотрен

Д3-1 и Д3-2 имеют характеристику срабатывания в виде окружности с возможностью смещения в любой квадрант комплексной плоскости сопротивлений (см. рисунок 6, а).

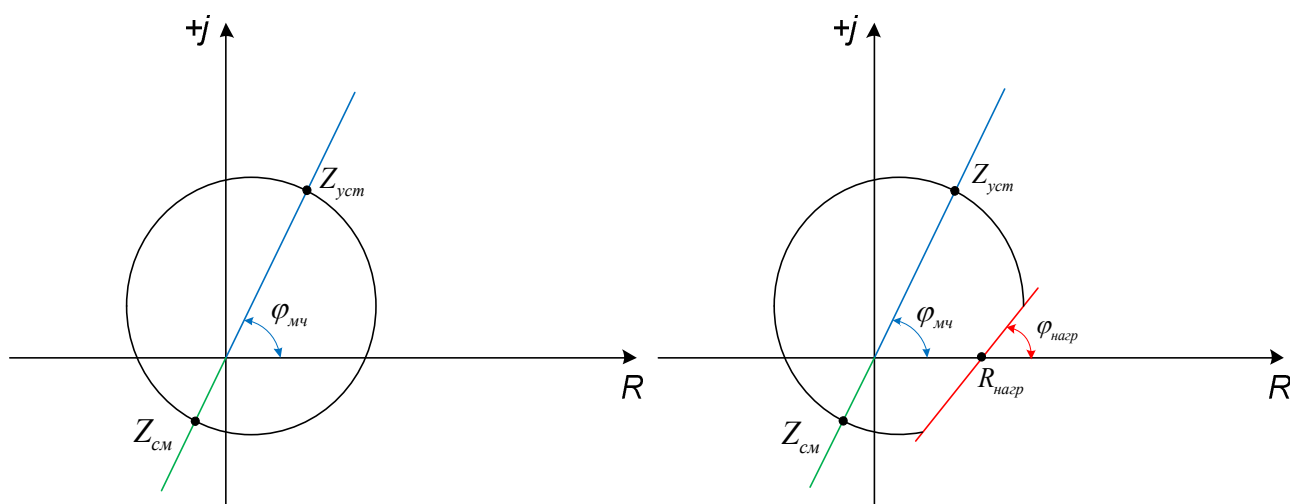
Указания по заданию уставок:

– уставка по сопротивлению срабатывания основной функции на угле максимальной чувствительности $Z_{уст}$ принимает значение в диапазоне от 0,5 до 500 Ом с шагом 0,01 Ом. Уставка по сопротивлению смещения основной функции на угле максимальной чувствительности $Z_{см}$ принимает значение в диапазоне от 0,5 до 500 Ом с шагом 0,01 Ом (при этом $Z_{см} < Z_{уст}$).

– уставка по углу максимальной чувствительности $\varphi_{мч}$ основной функции принимает значение от 1 до 89° с шагом 0, 1°.

Инв. № подл.	015/Э7
	Подп. и дата
	Петрова 31.05.2017
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
Подп. дата	

Инв. № подл.	015/Э7	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	



а) первая и вторая ступень

б) третья ступень

$Z_{уст}$ - уставка по сопротивлению срабатывания от 0,5 до 500 Ом шаг 0,01;

$Z_{см}$ - уставка по сопротивлению смещения 0,5 до 500 Ом шаг 0,01;

$\varphi_{мч}$ - угол максимальной чувствительности 1 до 89° шаг 0,1;

$R_{нагр}$ - уставка по сопротивлению отстройки от нагрузочного режима;

$\varphi_{нагр}$ - угол отстройки от нагрузочного режима

Рисунок 6 –Характеристика срабатывания ступеней ДЗ

Третья ступень ДЗ выполняет функции дальнего резервирования. Характеристика ДЗ-3 имеет возможность смещения в любой квадрант комплексной плоскости сопротивлений (см. рисунок 6, б). Отстройка от нагрузочного режима ИО третьей ступени ДЗ осуществляется при помощи прямой, которая задается точкой на абсциссе (уставка $R_{нагр}$) и углом наклона (уставка $\varphi_{нагр}$).

1.5.1.3 Пусковые органы ДЗ

Пуск по току осуществляется от чувствительных фазных ИО максимального тока с пуском по напряжению, либо от более грубых фазных ИО максимального тока без пуска по напряжению.

Уставки срабатывания чувствительных и грубых фазных ИО тока находятся в диапазоне от $0,05 \cdot I_{ном}$ до $20,00 \cdot I_{ном}$.

Уставки срабатывания междуфазных ИО напряжения находятся в диапазоне от 1,00 до 130,00 В.

Функциональная схема пусковых органов ДЗ представлена на рисунке 7.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017		
			Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

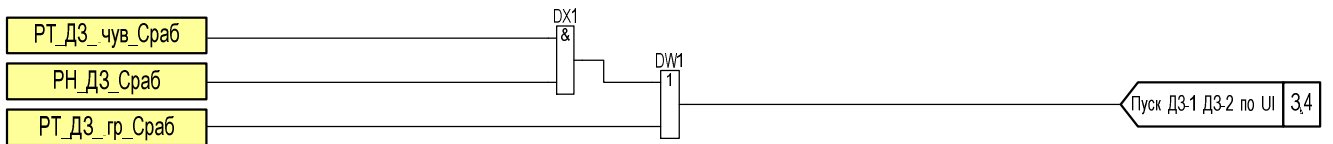


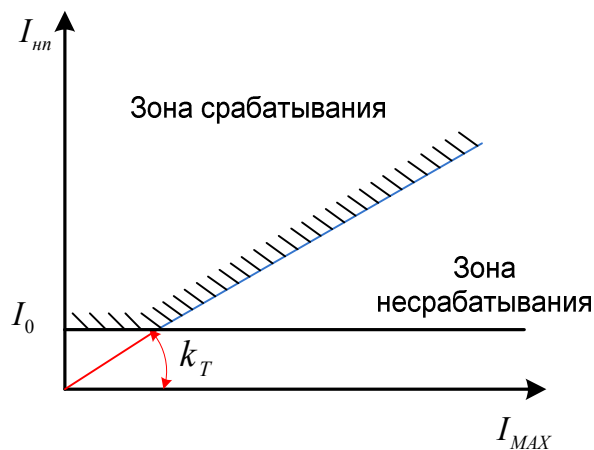
Рисунок 7 – Функциональная схема пусковых органов ДЗ

1.5.2 Определение наличия напряжения на землю

1.5.2.1.1 Для первой и второй ступени ДЗ предусмотрено определение наличия напряжения на землю. Земля в сети осуществляется от реле тока нулевой последовательности с торможением и с пуском по напряжению. Характеристика срабатывания ИО тока нулевой последовательности приведена на рисунке 8.

Указания по заданию уставок:

- уставка начального тока срабатывания I_0 принимает значение в диапазоне от 0,5 А до 5 А с шагом 0,01;
- уставка тангенса угла наклона тормозной характеристики принимает значение от 0,05 до 1 с шагом 0,01.



k_T - тангенс угла наклона тормозной характеристики;

I_{MAX} - максимальный ток фаз;

I_{nn} - ток нулевой последовательности

Рисунок 8 –Характеристика срабатывания ИО тока нулевой последовательности

Функциональная схема определения наличия напряжения на землю приведена на рисунке 9. Выдержки времени схемы определения наличия напряжения на землю представлены в таблице 13.

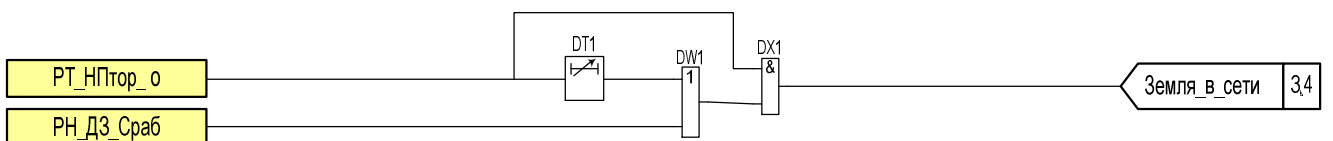


Рисунок 9 – Функциональная схема определения наличия напряжения на землю

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 13 – Выдержки времени определения наличия напряжения на землю

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
DT1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание	0,5	0,2-100
*Задаваемый диапазон уставки выдержки времени от 0 до 9999 с с шагом 0,001 с.			

1.5.3 Блокировка при качаниях (БК)

1.5.3.1 Во время качания напряжение U_p в месте установки ДЗ периодически снижается, а ток I_p в защищаемой ЛЭП возрастает, при этом соответственно уменьшается $Z_p = U_p / I_p$. Реагирующие на U_p , I_p и Z_p измерительные органы РС могут прийти в действие, что вызовет неправильное срабатывание первой ступени ДЗ, работающей мгновенно. Вторая и третья ступени имеют выдержку времени, и они, как правило, не успевают сработать за время периода качаний. Поэтому устройство блокировки при качаниях блокирует первую ступень, а в тех случаях, когда время действия второй ступени мало, то и вторую ступень.

1.5.3.2 Пуск БК выполняется от ИО, контролирующих скорость изменения во времени векторов токов обратной I_2 и прямой I_1 последовательностей.

За величину тока срабатывания принимается граничное значение изменения тока, при превышении которого срабатывание происходит каждый раз из десяти следующих друг за другом измерений.

1.5.3.3 Для предотвращения неправильной работы ДЗ при возникновении качаний в энергосистеме предусмотрена токовая блокировка при качаниях.

1.5.3.4 Метод, отслеживающий динамику изменений токов прямой и обратной последовательностей, основывается на измерении уровня приращения токов прямой и обратной последовательности во времени. Приращения токовых величин определяются при помощи фильтра второго порядка:

$$\Delta I_1(t) = I_1(t) - 2 \cdot I_1\left(t - \frac{T}{2}\right) + I_1(t - T), \quad (7)$$

$$\Delta I_2(t) = I_2(t) - 2 \cdot I_2\left(t - \frac{T}{2}\right) + I_2(t - T), \quad (8)$$

где T – период промышленной частоты.

При качаниях и асинхронном ходе величины ΔI малы, тогда как при возникновении короткого замыкания уровень ΔI достаточен для срабатывания чувствительного или грубого канала.

Реле БК отстроены от небаланса по току обратной последовательности при номинальном токе с учетом возможного отклонения частоты и статического небаланса по току обратной последовательности, равному $0,15 \cdot I_{НОМ}$.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист 25
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

При КЗ БК вводит в работу быстродействующие ступени на время от 0,2 до 1 с с последующим выводом на время от 3,0 до 16,0 с. Медленнодействующие ступени при КЗ вводятся БК в работу на время от 3,0 до 16,0 с.

Предусмотрена возможность ускоренного возврата БК при отключении выключателя при использовании программной накладки «Ускор_возврат_БК» (см. таблицу 14). Работа блокировки при качании показана на рисунке 10.

Таблица 14 – Программные накладки БК

Имя	Название	Состояние
Ускор_возврат_БК	Ускоренный возврат БК при отключении	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Таблица 15 – Выдержки времени БК

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
БК_БД	Выдержка времени на срабатывание быстродействующая БК	0,4	0-100
БК_МД	Выдержка времени на срабатывание медленнодействующая БК	3	0-100

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

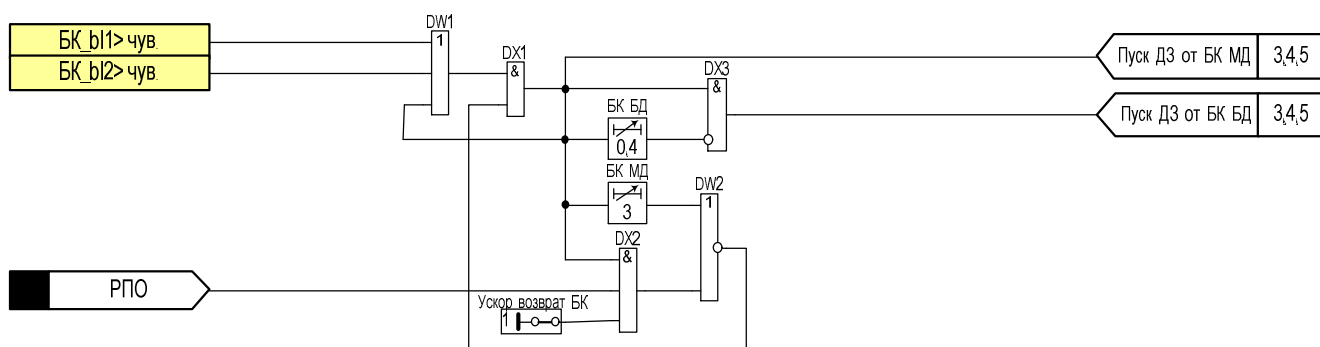


Рисунок 10 – Функциональная схема БК

1.5.3.5 Для второй и третьей ступеней ДЗ предусмотрена возможность автоматического ускорения срабатывания при включении выключателя с уставкой времени срабатывания «Ускорение_ДЗ» (см. таблицу 16).

Ускорение ступеней ДЗ-2 и ДЗ-3 вводится автоматически при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения логической накладки (см. таблицу 17). Функциональная схема ускорения пуска ДЗ представлена на рисунке 11.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инв. № подл.	015/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 16 –Выдержки времени ускорения ДЗ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Ускорение_ДЗ	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ДЗ в ускоренном режиме	0,2	0,2-100

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

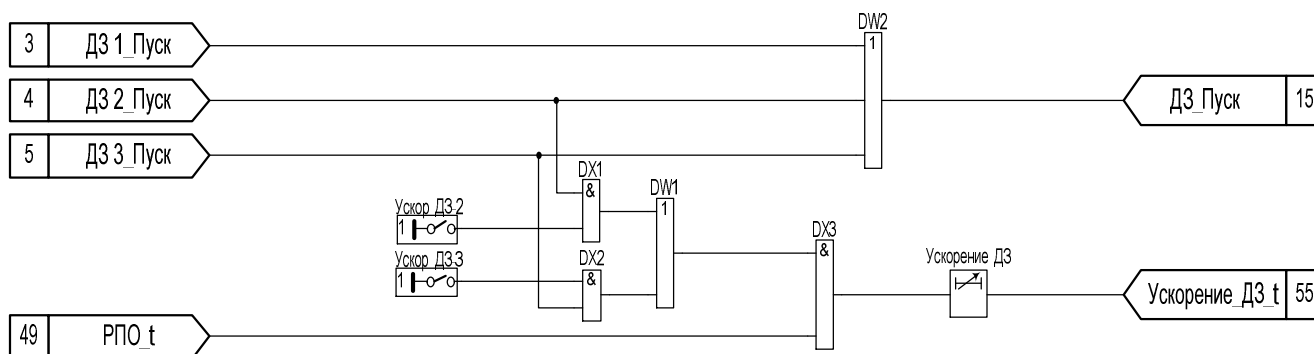


Рисунок 11 – Функциональная схема «Пуска ДЗ» и «Ускорения ДЗ»

Таблица 17 –Программные накладки «Пуска ДЗ» и «Ускорения ДЗ»

Имя	Название	Состояние
Ускор_ДЗ-2	Ускорение ДЗ-2	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
Ускор_ДЗ-3	Ускорение ДЗ-3	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено

1.5.4 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.5.4.1 МТЗ для воздушных и кабельных линий в сетях (6-35) кВ является основной защитой от междуфазных замыканий [5].

1.5.4.2 Каждая из ступеней представляет собой совокупность нескольких измерительных органов, объединенных общей логикой. Каждый измерительный орган (ИО) МТЗ имеет независимую регулируемую уставку срабатывания и коэффициент возврата. Основные характеристики ИО представлены в таблицах 23, 24.

1.5.4.3 В зависимости от выбора состояния программных накладок (см. таблицу 18) каждая из ступеней МТЗ может быть выполнена направленной и/или иметь комбинированный пуск по напряжению.

Таблица 18 – Программные накладки МТЗ

Имя	Название	Состояние
МТЗ-1_Авт_загр_уст	Автоматическое заглубление уставки	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
МТЗ-1_Напр_при_Неисп_ТН	Действие направленной МТЗ-1 при неисправности ТН	1 - Авт. переключение на ненаправленную работу
		0 - Запрет работы

Инв. № подл.	015/ЭТ
	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
Подп. дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 18

Имя	Название	Состояние
MT3-1_Конт_напр	Контроль направленности MT3-1	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
MT3-1_Пуск_по_напр	Пуск по напряжению MT3-1	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
MT3-2_Напр_при_Неисп_ТН	Действие направленной MT3-2 при неисправности ТН	1 - Авт. переключение на ненаправленную работу
		0 - Запрет работы
MT3-2_Конт_напр	Контроль направленности MT3-2	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
MT3-2_Пуск_по_напр	Пуск по напряжению MT3-2	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
MT3-3_Напр_при_Неисп_ТН	Действие направленной MT3-3 при неисправности ТН	1 - Авт. переключение на ненаправленную работу
		0 - Запрет работы
MT3-3_Конт_напр	Контроль направленности MT3-3	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
MT3-3_Пуск_по_напр	Пуск по напряжению MT3-3	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

1.5.4.4 Воздействия каждой из ступеней MT3 могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Основные параметры ИО (реле тока) каждой из ступеней приведены в 1.5.4.9, 1.5.4.10 соответственно. Функциональные схемы ступеней MT3 представлены на рисунках 12, 13, 14.

1.5.4.5 Особенность первой ступени защиты MT3 в том, что она имеет возможность автоматического заглубления уставки на момент включения выключателя. Автоматическое заглубление уставки вводится при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения программной накладки (см. таблицу 18).

Внимание! Для корректной работы MT3-1, в режиме «Автоматическое заглубление уставки», обязательным условием является превышение величины времени ввода заглубления (выдержка времени «РПО_t», см. 1.5.23) над задержкой на срабатывание (см. таблицу 19).

Таблица 19 – Выдержки времени MT3-1

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
MT3-1_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание MT3-1	0,1	0 – 10
MT3-1_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание MT3-1	1	0 – 10

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

1.5.4.6 Вторая и третья ступени MT3 могут быть выполнены как с зависимыми время-токовой характеристиками срабатывания, так и с независимой. Полный перечень характеристических кривых приведен в таблицах 25, 26, вид характеристических кривых приведен в приложении Б, остальные параметры приведены в 1.5.4.10. Выдержки времени MT3-2, MT3-3 приведены в таблице 20.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист 28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 20 – Выдержки времени МТЗ-2, МТЗ-3

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
МТЗ-2_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ-2	1	0,1 – 20
МТЗ-2_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ-2	1,5	0,1 – 20
МТЗ-3_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ-3	1	0,2 – 100
МТЗ-3_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ-3	1,5	0,2 – 100

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

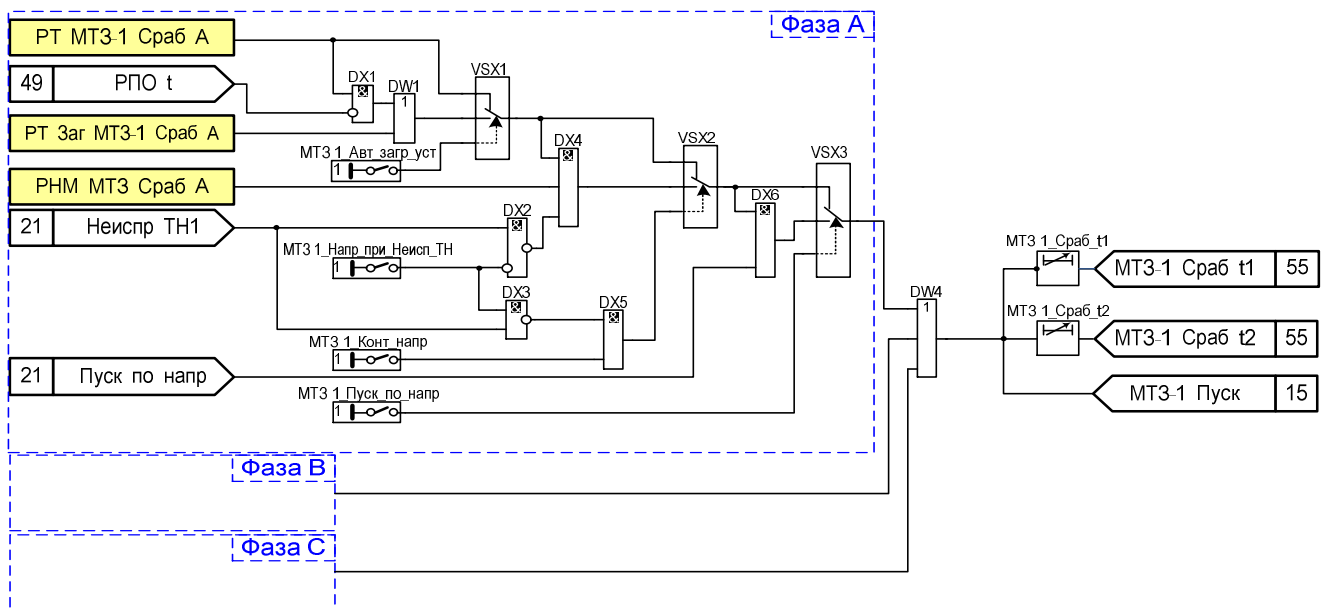


Рисунок 12 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-1

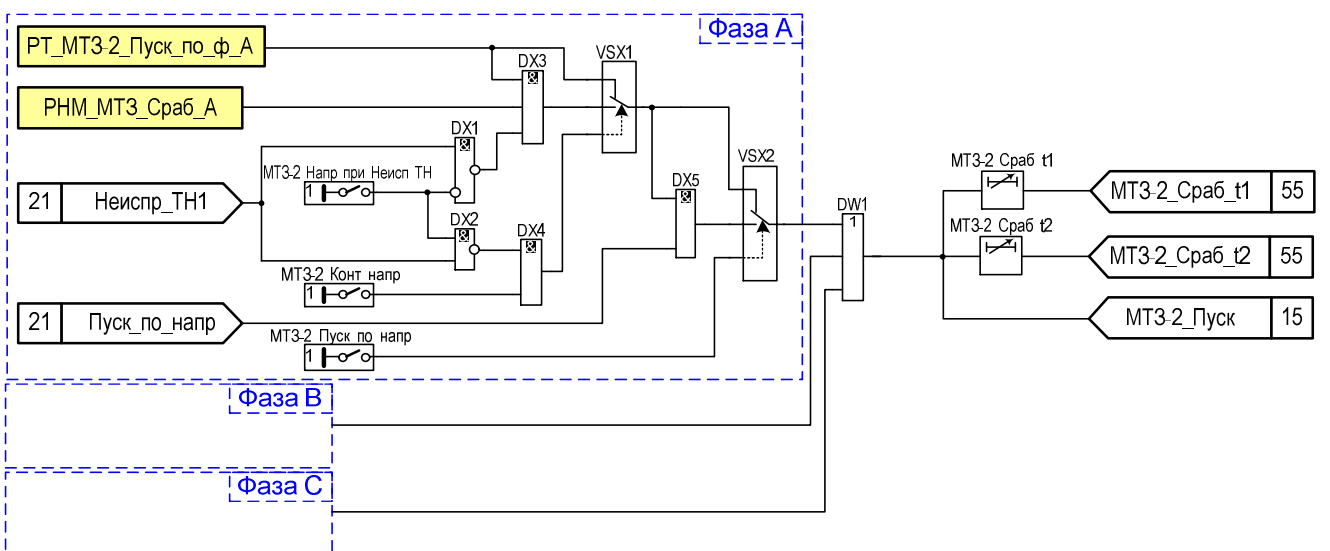


Рисунок 13 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-2

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

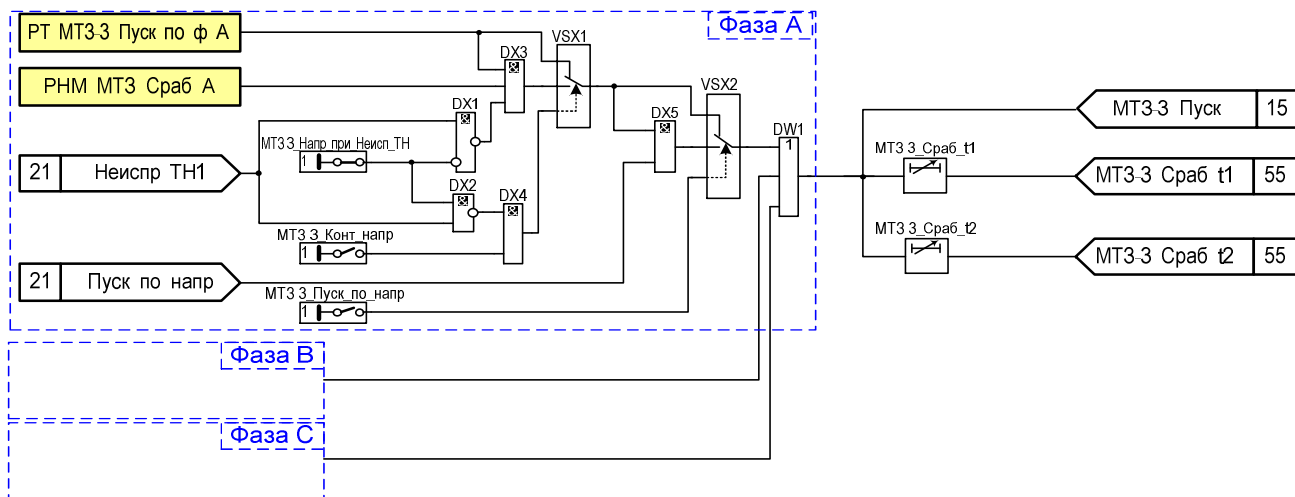


Рисунок 14 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-3

1.5.4.7 Для второй и третьей ступеней МТЗ предусмотрена возможность автоматического ускорения срабатывания при включении выключателя с уставкой времени срабатывания «Ускор_МТЗ» (см. таблицу 21). Ускорение ступеней МТЗ-2 и МТЗ-3 вводится автоматически при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения программной накладки (см. таблицу 22). Функциональные схемы ступеней ускорения МТЗ-2 и МТЗ-3 представлены на рисунке 15.

Внимание!

Для корректной работы МТЗ-2 и/или МТЗ-3 в режиме ускорения, обязательным условием является превышение величины времени ввода (выдержка времени «РПО_t», см. 1.5.23 над выдержкой времени – «Ускор_МТЗ» (см. таблицу 21).

Режим оперативного ускорения целесообразно использовать при выборе независимой время-токовой характеристики срабатывания.

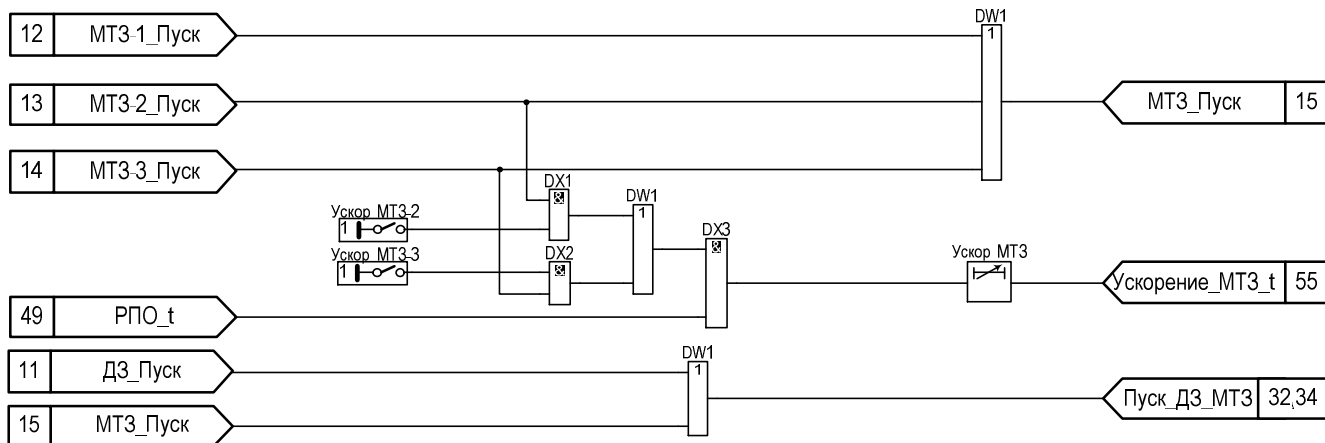


Рисунок 15 – Функциональная схема «Пуска МТЗ» и «Ускорения МТЗ»

Инв. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 21 – Выдержки времени ускорения

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
Ускор_МТЗ	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ в ускоренном режиме	0,1	0 – 100

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

Таблица 22 – Программные накладки «Пуска МТЗ» и «Ускорения МТЗ»

Имя	Название	Состояние
Ускор_МТЗ-2	Ускорение МТЗ-2	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
Ускор_МТЗ-3	Ускорение МТЗ-3	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено

1.5.4.8 Срабатывание реле тока МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 формируют сигнал «Пуск МТЗ», который может быть задействован в работе ЗДЗ. Срабатывание «Дополнительного реле тока» не формирует сигнал «Пуск МТЗ».

В работе ЗДЗ сигнал «Пуск МТЗ» используется для исключения излишних срабатываний защиты при срабатывании оптического датчика дуговой защиты (контроль тока).

1.5.4.9 Принцип действия ИО МТЗ-1

1.5.4.9.1 ИО «РТ МТЗ-1» и «РТ Заг МТЗ-1» реализованы однотипно и имеют независимую время-токовую характеристику срабатывания. Основные характеристики приведены в таблице 23.

1.5.4.9.2 Измерительный орган максимального действия. Принцип действия ИО основан на сравнении действующих значений каждого из трех фазных токов (I_A, I_B, I_C) с уставкой.

Таблица 23 – Основные характеристики трехфазных ИО тока МТЗ-1 – «РТ МТЗ-1», «РТ Заг МТЗ-1»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания, А.	(0,05-40)·I _{ном} *	0,001
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5-1	0,01
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс**, не более	15	
Время возврата при изменении скачком с двукратного по отношению к уставке срабатывания входного тока до нуля, мс**, не более	15	
Погрешности: - основная погрешность тока срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность тока срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;	5	
	10	

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 23

Наименование параметра	Значение
- дополнительная погрешность тока срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	7 10
<p>* I_{ном} – номинал диапазона аналогового входа (5 А или 1 А), определяется при заказе. ** Указанное время срабатывания приведено без учета времени срабатывания выходного реле терминала. Время срабатывания выходного реле терминала не превышает 10 мс (см. ЭКРА.650321.001 РЭ).</p>	

1.5.4.10 Принцип действия ИО МТЗ-2, МТЗ-3 [6]

1.5.4.10.1 ИО МТЗ-2, МТЗ-3 реализованы однотипно. Пример характеристики срабатывания зависимой время-токовой характеристики приведен на рисунке 17. Основные параметры приведены в таблице 24. Функционально-логическая схема ИО приведена на рисунке 16.

1.5.4.10.2 Измерительный орган МТЗ-2, МТЗ-3 представляет собой орган максимального действия. Расчет величины входной воздействующей величины (тока) производится по действующему значению первой гармоники. Принцип действия ИО основан на сравнении наибольшего из действующих значений фазных токов (I_{\max}) с уставкой.

1.5.4.10.3 Предусмотрена возможность выбора характеристик срабатывания и возврата. Выбор типа выдержки времени на срабатывание и на возврат осуществляется уставками «Тип ВВС» и «Тип ВВВ» соответственно. Характеристические кривые зависимых выдержек времени на срабатывание и на возврат приведены в таблицах 25, 26. Кривые МЭК соответствуют стандарту IEC 60255-4 (ГОСТ 27918-88 (МЭК 255-4-76)), кривые ANSI – стандарту IEEE Std C37.112-1996.

1.5.4.10.4 При выборе независимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС» - «1», см. таблицу 25) ИО срабатывает при превышении I_{\max} уставки « $I_{\text{пуск}}$ » (в данном режиме уставка « $I_{\text{пуск}}$ » – является уставкой срабатывания). Возврат ИО определяется коэффициентом возврата $K_{\text{воз}}$. (см. таблицу 24).

1.5.4.10.5 При выборе зависимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС» - не равна единице, см. таблицу 25). При превышении значения тока I_{\max} уставки « $I_{\text{пуск}}$ » формируется сигнал «Пуск» с указанием фазы с максимальным значением тока и начинается отчет выдержки времени на срабатывание. В диапазоне значений тока I_{\max} от $I_{\text{пуск}}$ до $1,1 \cdot I_{\text{пуск}}$ кривые зависимых выдержек времени на срабатывание имеют горизонтальный участок с фиксированным временем срабатывания $t_{\text{сраб}}(1,1 I_{\text{пуск}})$ (см. рисунок 17). При значении тока I_{\max} больше чем $1,1 \cdot I_{\text{пуск}}$ $t_{\text{сраб}}$ рассчитывается в соответствии с заданной характеристической кривой. Характеристические кривые зависимых выдержек времени на срабатывание могут быть ограничены минимальным временем срабатывания, задаваемым уставкой « $T_{\text{мин}}$ » (см. рисунок 17).

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

1.5.4.10.6 Текущее значение счетчика времени отображается в виде параметра «Q», значение которого соответствует отношению времени прошедшему с момента пуска к расчётному времени срабатывания при данном токе I_{max} (см. рисунок 17).

1.5.4.10.7 При использовании зависимой время-токовой характеристики на возврат, имеется возможность ручного возврата ИО от внешнего логического сигнала «Сброс».

1.5.4.10.8 В состав ИО входят следующие функциональные блоки:

- пусковые органы тока фаз А, В и С (ПО_А, ПО_В, ПО_С);
- максиселектор (MAX) – блок, выбирающий наибольший из трех фазных токов;
- блок выдержек времени – предназначен для выбора типа выдержки времени и реализации выбранной выдержки как на срабатывание, так и на возврат.

В ИО отображаются:

- I_A , I_B , I_C – действующие значения фазных токов, А;
- I_{max} – наибольшее значение из трех фазных токов, А;
- Q – время, прошедшее с момента пуска, взятое по отношению к расчётному времени срабатывания при данном токе, %.

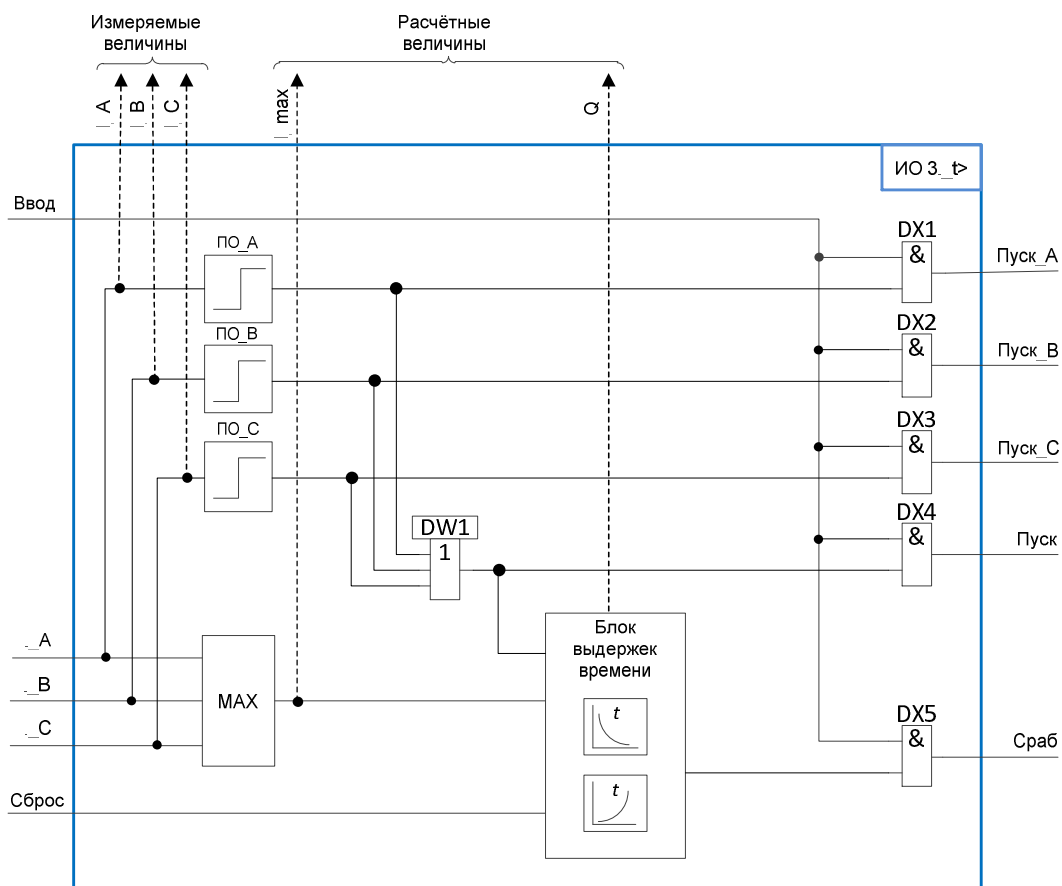


Рисунок 16 – Функционально-логическая схема ИО МТ3-2, МТ3-3

Инв. № подл.	015/ЭТ		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист	33
	Инв. № дубл.	Инв. №								
Подп. дата			Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17				

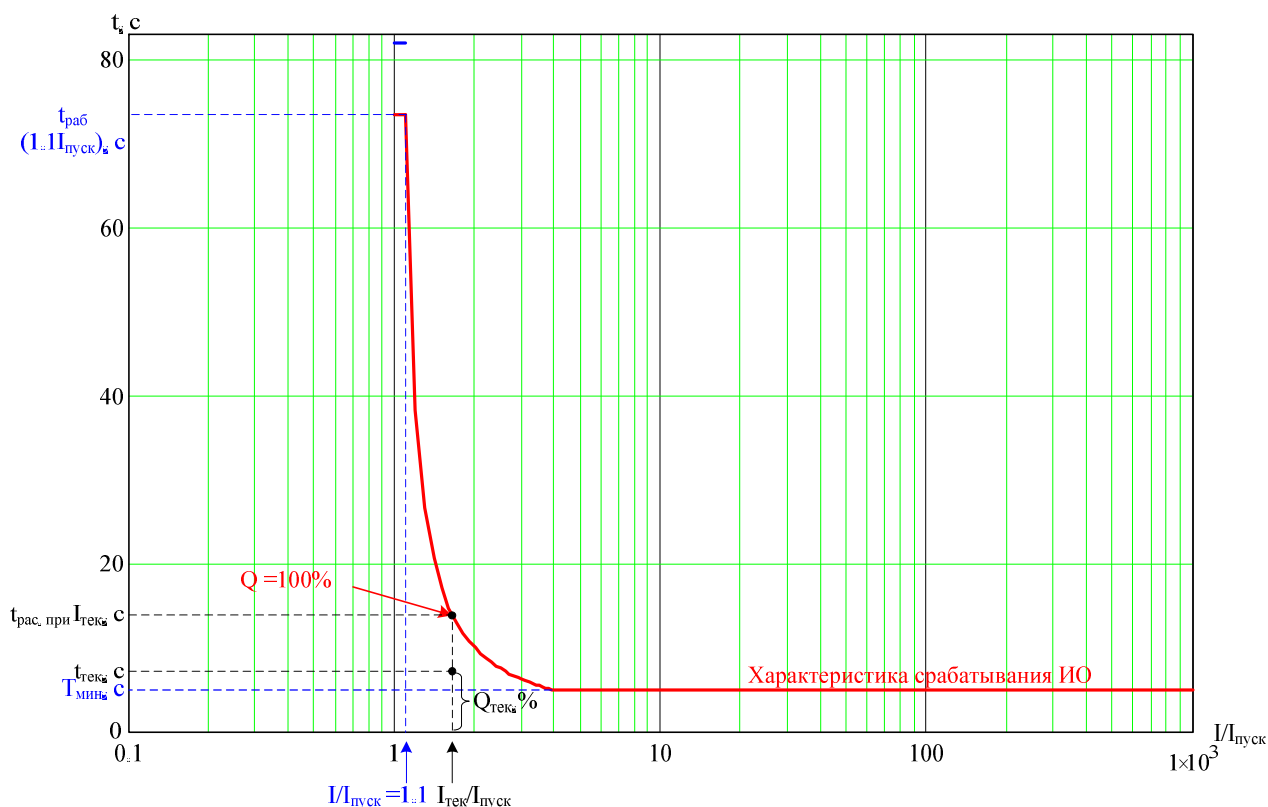


Рисунок 17 – Обобщенный пример характеристической кривой выдержки времени на срабатывание

Таблица 24 – Характеристики трехфазного ИО тока «РТ МТЗ-2», «РТ МТЗ-3»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Пусковой ток, о.е.*	0,1 - 5	0,001
Коэффициент возврата при использовании независимой время-токовой характеристики срабатывания регулируется в диапазоне**	0,5-1	0,01
Погрешность по времени срабатывания при использовании независимой время-токовой характеристики срабатывания при изменении величины тока «скачком» с нуля до двукратного по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	30	
Погрешность по времени срабатывания при использовании зависимой время-токовой характеристики срабатывания -в диапазоне тока (1 – 2) I _{пуск} (пускового тока); -в диапазоне тока (2 – 20) I _{пуск} (пускового тока) при кратности тока I/I _{пуск} : - от 1 до 2; - от 2 до 5, %, не более; - от 5 до 10, %, не более; - от 10 до 20, %, не более.	Не нормируется	
Погрешность по времени возврата при использовании независимой время-токовой характеристики возврата при изменении величины тока «скачком» с двукратного по отношению к уставке срабатывания до нуля, мс, не более	20	

Инв. № подл. 015/ЭТ	Подп. и дата Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	34
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Продолжение таблицы 24

Наименование параметра	Значение
Погрешность по времени возврата зависимой время-токовой характеристики возврата: - в диапазоне тока (0 – 0,1) I _{пуск} (пускового тока), мс, не более; - в диапазоне тока (0,1 – 0,85) I _{пуск} при кратности тока I/I _{пуск} : - от 0,85 до 1; - 0,85, %, не более; - 0,5, %, не более; - 0,1, %, не более	30 Не нормируется 15 7 5
Погрешности: - основная погрешность по пусковому току, %, не более; - дополнительная погрешность по пусковому току в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; - дополнительная погрешность по пусковому току в расширенном диапазоне частот: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	2 7 Не нормируется Не нормируется
<p>* Уставка срабатывания «I_{пуск}» задается относительно базового тока - «I_{баз}». Базовый ток определяется как номинальный ток защищаемого объекта, приведенный к низшей стороне ТТ. Задание номинального тока защищаемого объекта и коэффициента трансформации измеренного ТТ доступно через дисплей терминала или комплекс программ EKRASMS-SP (см. соответствующее руководство ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01) в пункте «Уставки векторов».</p> <p>** Только для независимой характеристики срабатывания.</p>	

Таблица 25 – Описание характеристических кривых выдержек времени на срабатывание

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
1	Независимая/определенная (Definite Time)	$t_{сраб} = T_{сраб}$
2	Нормально инверсная МЭК (IEC Normal inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{0,14}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,02} - 1}$
3	Сильно инверсная МЭК (IEC Very inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{13,5}{\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1}$
4	Чрезвычайно инверсная МЭК (IEC Extremely inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{80}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^2 - 1}$
5	Ультра инверсная МЭК (IEC Ultra inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{315}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{2,5} - 1}$

Инд. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 25

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
6	Быстро инверсная МЭК (IEC Short time inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{0,05}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,04} - 1}$
7	Длительно инверсная МЭК (IEC Long time inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{120}{\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1}$
8	Нормально инверсная ANSI (ANSI Normal Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{0,0086}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,02} - 1} + 0,0185 \right)$
9	Умеренно инверсная ANSI (ANSI Moderately Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{0,0515}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,02} - 1} + 0,114 \right)$
10	Сильно инверсная ANSI (ANSI Very Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{19,61}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^2 - 1} + 0,491 \right)$
11	Чрезвычайно инверсная ANSI (ANSI Extremely Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{28,2}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^2 - 1} + 0,1217 \right)$
12	Крутая (типа реле РТВ-I)	$t_{сраб} = \frac{1}{30 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1\right)^3} + k$

Ив. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Ив. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 25

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
13	Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)	$t_{сраб} = \frac{1}{20 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1 \right)^{1,8}} + k t_{сраб} = \frac{1}{20 \left(\frac{I}{\frac{I_{ПУСК}}{6}} - 1 \right)^{1,8}} + k$
14	Пользовательская кривая, задаваемая уравнением	$t_{сраб} = k \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - C \right)^E - D} + B \right] t_{сраб} = k \cdot \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - C \right)^E - D} + B \right]$
15	Пользовательская кривая, задаваемая по точкам	Количество точек от 6 до 9 (аппроксимация кубическими сплайнами)

где $t_{сраб}$ – выдержка времени на срабатывание;

$T_{сраб}$ – уставка, время срабатывания ИО с независимой от тока выдержкой;

k – уставка, для регулирования характеристической кривой выдержки времени на срабатывание;

I – измеренный ток;

$I_{пуск}$ – уставка, пусковой ток;

A, B, C, D, E – уставки, коэффициенты, определяющие пользовательскую характеристическую кривую выдержки времени на срабатывание.

Таблица 26 - Описание характеристических кривых выдержек времени на возврат

Тип ВВВ	Наименование характеристической кривой	Описание
1	Независимая/определенная МЭК (IEC Definite Time)	$t_{воз} = T_{воз}$
2	Нормально инверсная ANSI (ANSI Normal Inverse)	$t_{воз} = m \cdot \left(\frac{0,46}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right) t_{В03} = m \left[\frac{0,46}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right]$
3	Умеренно инверсная ANSI (ANSI Moderately Inverse)	$t_{воз} = m \cdot \left(\frac{4,85}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right) t_{В03} = m \left[\frac{4,85}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right]$

Инд. № подл.	015/ЭТ
Изм.	Лист
Взам. инв. №	№ докум.
Инв. № дубл.	Подп.
Подп. и дата	Дата
Петрова 31.05.2017	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 26

Тип ВВВ	Наименование характеристической кривой	Описание
4	Сильно инверсная ANSI (ANSI Very Inverse)	$t_{\text{воз}} = m \left[\frac{21,6}{\left(\frac{I}{I_{\text{пуск}}}\right)^2 - 1} \right] \quad t_{\text{воз}} = m \cdot \left(\frac{21,6}{\left(\frac{I}{I_{\text{пуск}}}\right)^2 - 1} \right)$
5	Чрезвычайно инверсная ANSI (ANSI Extremely Inverse)	$t_{\text{воз}} = m \cdot \left(\frac{29,1}{\left(\frac{I}{I_{\text{пуск}}}\right)^2 - 1} \right) \quad t_{\text{воз}} = m \left[\frac{29,1}{\left(\frac{I}{I_{\text{пуск}}}\right)^2 - 1} \right]$
6	Пользовательская кривая, задаваемая уравнением	$t_{\text{воз}} = m \cdot \left(\frac{F}{\left(\frac{I}{I_{\text{пуск}}}\right)^2 - 1} \right) \quad t_{\text{воз}} = m \left[\frac{F}{\left(\frac{I}{I_{\text{пуск}}}\right)^2 - 1} \right]$
7	Пользовательская кривая, задаваемая постоянной остывания	$t_{\text{воз}} = -R_{\text{остыв}} \cdot \ln \left(\frac{Q_{\text{воз}}}{Q_{\text{сраб}}} \right)$

где $t_{\text{воз}}$ – выдержка времени на возврат;

$T_{\text{воз}}$ – уставка, время возврата ИО с независимой от тока выдержкой;

m – уставка, для регулирования характеристической кривой выдержки времени на возврат;

F – уставка, коэффициент, определяющий пользовательскую характеристическую кривую выдержки времени на возврат;

$R_{\text{остыв}}$ – уставка, постоянная времени остывания;

$Q_{\text{воз}}$ – уставка, уровень возврата блока выдержек времени;

$Q_{\text{сраб}}$ – уставка, уровень срабатывания блока выдержек времени.

1.5.4.11 Принцип действия ИО «РНМ МТЗ»

1.5.4.11.1 ИО «РНМ МТЗ» по принципу действия является программным реле направления мощности. РНМ подключается к ТТ защищаемой линии и ТН секции. Основные характеристики ИО приведены в таблице 27.

1.5.4.11.2 ИО «РНМ МТЗ» выполнен в трехфазном исполнении по 90-градусной схеме сочетания токов и напряжений: I_A и U_{BC} , I_B и U_{CA} , I_C и U_{AB} . Для каждого сочетания токов и напряжений вычисляется значение вектора полной мощности. Направление вектора мощности сравнивается с границами заданного сектора срабатывания. Границы сектора срабатывания задаются двумя уставками ϕ_{min} и ϕ_{max} , при этом $\phi_{\text{MЧ}}$ является биссектрисой угла задаваемого сектора (см. рисунок 18). За базовый вектор выбирается вектор соответствующего напряжения.

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Угол сдвига фаз тока относительно базового напряжения считается положительным при отстающем токе (по часовой стрелке, см. рисунок 18). [7, 8].

1.5.4.11.3 Положение вектора тока на векторной диаграмме определяется соотношением активного и реактивного сопротивлений линии от места включения РНМ до точки КЗ и активным переходным сопротивлением электрической дуги в месте повреждения. Эти соотношения могут изменяться. При этом вектор тока, поворачивается на тот или иной угол, не выходя за пределы зоны от 0 до 90 электрических градусов. Граница этой зоны определяется, с одной стороны, положением вектора тока при чисто активном, а с другой стороны при чисто индуктивном сопротивлениях (см. рисунок 18) [8]. Для задания области работы направленной защиты с сектором в 180 электрических градусов необходимо задать углы ϕ_{\min} (225°) и ϕ_{\max} (45°). Значение углов отсчитывается от соответствующего вектора напряжения U_{BC} , U_{CA} и U_{AB} (по часовой стрелке).

1.5.4.11.4 Внешний вид окна «Измерения защит» для РНМ МТЗ в ПО ЕКРАSMS-SP приведен на рисунке 19.

1.5.4.11.5 Работа РНМ блокируется при малых значениях, подводимых к нему токов и/или напряжения, так как в этих предельных случаях ($I=0$ и/или $U=0$) нет условий для сравнения фаз двух величин. РНМ может срабатывать только при конечных значениях тока и напряжения, величина которых больше чем порог чувствительности. Минимальный порог чувствительности равен минимально допустимому значению диапазона уставок (см. таблицу 27). Уставки порогов чувствительности по току и напряжению являются регулируемыми и могут быть измерены при необходимости.

1.5.4.11.6 Для повышения надежности срабатывания при значительном снижении напряжения (например при близких трехфазных КЗ) в реле предусмотрен индивидуальный контур памяти линейного напряжения. Контур памяти позволяет вычислить вектор линейного напряжения, используемый в работе РНМ, как сумма текущего значения напряжения и 1/5 от вектора напряжения измеренного на 40 мс раньше (двумя периодами ранее). Расчётная формула для напряжения U_{BC} , приведена ниже. Расчет напряжений U_{AB} и U_{CA} выполняется аналогично

$$\dot{U}_{РНМ_{BC}}(t) = \dot{U}_{BC}(t) + 0,2 \cdot \dot{U}_{BC}(t - 40 \text{ мс}), \quad (9)$$

где $\dot{U}_{РНМ_{BC}}(t)$ - вектор линейного напряжения \dot{U}_{BC} , используемый для расчета угла в момент времени t ;

$\dot{U}_{BC}(t)$ - вектор линейного напряжения \dot{U}_{BC} в момент времени t ,

$\dot{U}_{BC}(t - 40 \text{ мс})$ - вектор линейного напряжения \dot{U}_{BC} , в момент времени $(t - 40 \text{ мс})$.

Инв. № подл.	015/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017				Лист
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					39
Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

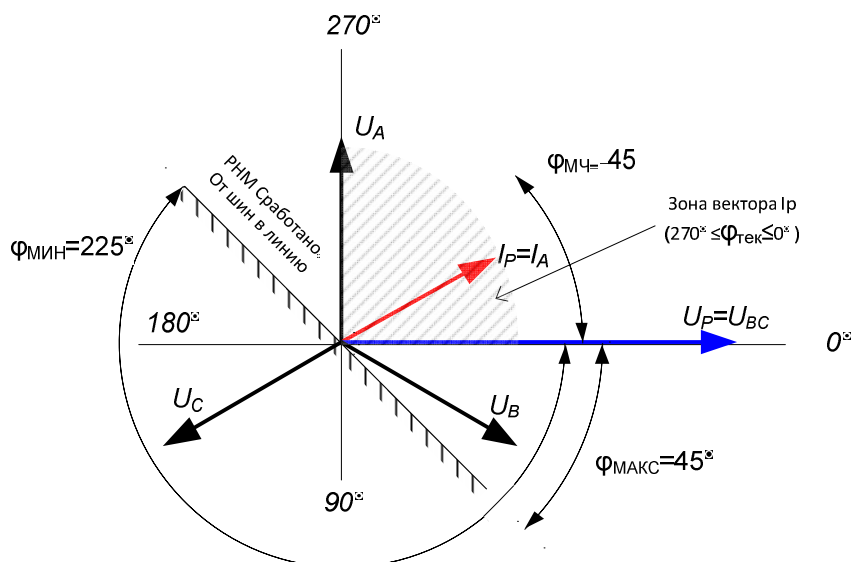


Рисунок 18 – Векторная диаграмма РНМ. Пример для I_A и U_{BC}

1.5.4.11.7 В ИО «РНМ МТЗ» реализована индикация текущего состояния выходов ИО, а так же текущие значения углов между током и напряжением для сочетаний: I_A и U_{BC} , I_B и U_{CA} , I_C и U_{AB} .

Таблица 27 – Характеристики трехфазного ИО «РНМ МТЗ»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Ток срабатывания относительно номинального тока датчика, о.е.	$(0,05-40) I_{НОМ}$	0,001	0,1
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5-1	0,01	0,95
Минимальное линейное напряжение срабатывания, В	0,5-20	0,01	10
$\varphi_{тах}$ и $\varphi_{тпн}$ - граница зоны срабатывания, градус	0-359,9	0,1	90 и 270
Коэффициент возврата органа контроля границ зоны срабатывания	1		
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	30		
Погрешности по току и напряжению срабатывания: - основная погрешность срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более	5 10		

Инв. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Текущая защита: 5. РНМ МТЗ

Для отображения текущего значение углов в качестве базового выбран вектор Ua. Положительное направление против часовой стрелке

Уставки

Имя	Значение	Ед.изм.
Сраб.	0,5000	А
Квоз.	0,9500	
Гмин	225,0000	Град.
Гмакс	45,0000	Град.
Умин	3,0000	В
Квоз.У	0,9500	

"1" - сигнализирует о том, что вектор тока в зоне срабатывания РНМ

Выходы

Выход	Состояние
Сраб. Fi A	1
Сраб. Fi B	1
Сраб. Fi C	1
Сраб. Ia>	1
Сраб. Ib>	1
Сраб. Ic>	1
Сраб. Uab>	1
Сраб. Ubc>	1
Сраб. Uca>	1
Сраб. А	1
Сраб. В	1
Сраб. С	1
Ненапр. сраб.	1

"1" сигнализирует о том, что текущее значение тока/напряжения больше чем порог чувствительности

"1" сигнализирует о срабатывании РНМ для соответствующего сочетания тока и напряжения. Данные выходы ИО РНМ задействованы в функционально-логической схеме МТЗ

Сигнализирует о том, что хотя бы один из токов больше чем уставка порог чувствительности

Входы

Вход	Абс. зн-ие	Отн. зн-ие	Угол	Частота
I Y A	4,9983	0,9997	-0,9	50,0
I Y B	4,9973	0,9995	-120,7	50,0
I Y C	4,9985	0,9997	119,4	50,0
U Y A	57,6659	0,9987	0,0	50,0
U Y B	57,6918	0,9992	-120,0	50,0
U Y C	57,7126	0,9995	120,1	50,0

Измерения

Измерение	Абс.зн-ие	Отн.зн-ие	Угол
РНМ МТЗ U Y AB	99,9156	0,9991	30,0
РНМ МТЗ U Y BC	99,8595	0,9985	-89,9
РНМ МТЗ U Y CA	99,9911	0,9998	150,1

Вычисляемые измерения

Выч. измерение	Значение	Ед. изм.
Fi A	270,8844	Град.
Fi B	270,7690	Град.
Fi C	270,5713	Град.

Логические входы

В вычисляемых измерениях РНМ всегда отображается величина угла вектора тока относительно соответствующего вектора линейного напряжения. Вне зависимости от выбранного базового вектора в пунктах "Входы" или "Измерения". Положительное направление по часовой стрелке

Рисунок 19 – Внешний вид окна «Измерения защит» для РНМ МТЗ в ПО EKRASMS-SP

1.5.5 Дополнительные ИО РТ

1.5.5.1 Реле тока используются в качестве резервных реле тока, которые при необходимости могут быть задействованы в проекте. По умолчанию это резервные реле тока с независимой регулируемой уставкой срабатывания и коэффициентом возврата. Каждое из реле имеет свою независимую выдержку времени на срабатывание (см. таблицу 28). Сигнал срабатывания доступен в матрице отключения.

1.5.5.2 Функциональная схема дополнительных реле тока представлена на рисунке 20.

Таблица 28 - Выдержки времени реле тока

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
РТ-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание РТ-1	0,5	0,2-100
РТ-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание РТ-2	0,5	0,2-100

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

Инв. № подл. 015/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 31.05.2017
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

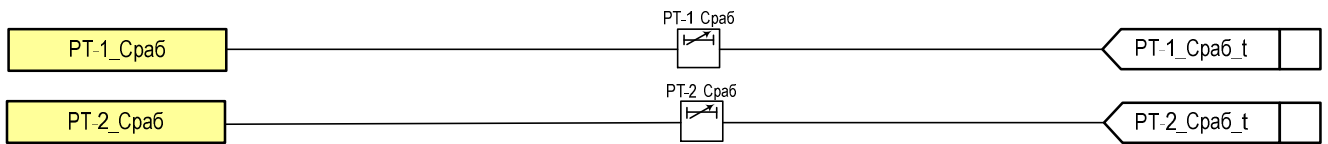


Рисунок 20 - Функциональная схема реле тока

1.5.6 Комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка)

1.5.6.1 Использование функции «комбинированного пуска по напряжению» позволяет лучше отстроиться от нагрузочных токов в случае недостаточного коэффициента чувствительности*. Функция может использоваться независимо для каждой ступени МТЗ (см. таблицу 18). Функциональная схема пуска по напряжению приведена на рисунке 21.

1.5.6.2 Пуск по напряжению формируется:

- при срабатывании реле минимального линейного напряжения «РН ПпН»;
- при срабатывании реле напряжения обратной последовательности – «U2>».

1.5.6.3 Пуск по напряжению автоматически выводится при отключенном положении выключателя. Характеристики ИО «U2>», «РН ПпН» приведены в таблицах 32, 33 соответственно.

1.5.7 Контроль исправности цепей напряжения

1.5.7.1 Контроль исправности цепей напряжения предназначен для блокировки функций терминала, работа которых может привести к излишней работе защит и функций при неисправности цепей ТН. Контроль исправности цепей напряжения представляет собой совокупность нескольких измерительных органов (ИО), объединенных общей логикой (на рисунке 21). Выдержки времени схемы контроля исправности ТН приведены в таблице 29. Программные накладки контроля исправности ТН приведены в таблице 30.

1.5.7.2 Контроль наличия неисправности цепей напряжения осуществляется:

- по факту отсутствия сигнала «Автомат ТН», сигнализирующем о срабатывании защитного автомата вторичных цепей напряжения измерительного ТН собранных по схеме «звезда»;
- по факту срабатывания ИО «КИН»;
- по факту срабатывания ИО «U2>» и отсутствию срабатывания ИО «РТ ЗНР»;
- по факту наличия дискретного сигнала «Неисправность ТН» (виртуальный сигнал, сконфигурированный на дискретный вход), приходящего от другого устройства (например, терминала ТН).

* Коэффициент чувствительности для МТЗ должен быть не менее 1,5 при КЗ в основной зоне защиты и не менее 1,2 при КЗ в зонах резервирования, т.е на предыдущих (нижестоящих) элементах [5].

Инв. № подл.	015/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017				Лист
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					42
Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Таблица 29 – Выдержки времени контроля исправности ТН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
КИН_Сраб	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ТН» от ИО «КИН»	0,5	0 – 1
Неиспр_ТН1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание для фиксации наличия неисправности в цепях ТН1	6	1-20
Неиспр_ТН2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание для фиксации наличия неисправности в цепях ТН2	6	1-20

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

Таблица 30 – Программная накладка контроля положения автомата ТН ввода

Функциональное назначение	Состояние
Режим работы пуска по напряжению	1 – по сраб. ИО «РН ПпН»
	0 – по сраб. ИО «РН ПпН» и/или «U2>>
Контроль неисправности ТН	1 – предусмотрен
	0 – не предусмотрен
Разрешение МТЗ	1 – всегда
	0 – при выводе ДЗ

1.5.7.3 Если у измерительного ТН имеется только одна вторичная обмотка (например НАЛИ-СЭЦ-6(10)-2 У(Т)2), которая соединена по схеме «У», то контроль исправности ТН может быть выполнен только по U2. Если у измерительного ТН имеются две вторичные обмотки (например НАЛИ-СЭЦ-6(10)-1 У(Т)2), соединенные по схемам «У» и «разомкнутый треугольник» соответственно, то возможен любой из способов (U2 или КИН) или оба одновременно. Использование ТН с двумя вторичными обмотками более предпочтительно, так как контроль исправности цепей напряжения получается более быстродействующим способом и позволяет контролировать обрыв нейтрального провода (при применении внешнего резистора).

1.5.7.4 ИО «U2>>» реагирует на действующее значение вектора напряжения обратной последовательности фаз. Расчет вектора напряжения обратной последовательности в ИО «U2>>» производится на основании замера трехфазной системы напряжений по формуле

$$\dot{U}_2 = \frac{1}{3}(\dot{U}_A + \dot{U}_B \cdot e^{-j120^\circ} + \dot{U}_C \cdot e^{j120^\circ}), \quad (9)$$

где e^{-j120° - оператор поворота вектора на 240°;

e^{j120° - оператор поворота вектора на 120°;

$\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ - напряжения фаз А,В,С соответственно.

Контроль исправности ТН по U2 позволит контролировать неисправность первичной обмотки ТН, например, при перегорании одного или двух защитных предохранителей.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

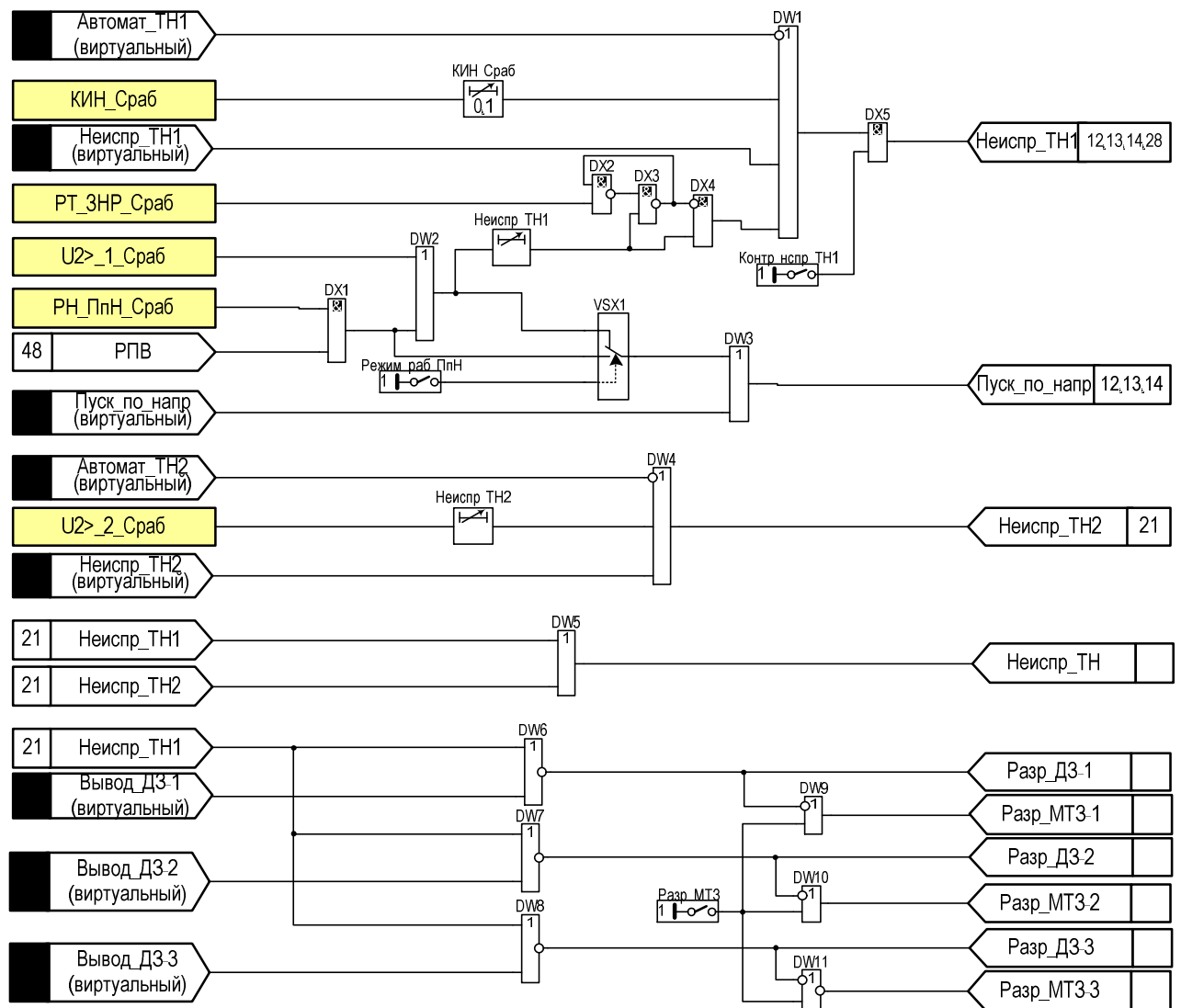


Рисунок 21 – Функциональная схема пуска по напряжению и контроля исправности цепей напряжения

1.5.7.5 Принцип действия ИО «КИН» основан на сравнении разности векторов рассчитанного и измеренного значений напряжения нулевой последовательности. Расчет значения напряжения нулевой последовательности фаз производится программно, путем векторного суммирования измеренных фазных напряжений на вторичных обмотках ТН, собранных по схеме «звезда» (U_Y). Срабатывание ИО «КИН» происходит при разнице значений расчетного напряжения $3U_o$ и измеренного $U_{н-к}$ больше заданной уставки

$$\bar{U}_{сраб.} = 3\bar{U}_{0рас.} - K_0 \cdot \bar{U}_{н-к.}, \quad (10)$$

где $3\bar{U}_{0рас.} = \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C$ – рассчитанное напряжение нулевой последовательности фаз;

$\bar{U}_{н-к.}$ – напряжение нулевой последовательности фаз, измеренное на выводах вторичной обмотки ТН, собранное по схеме «разомкнутый треугольник»;

$K_0 = U_{ном.Y} / U_{ном.Δ}$ – коэффициент приведения, учитывающий различия в номинальных

Инв. № подл.	015/ЭТ
	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

напряжениях вторичных обмоток ТН. Параметры $U_{ном.У}$ и $U_{ном.Δ}$ являются параметрами аналоговых входов, значение которых определяется типом ТН (см. 1.3).

Таблица 31 – Характеристики ИО «КИН»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	1-100	0,01	15
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	

Таблица 32 – Характеристики ИО «U2»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	0,3-200	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	

Таблица 33 – Характеристики ИО минимального напряжения «РН_ПпН», «ЗМН», «РКОН»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	3 – 200	0,01	40
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	1 – 1,5	0,01	1,15
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	

Ив. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

1.5.8 Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1)

Устройство позволяет реализовать сигнализацию возникновения ОЗЗ и определение поврежденного фидера по факту срабатывания измерительных органов, входящих в типовую конфигурацию программного обеспечения терминала.

Следует отметить, что выбор способа реализации защиты от замыкания на землю на объекте определяется принятым режимом заземления нейтрали, параметрами электрических величин нулевой последовательности и предусмотренными проектирующей организацией схмотехническими решениями в части подключения оборудования РЗА.

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

- токовая ненаправленная защита нулевой последовательности от замыкания на землю (ТЗНП) по основной гармонике промышленной частоты (3I₀) с действием либо на отключение, либо на сигнал;

- токовая направленная защита нулевой последовательности 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 нулевой последовательности от замыкания на землю по основной гармонике промышленной частоты (3I₀) с действием либо на отключение, либо на сигнал.

Для сетей с компенсированной нейтралью:

- сигнализация возникновения ОЗЗ с контролем высших гармонических составляющих (ВГ) в токе нулевой последовательности (3I₀);

- 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.

Для сетей с любым видом заземления нейтрали в терминале предусмотрена:

- общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ по напряжению нулевой последовательности (3U₀) промышленной частоты.

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

Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью представлена на рисунке 22. Программные накладки и выдержки времени ЗОЗЗ-1 приведены в таблицах 34 и 35 соответственно.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					Лист
							1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

Таблица 34 – Программные накладки 3ОЗ3-1

Имя	Название	Состояние
Контр_3Uo	Контроль напряжения 3Uo	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена
Контр_напр	Контроль направленности 3ОЗ3-1	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена

Таблица 35 – Выдержки времени 3ОЗ3-1

Имя	Название	Диапазон значений* (от 0 до 9999 с)
3Uo Сигн	Выдержка времени на срабатывание	0,03 с
3ОЗ3_Сраб	Выдержка времени на срабатывание	0,5 с
3ОЗ3_Сигн	Выдержка времени на сигнализацию	1 с

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

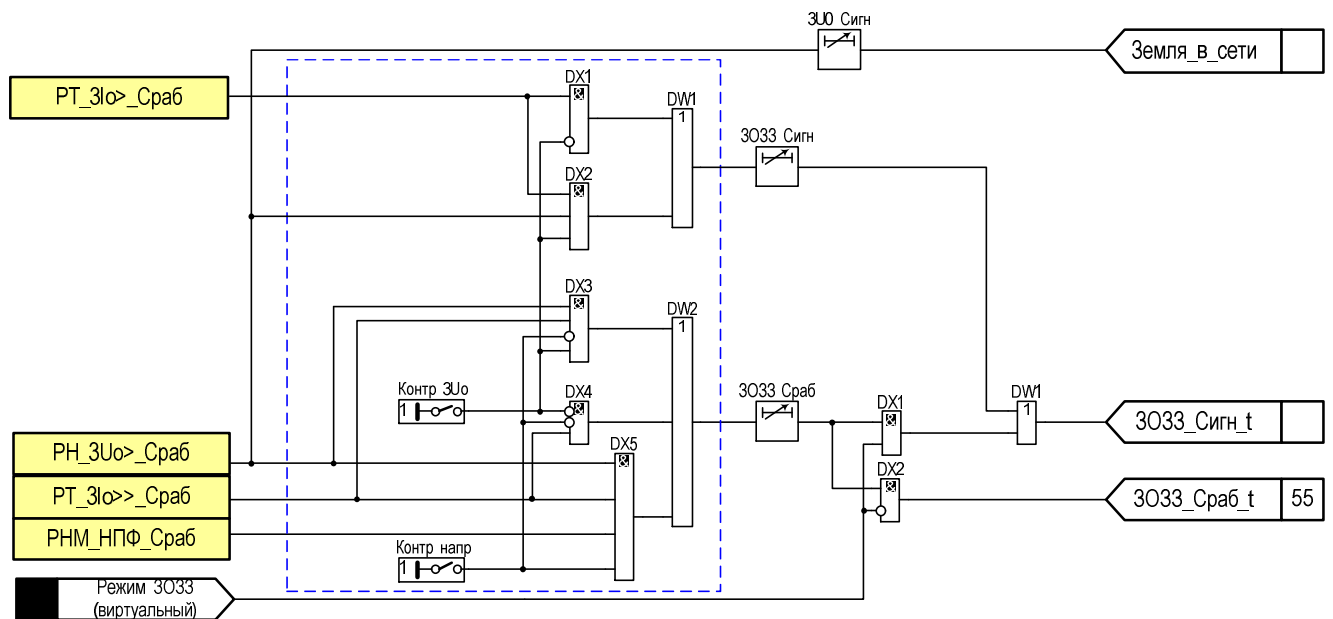


Рисунок 22 – Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью

1.5.8.1 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 (3Uo).

1.5.8.1.1 Сигнализация о возникновении ОЗЗ формируется при появлении сигнала «Земля в сети» (факту срабатывания ИО «3Uo>») и набору выдержки времени на срабатывание - «3Uo_Сигн». Выдержка времени «3Uo_Сигн» 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).

Инв. № подл.	015/Э7
	Петрова 31.05.2017
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.8.1.2 По принципу действия ИО напряжения «3Uo» является измерительным органом максимального действия и осуществляет сравнение действующего значения, подводимого к нему напряжения нулевой последовательности (3Uo) промышленной частоты с заданной уставкой срабатывания. Характеристики ИО напряжения «3Uo» приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Характеристики ИО напряжения 3ОЗЗ – «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. Погрешности: - основная погрешность напряжения срабатывания, %, не более; -дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; -дополнительная погрешность напряжения срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц		30 5 10 7 10	

1.5.8.1.3 Выбор уставки срабатывания ИО «3Uo» рекомендуется производить с учетом отстройки от составляющей напряжения небаланса в напряжении нулевой последовательности и максимально возможного в эксплуатации напряжения смещения нейтрали. Последнее 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 [9, раздел 5; 10, раздел 2].

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.

Инд. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Зам.	ЭКРА.1051-2017
Подп.	Петрова
Дата	31.05.17
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

1.5.8.2 Токовая ненаправленная защита нулевой последовательности от замыкания на землю (ТЗНП) по основной гармонике промышленной частоты (3I₀).

1.5.8.2.1 ТЗНП предназначена для выявления однофазного замыкания на землю в сетях (6-35) кВ с изолированной нейтралью, высокоомным или низкоомным резистивным заземлением нейтрали. Защита выполнена с контролем тока нулевой последовательности (3I₀) промышленной частоты защищаемого присоединения (с одной воздействующей входной величиной).

1.5.8.2.2 Логический сигнал о срабатывании защиты формируется при появлении сигнала «3O33_Сраб», сформированного по факту срабатывания ИО «РТ_3I₀>>_Сраб» и набору заданной выдержки времени на срабатывание «3O33_Сраб». Характеристики измерительного органа «РТ_3I₀>>_Сраб» приведены в таблице 37.

Таблица 37 – Характеристики ИО «РТ_3I₀>», «РТ_3I₀>>», «РТ_3I₀>>>»

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 -дополнительная погрешность тока срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; -дополнительная погрешность тока срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	5 10 7 10	

При выборе уставки срабатывания ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью следует помнить, что по принципу действия такая защита реагирует на ток нулевой последовательности (3I₀) 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

Ив. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ		Лист
		49

в нейтрали сети при возникновении однофазного замыкания на землю, значительно больше ожидаемого тока небаланса ТНП ($I_a > I_{нб}$).

1.5.8.2.3 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 ($3U_0$), т.е с контролем $3U_0$. Ввод или вывод режима пуска по $3U_0$ осуществляется путем задания состояния одноименной программной накладки «Контр_3U0» (рисунок 22).

1.5.8.2.4 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_{Σ}). При коэффициенте чувствительности, равном 1,5, допустимое значение ($C_{фид}/C_{\Sigma}$) составляет около 15 %.

В том случае, если емкости отдельных защищаемых линий сети с изолированной нейтралью превышают предельное значение ($C_{фид}/C_{\Sigma} > 0,15$), то рекомендуется применение направленной токовой защиты от замыкания на землю, действие которой, как известно, основано на том, что направление токов в поврежденной и неповрежденной линии отличается на 180 градусов.

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 ($k_{\chi}=2$).

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 ($k_{бр}=2$). Дополнительный коэффициент отстройки при выборе уставки рекомендуется принимать 1,1 ($k_{отс}=1,1$).

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 ($C_{фид}/C_{\Sigma}$) составляет до 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 ($k_{бр}=1$). Дополнительный коэффициент отстройки при выборе уставки рекомендуется принимать 1,1 ($k_{отс}=1,1$). Расчетный коэффициент чувствительности защиты при выборе уставок может быть принят от

Инд. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1,2 до (1,5 - 2), где минимальные значения $k_c=1,2$ соответствует случаю для защит с действием на сигнал и $k_c=1,5$ для защит с действием на отключение).

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

1.5.8.3.1 ТНЗНП предназначена для выявления однофазного замыкания на землю в сетях (6-35) 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).

1.5.8.3.2 ТНЗНП применяют в том случае, когда не обеспечиваются условия применимости ТНЗНП (см. выше 1.5.8.2.3: $I_{c_{фид}}/I_{c_{\Sigma}} \leq 0,15$), определяемые соотношением между суммарным емкостным током сети ($I_{c_{\Sigma}}$) и собственным емкостным током защищаемого фидера ($I_{c_{фид}}$).

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

- прямое направление (ОЗЗ в защищаемом направлении):

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

- обратное направление (ОЗЗ «за спиной»):

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

где φ_{Σ} – 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 $3I_0$ 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° .

Инв. № подл.	015/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017				Лист
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					51
Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

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

$$3I_{0пов} > I_{0с.з.min};$$

$$3U_0 > U_{0с.з};$$

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

где $\varphi_з$ – 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 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 сигнал от измерительного органа «РНМ_НПФ» (см. таблицу 38). Срабатывание происходит, если величины тока и напряжения нулевой последовательности больше, чем соответствующие

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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 23. 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.

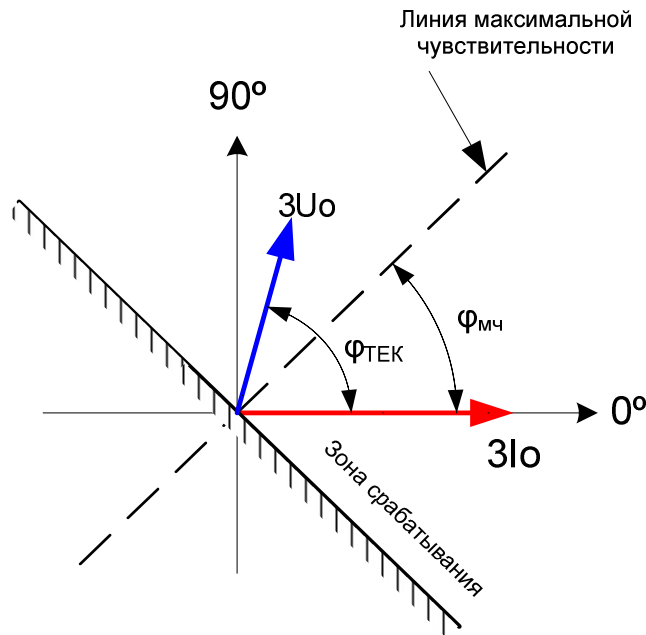


Рисунок 23 – Векторная диаграмма РНМ нулевой последовательности

Таблица 38 – Характеристики РНМ нулевой последовательности ЗОЗЗ – ИО «РНМ_НПФ»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания относительно номинального тока датчика, о.е	$(0,005 - 2,6) \cdot I_{ном}$	1 мА
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
$\varphi_{МЧ}$ - угол максимальной чувствительности, 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; - дополнительная погрешность срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	5	
	7	
	10	

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 38

Наименование параметра	Значение
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; -дополнительная погрешность определения границ зоны срабатывания в расширенном диапазоне частот, градус, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	0,5 1 0,5 1
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; -дополнительная погрешность определения границ зоны срабатывания в расширенном диапазоне частот, градус, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	0,5 1 0,5 1

1.5.9 Защита от двойных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2)

Срабатывание защиты формируется:

- при срабатывании реле тока, подключенного к трансформатору тока нулевой последовательности фаз (3Io>>> Сраб);
- при срабатывании реле токовой отсечки нулевой последовательности фаз (РТ_ТОНП).

1.5.9.1 Защита от двойных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2) предназначена для работы в случаях, когда одно место пробоя находится на фазе защищаемого фидера, а второе – на другой фазе любого из присоединений, гальванически связанного с защищаемым фидером. При таком виде повреждения возможно протекание токов, близких по величине к току двухфазного КЗ. В этом случае для предотвращения значительных повреждений необходимо обеспечить максимально быстрое отключение защищаемого объекта без выдержки времени (или с минимально возможной). Рекомендуемое значение уставки срабатывания 100 А (по первичному току). При такой уставке обеспечивается достаточно надежная отстройка защиты от токов переходного процесса при внешних коротких замыканиях и пусковых режимах и одновременно обеспечивается высокая чувствительность измерительного органа, поскольку токи двойного замыкания на землю значительно больше 100 А.

1.5.9.2 Функциональная схема реализации в терминале защиты от двойного замыкания на землю представлена на рисунке 24. Выдержки времени представлены в таблице 39.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ			Лист

1.5.9.3 Реле тока нулевой последовательности фаз «3Io>>>» по принципу действия является максимальным. Характеристики ИО «3Io>>>» приведены в таблице 37.

1.5.9.4 Реле токовой отсечки нулевой последовательности фаз «РТ ТОНП» предназначено для реализации ЗОЗЗ-2 при отсутствия возможности подключения к ТТНП. «РТ ТОНП» подключается к группе аналоговых цепей «I Y» (см. схему подключения).

1.5.9.5 ИО «РТ ТОНП» реагирует на утроенный ток нулевой последовательности фаз, рассчитанного по формуле

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C, \quad (11)$$

где $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ - вектора фазных токов защищаемого присоединения.

Характеристики ИО «РТ ТОНП» приведены в таблице 40.

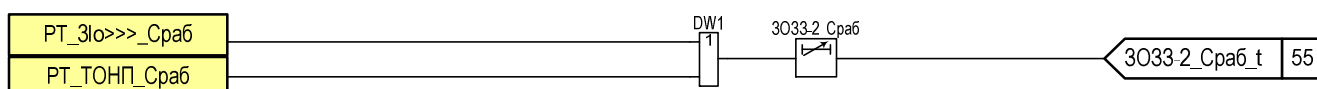


Рисунок 24 – Функциональная схема реализации в терминале защиты от двойного замыкания на землю (ЗОЗЗ-2)

Таблица 39 – Выдержки времени ЗОЗЗ-2

Имя	Название	Диапазон значений* (от 0 до 9999 с)
ЗОЗЗ-2_Сраб	Выдержка времени на срабатывание.	Значение по умолчанию: 0,1 с.

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

Таблица 40 – Характеристики ИО «РТ ТОНП»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Уставка по току срабатывания относительно номинального тока датчика (регулируемая), А	0,008 – 6	0,001
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	
- дополнительная погрешность тока срабатывания в расширенном диапазоне частот, % не более:		
- от 3 до 47 Гц;	7	
- от 53 до 80 Гц	10	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инв. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.10 Защита от несимметричного режима (ЗНР)

1.5.10.1 ЗНР выполнена одноступенчатой с независимой выдержкой времени на срабатывание (см. таблицу 42). Воздействие по факту срабатывания защиты может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Функциональная схема приведена на рисунке 25.

1.5.10.2 Защита подключается к группе аналоговых цепей «I Y» (см. схему подключения).

1.5.10.3 ИО «РТ_ЗНР» реагирует на величину отношения тока обратной последовательности I_2 к току прямой последовательности I_1 , рассчитанных по формулам (12) и (13). Характеристика ИО «РТ ЗНР» приведена в таблице 41.

$$\dot{I}_1 = \frac{1}{3}(\dot{I}_A + \dot{I}_B \cdot e^{j120^\circ} + \dot{I}_C \cdot e^{-j120^\circ}), \quad (12)$$

$$\dot{I}_2 = \frac{1}{3}(\dot{I}_A + \dot{I}_B \cdot e^{-j120^\circ} + \dot{I}_C \cdot e^{j120^\circ}), \quad (13)$$

где e^{-j120° - оператор поворота вектора на 240° ;

e^{j120° - оператор поворота вектора на 120° .

Срабатывание ИО «РТ ЗНР» происходит в случае, если отношение I_2 к I_1 больше уставки срабатывания – K . Уставка задается в процентах и выбирается в соответствии с формулой (14). В ИО предусмотрен контроль минимального значения тока I_1 , при котором производится расчет соотношения (уставка задается в номиналах).

В нормальном режиме работы соотношение I_2 к I_1 близко к нулю, а при обрыве одной из фаз соотношение становится близко к единице

$$K < \frac{|I_2|}{|I_1|} \cdot 100 \% \quad (14)$$

Таблица 41 – Характеристики ИО защиты несимметричного режима «РТ_ЗНР»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Коэффициент несимметрии K , %	10 – 100	0,01
Коэффициент возврата K регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Минимальное значение тока I_1 , при котором производится расчет соотношения, о.е	0,05 – 1	0,01
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности: - основная погрешность уставки K срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность уставки K срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; - дополнительная погрешность уставки K срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более:	5	
- от 3 до 47 Гц;	10	
- от 53 до 80 Гц	7	
	10	

Инд. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

Инд. № подл.	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

РТ_ЗНР_Сраб

ЗНР Сраб



ЗНР_Сраб_t 55

Рисунок 25 - Фрагмент функциональной схемы ЗНР

Таблица 42 – Выдержки времени ЗНР

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон, с
ЗНР_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗНР	1	0,2 – 100

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

1.5.11 Контроль исправности цепей переменного тока (КИТ)

1.5.11.1 Контроль исправности цепей переменного тока предназначен для сигнализации обрыва вторичных цепей ТТ. Фрагмент функциональной схемы КИТ приведен на рисунке 27. Выдержки времени схемы КИТ приведены в таблице 44.

1.5.11.2 Контроль наличия неисправности цепей тока осуществляется:

- по факту срабатывания ИО «КИТ»;
- по факту срабатывания ИО «РТ ЗНР» и отсутствию срабатывания ИО «U2» (см. 1.5.10.3, 1.5.7.3 соответственно).

1.5.11.3 Использование ИО «КИТ» возможно только при установке ТТ во всех трех фазах и наличии ТТНП.

1.5.11.4 Принцип работы ИО «КИТ» основан на сравнении вычисленного тока нулевой последовательности в цепи трехфазной группы ТТ и измеренного значения тока нулевой последовательности во вторичной обмотке ТТНП. Расчет значения тока нулевой последовательности фаз производится программно, путем векторного суммирования измеренных фазных токов во вторичной обмотке ТТ, собранных по схеме «звезда» (I_Y).

Срабатывание ИО «КИТ» происходит при превышении уставки разностью значений вычисленного и измеренного тока нулевой последовательности

$$I_{del} = \frac{1}{3} \cdot \left| (3I_0 - I_{ТТНП1}) \right| = \frac{1}{3} \cdot \left| (I_A + I_B + I_C) - K_0 \cdot (I_{ТТНП1}) \right|, \quad (15)$$

где I_A, I_B, I_C - вектора фазных токов защищаемого присоединения;

$K_0 = I_{ном.Y} / I_{ном.ТТНП1}$ – коэффициент приведения, учитывающий различия в номинальных токах вторичных обмоток ТТ и ТТНП. Параметры $I_{ном.Y}$ и $I_{ном.ТТНП1}$ являются параметрами аналоговых входов, значение которых определяется типом ТН (см. 1.3).

Характеристики ИО «КИТ» представлены в таблице 43. В ИО «КИТ» предусмотрена возможность торможения срабатывания ИО при близких КЗ, в результате которых возможно насыщение ТТ или ТТНП. Тормозной ток определяется как максимальный ток из трех фаз

$$|I_T| = \max(|I_A|, |I_B|, |I_C|), \quad (16)$$

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

где $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ - вектора фазных токов защищаемого присоединения.

Характеристика срабатывания ИО «КИТ» приведена на рисунке 26.

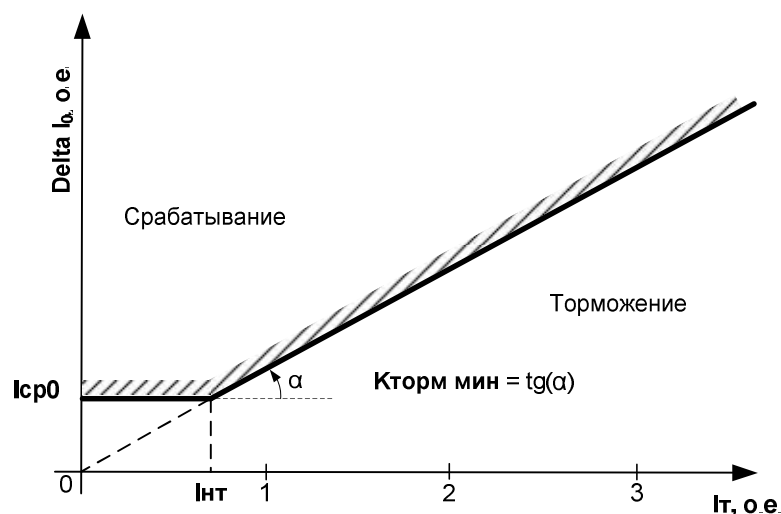


Рисунок 26 – Характеристика срабатывания ИО «КИТ»

Таблица 43 – Характеристики ИО «КИТ»

Наименование уставок	Обозначение уставок	ед. изм.	Диапазон уставок			Значение по умолч.
			мин	макс	шаг	
Начальный ток срабатывания	$I_{сп0}$	о.е.	0,10	1	0,01	0,20
Коэффициент торможения	K_T	-	0,0	2	0,01	0,5
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более			40			
Погрешности:						
- основная погрешность уставки K срабатывания, %, не более;			5			
- дополнительная погрешность уставки K срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;			10			
- дополнительная погрешность уставки K срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более:						
- от 3 до 47 Гц;			7			
- от 53 до 80 Гц			10			

1.5.11.5 Ток срабатывания – $I_{сп0}$ рассчитывается по условию отстройки от тока небаланса – $I_{нб(ном)}$

$$I_{сп.0} \geq k_{отс} \cdot I_{нб(ном)}, \quad (17)$$

где $k_{отс}$ – коэффициент отстройки, учитывающий погрешность работы защиты и необходимый запас, принимаемый равным 1,2.

Ток небаланса нормального режима определяется по выражению

$$I_{нб(ном)} = \left(k_{одн} \cdot \varepsilon + \Delta f_{выр} \right) \cdot I_{ном}, \quad (18)$$

где $k_{одн}$ – коэффициент однотипности ТТ; $k_{одн} = 1,0$ (так как ТТ и ТТНП разнотипные);

Инд. № подл.	015/ЭТ
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ε_* – полная погрешность ТТ;

$\Delta f_{\text{выр}}^*$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч, $\Delta f_{\text{выр}}^* \approx 0,02$;

$I_{\text{ном}}$ – номинальный ток (первичный), А (см. 1.3).

Начальный ток срабатывания в проектных расчетах можно принять равным 0,2 о.е., в ходе дальнейшей эксплуатации значение уставки ($I_{\text{ср0}}$) может быть скорректировано.

Коэффициент торможения (K_T) выбирается по условию отстройки защиты от максимальных токов небаланса, вызванных погрешностями ТТ при внешних трехфазных КЗ по выражению

$$k_T = \frac{k_{\text{отс}} \cdot I_{\text{нб(мак)}}}{I_T}, \quad (19)$$

где $k_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, учитывающий погрешность защиты, приближенность расчета токов КЗ и необходимый запас, $k_{\text{отс}}$ принимается равным 2;

$I_{\text{нб(мак)}}$ – максимальный ток небаланса при внешнем трехфазном КЗ;

I_T – ток торможения в рассматриваемом режиме.

Максимальный ток небаланса при внешнем трехфазном КЗ или асинхронном ходе

$$I_{\text{нб(мак)}} = \left(k_{\text{АП}} \cdot k_{\text{одн}} \cdot \varepsilon_* + \Delta f_{\text{выр}}^* \right) \cdot I_{\text{скв(мак)}}, \quad (20)$$

где $k_{\text{АП}}$ – коэффициент, учитывающий наличие апериодической слагающей тока, $k_{\text{АП}}$ принимается равным 2;

$I_{\text{скв(мак)}}$ – максимальный сквозной ток, А.

Максимальный сквозной ток определяется по выражению

$$I_{\text{скв(мак)}} = \max[I_{\text{вн.КЗ}} \cdot I_{\text{АХ}}], \quad (21)$$

где $I_{\text{вн.КЗ}}$ – ток в при внешнем трехфазном КЗ, А;

$I_{\text{АХ}}$ – ток в цепи при асинхронном ходе или несинхронном включении (если такой режим возможен), А.

Ток торможения в режиме протекания максимальных сквозных токов определяется по выражению

$$I_T = \sqrt{I_{\text{скв(мак)}} \cdot (I_{\text{скв(мак)}} - I_{\text{нб(мак)}}) \cdot \cos \alpha}, \quad (22)$$

где α – угол между векторами рассчитанного и измеренного токов нулевой последовательности; в проектных расчетах может быть принят от 10° до 20° .

Рекомендуемое значение уставки $K_T = 0,5$.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
						Лист
						59

Таблица 44 - Выдержки времени КИТ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
КИТ_Сраб	Выдержка времени при срабатывании защиты	0,5	0 – 1
Неиспр_ТТ	Выдержка времени на формирование сигнала	2	1-20

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

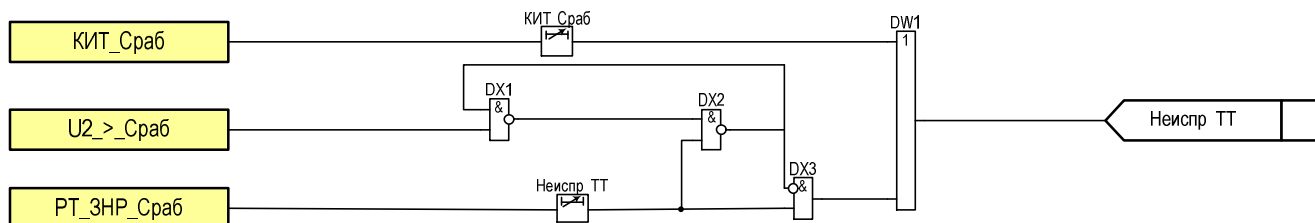


Рисунок 27 – Фрагмент функциональной схемы КИТ

1.5.12 Защита от минимального напряжения (ЗМН)

1.5.12.1 Защита минимального напряжения предназначена для отключения части неотвеченных механизмов либо защищаемой электроустановки при исчезновении или снижении напряжения на секции со стороны питания рабочего источника до $0,7 \cdot U_{ном}$ и ниже, а также для облегчения условий восстановления напряжения после отключения КЗ и обеспечения условий самозапуска ответственных механизмов (если таковые имеются).

1.5.12.2 ЗМН имеет две ступени: ЗМН-1 и ЗМН-2. Ступень представляет собой совокупность нескольких измерительных органов, объединенных общей логикой.

1.5.12.3 Каждая из ступеней использует индивидуальный ИО минимального напряжения («РН ЗМН-1, «РН ЗМН-2» соответственно) и независимую выдержку времени на срабатывание. ИО ЗМН подключаются к вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - UY.

1.5.12.4 Воздействие каждой из ступеней может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Длительность срабатывания ограничена формирователем импульсов с прерыванием. Действие ЗМН блокируется при наличии сигнала «ЗМН заблокировано», формирующегося при наличии неисправности цепей напряжения (см. 1.5.7) или наличии внешнего дискретного сигнала «Блокировка ЗМН».

1.5.12.5 Срабатывание ступени ЗМН происходит при симметричном снижении всех трех измеряемых линейных напряжений - (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) ниже уставки срабатывания и включенном положении выключателя (отсутствие сигнала «РПО»). Функциональная схема ЗМН приведена на рисунке 28. Выдержки времени ЗМН приведены в таблице 45.

Инв. № подл.	015/ЭТ
	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. дата

Петрова 31.05.2017

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 45 – Выдержки времени ЗМН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ЗМН-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-1	0,5	0,2 – 100
ТМО11	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10
ЗМН-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-2	8	0,2 – 100
ТМО12	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10

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

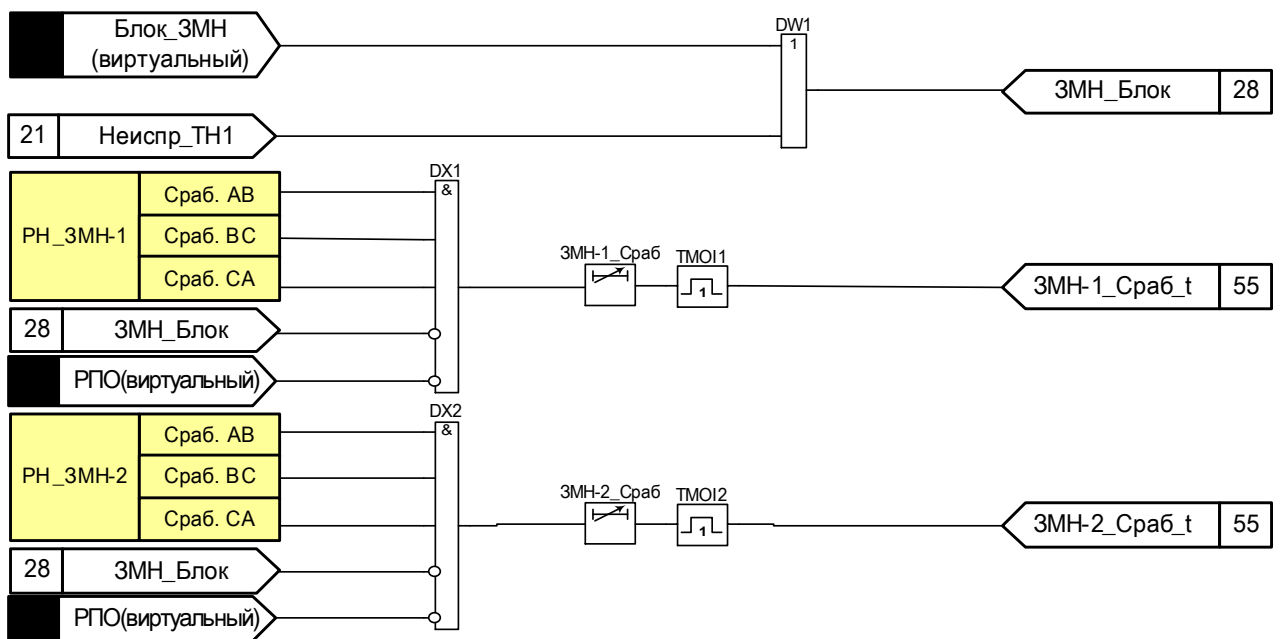


Рисунок 28 – Фрагмент функциональной схемы ЗМН

1.5.13 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

1.5.13.1 ЗПН предназначена для предотвращения длительной работы оборудования при напряжении больше значения допустимого по условию эксплуатации. Воздействие может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28).

1.5.13.2 ЗПН выполнена одноступенчатой. Защита выполнена с применением ИО максимального напряжения и независимой выдержки времени на срабатывание (см. таблицу 46). ИО подключаются ко вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - UY. Срабатывание ЗПН происходит при превышении любым из измеряемых линейных напряжений уставки срабатывания и наборе выдержки времени на срабатывание. Функциональная схема ЗПН приведена на рисунке 29. Характеристики ИО приведены в таблице 47.

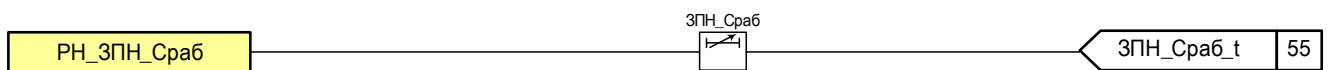


Рисунок 29 - Фрагмент функциональной схемы ЗПН

Инв. № подл.	015/Э7
	Изм Лист
Взам. инв. №	Петрова 31.05.2017
	Дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата
	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 46 – Выдержка времени ЗПН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗПН_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗПН	0,5	0,2 – 100

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

Таблица 47 – Характеристики ИО максимального напряжения – «ЗПН», «РКНН»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Напряжение срабатывания, В	3 – 264	0,01
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	1 – 1,5	0,01
Время срабатывания при скачкообразном изменении входного напряжения с 0 до 1,2 по отношению к уставке срабатывания, с, не более	0,03	
Погрешности: - основная погрешность напряжения срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; - дополнительная погрешность напряжения срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	5 10 7 10	

1.5.14 Контроль напряжения

1.5.14.1 Контроль напряжения секций шин выполнен в соответствии с рисунком 30 при срабатывании соответствующих реле контроля линейного напряжения.

1.5.14.2 Контроль напряжения в большинстве случаев задействован в организации работы вспомогательных систем.

1.5.14.3 В зависимости от состояния программной накладки «Выбор контроля напряжения» (см. таблицу 48) КНН и КОН может быть выполнен двумя способами:

- с использованием соответствующих реле контроля напряжения (РКНН, РКОН), имеющих регулируемую уставку срабатывания и регулируемый коэффициент возврата;
- по внешнему дискретному сигналу «Контроль наличия напряжения».

1.5.14.4 При выборе режима контроля наличия напряжения по дискретному сигналу функция контроля синхронизма (КС) напряжений на секции и на вводе блокируется.

ИО РКНН и РКОН подключаются к вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - УУ. Характеристики ИО приведены в таблицах 33, 47. Формирование сигнала «Контроль отсутствия напряжения» блокируется при наличии неисправности цепей трансформатора напряжения.

1.5.14.5 Сигнал «Разрешение включения» формируется:

- при величине напряжения на секции меньше чем уставка срабатывания РКОН с одновременным отсутствием сигнала о неисправности ТН1 (ТН2).

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- при наличии сигнала «Наличие синхронизма» функции КС;
- при выводе функции КС с помощью дискретного сигнала «Вывод КС», сконфигурированного на дискретный вход терминала.

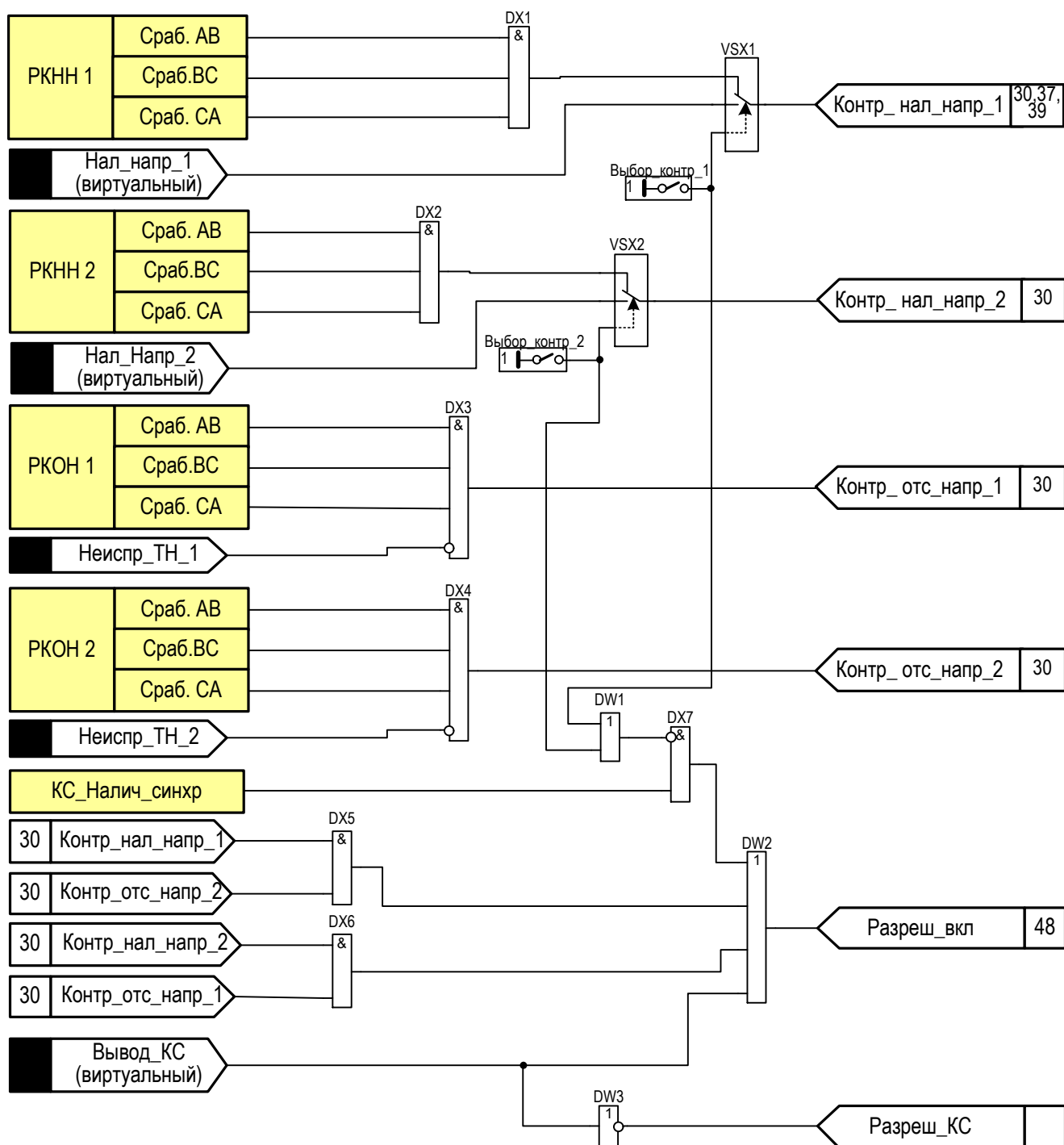


Рисунок 30 – Фрагмент функциональной схемы контроля напряжения

Таблица 48 – Программные накладные схемы контроля напряжения

Имя	Название	Состояние
Выбор_контр_1	Выбор контроля напряжения ТН1	1 - по дискретному сигналу
		0 - по аналоговому сигналу
Выбор_контр_2	Выбор контроля напряжения ТН2	1 - по дискретному сигналу
		0 - по аналоговому сигналу

Инв. № подл.	015/ЭТ
	1
Взам. инв. №	Зам.
	Изм
Инв. № дубл.	ЭКРА.1051-2017
	№ докум.
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
	Подп.
Подп. дата	Петрова 31.05.2017
	Дата

1.5.15 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

1.5.15.1 УРОВ служит для резервирования отказа выключателя при действии защит.

1.5.15.2 При действии «внешних» защит (сигнал «Внешнее УРОВ») формируется сигнал «УРОВ на себя», который действует в цепь отключения. Тем самым выполняется функция резервирование «нижестоящего» выключателя, который по каким-либо причинам не смог отключиться при действии «своих» защит. В зависимости от состояния программных накладок (см. таблицу 49) сигнал «УРОВ на себя» может быть выполнен с контролем тока, а также являться пусковым условием для собственной схемы УРОВ. Контроль тока осуществлен по срабатыванию ИО токовых защит (сигнал «Пуск МТЗ»). При длительном наличии сигнала «Внешнее УРОВ» формируется сигнализация о неисправности в цепи УРОВ. Время, определяющее наличие неисправности в цепи УРОВ, задается соответствующей выдержкой времени (см. таблицу 50), уставка которой должна быть больше чем время действия всех «нижестоящих» защит с учетом времени отключения выключателей.

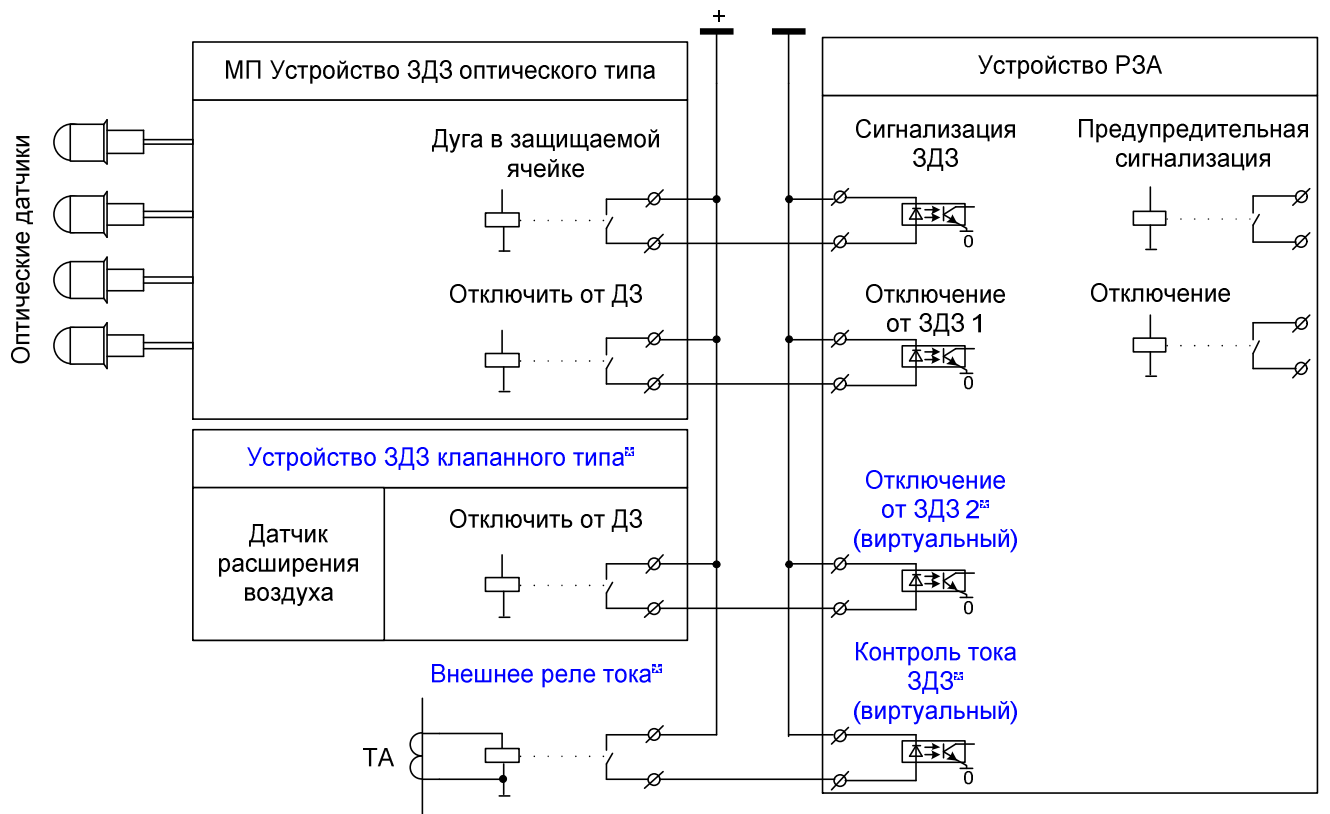
1.5.15.3 При срабатывании защит возможно формирование пуска схемы УРОВ защищаемого присоединения (ввод/вывод функции осуществляется соответствующей программной накладкой, оперативный вывод УРОВ осуществляется с использованием одноименного дискретного входа). Перечень защит, формирующих пуск схемы УРОВ, конфигурируется с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28).

1.5.15.4 Функциональная схема организации УРОВ приведена на рисунке 32 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании). Схема выполнена с применением асинхронного RS-триггера с приоритетом по R (DS1). Пусковым условием является общий сигнал «Пуск УРОВ», который формируется посредством «Матрицы отключения», а также наличие дискретного сигнала «Внешнее УРОВ» от устройства защиты отходящих присоединений секции. Сброс триггера происходит после возврата РТ_УРОВ, свидетельствующего об отсутствии тока в защищаемой цепи. Если в течение выдержки времени «УРОВ_Пуск» не произойдет сброс триггера (факт наличия отказа выключателя), сформируется сигнал «УРОВ_Пуск», который подействует на реле «Пуск_УРОВ», которое своими контактами сформирует сигнал на вышестоящий терминал защиты. При наличии дискретного сигнала «Вывод_УРОВ» сигнал «УРОВ_Пуск» не формируется.

При наличии дискретного сигнала «Внешнее_УРОВ» происходит формирование сигнала «УРОВ_на_себя», который подействует на отключение «своего» выключателя. Если этот дискретный сигнал не исчезнет в течение выдержки времени «Неиспр_внеш_УРОВ», сформируется сигнал «Неисправность_внешнего_УРОВ», который просигнализирует о неисправности нижестоящего устройства защиты.

Инд. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 31.05.2017

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



⚠ Необходимость уточняется при конкретном проектировании

Рисунок 31 – Структурная схема УРОВ

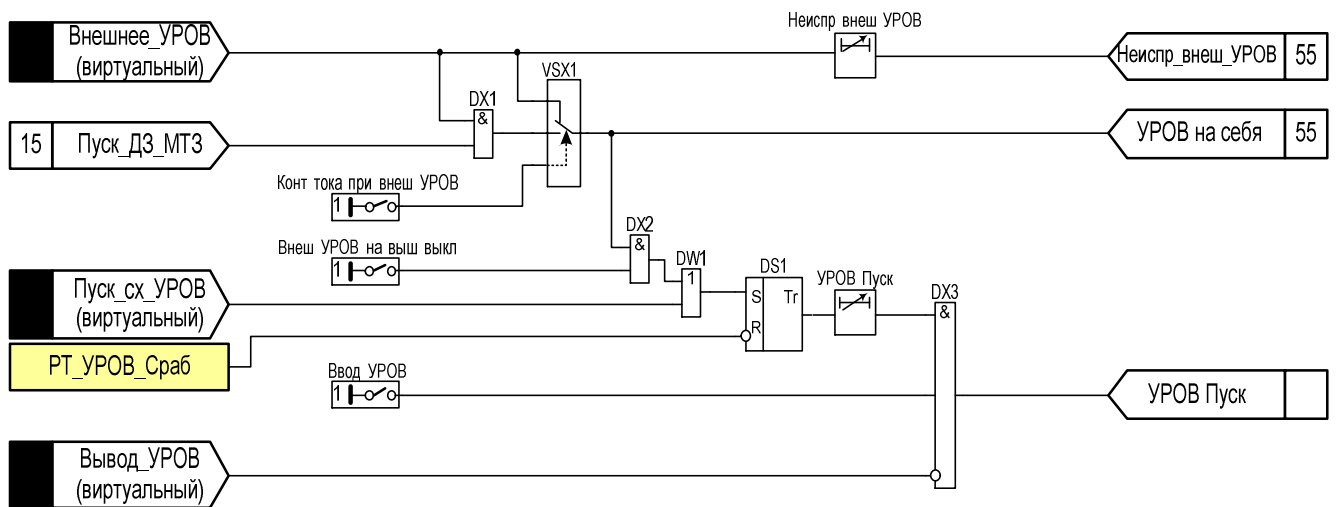


Рисунок 32 - Фрагмент функциональной схемы УРОВ

Таблица 49 – Программные накладки УРОВ

Имя	Название	Состояние
Ввод_УРОВ	Ввод УРОВ	1 - введено
		0 - выведено
Конт_тока_при_внеш_УРОВ	Контроль тока при внешнем УРОВ	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Внеш_УРОВ_на_выш_выкл	Внешний УРОВ на вышестоящий выключатель	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Инв. № подл. 015/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 31.05.2017
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 50 – Выдержки времени УРОВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Неиспр_внеш_УРОВ	Регулируемая выдержка времени на срабатывание для фиксации наличия неисправности в цепях внешнего УРОВ	15	1 – 120
УРОВ_Пуск	Регулируемая выдержка времени на срабатывание УРОВ	0,5	0,01 – 10

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

1.5.16 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

1.5.16.1 ЗДЗ предназначена для быстрого устранения дуговых замыканий в отсеках сборных шин и элементов ошинок распределительных устройств (РУ). Функция ЗДЗ принимает внешний дискретный сигнал от устройства дуговой защиты, реагирующего на различные физические явления, сопровождающие дуговые замыкания (расширение воздуха при горении дуги, вспышка света). Структурная схема организации ЗДЗ приведена на рисунке 33 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании).

1.5.16.2 Для увеличения надежности и отстройки от ложных срабатываний применяется контроль протекания тока КЗ, данная возможность может быть выведена с помощью соответствующей программной накладки (см. таблицу 51). «Контроль тока ЗДЗ» осуществляется по наличию следующих событий: пуск МТЗ ввода, наличие внешнего дискретного сигнала «Контроль тока», сформированного внешним реле тока. Способы реализации ЗДЗ определяются при конкретном проектировании. Если сформирован сигнал «Отключение от ЗДЗ» и за время, заданное выдержкой времени «ЗДЗ_Неиспр» (см. таблицу 52), не сформируется хотя бы один сигнал, свидетельствующий о наличии тока, то сформируется сигнализация о неисправности в цепи дуговой защиты.

1.5.16.3 ЗДЗ имеет две независимые выдержки времени на срабатывание (см. таблицу 52), воздействия после набора каждой из них могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28).

1.5.16.4 Для повышения удобства обслуживающего персонала при выявлении места возникновения дугового замыкания в терминалах предусмотрена возможность сигнализации о месте замыкания. Для этого используется дискретный вход «Сигнализация ЗДЗ», подключенный к централизованному устройству дуговой защиты. Для исключения ложных срабатываний цепи сигнализации в логике формирования сигнализации ЗДЗ предусмотрена одноименная выдержка времени на срабатывание.

1.5.16.5 Фрагмент функциональной схемы ЗДЗ приведен на рисунке 34.

Таблица 51 – Программные накладки ЗДЗ

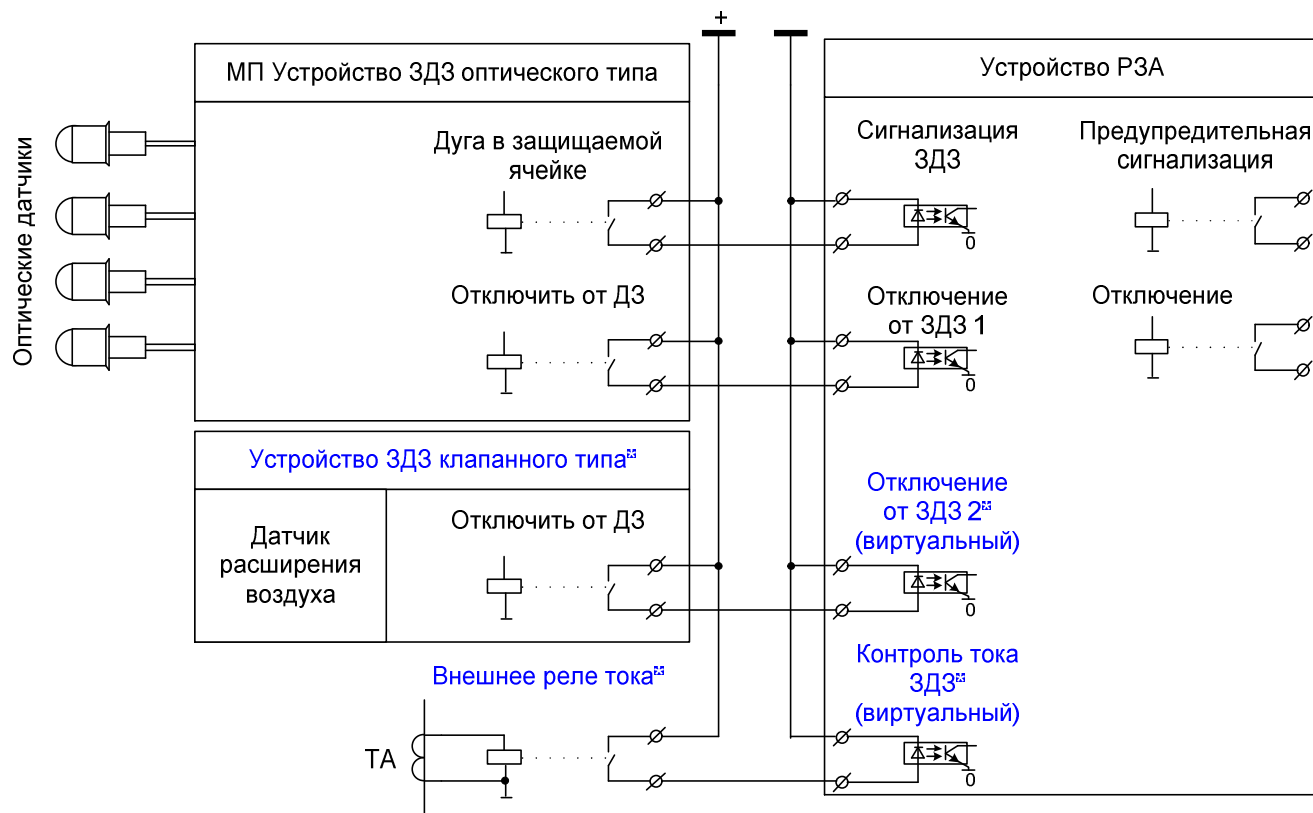
Имя	Название	Состояние
Контр_ЗДЗ_по_току	Контроль ЗДЗ по току	1 - не предусмотрен
		0 - предусмотрен

Инв. № подл.	015/ЭТ
	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. дата

Петрова 31.05.2017

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ



²⁵ Необходимость уточняется при конкретном проектировании

Рисунок 33 – Структурная схема ЗДЗ

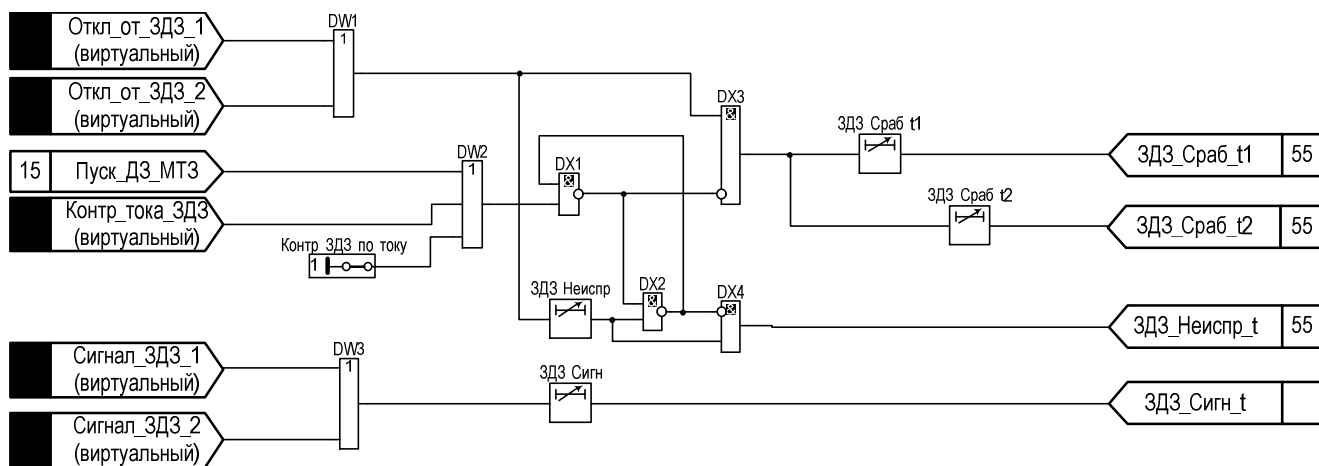


Рисунок 34 - Фрагмент функциональной схемы ЗДЗ

Таблица 52 – Выдержки времени ЗДЗ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗДЗ_Неиспр	Регулируемая выдержка времени при неисправности ЗДЗ	6	0,2 – 100
ЗДЗ_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗДЗ	0,2	0,2 – 100
ЗДЗ_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗДЗ	0,5	0,2 – 100

Инв. № подл. 015/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 31.05.2017
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 52

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗДЗ_Сигн	Регулируемая выдержка времени на сигнализацию ЗДЗ	0,5	0,2 – 100

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

1.5.17 Устройство автоматической частотной разгрузки (АЧР)

1.5.17.1 АЧР принимает сигналы с дискретного входа и после набора соответствующих выдержек времени (см. таблицу 54) действует на отключение. При этом возможно ЧАПВ: от внешнего устройства (дискретный сигнал «ЧАПВ») – внешнее ЧАПВ, и по факту пропадания сигнала АЧР (в течение выдержки времени DT1) – внутреннее ЧАПВ. Программные накладки схемы АЧР приведены в таблице 53. Фрагмент функциональной схемы АЧР приведен на рисунке 35.

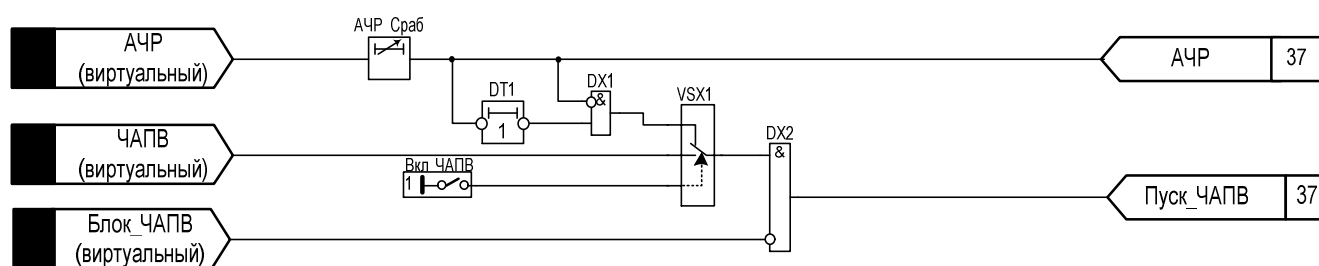


Рисунок 35 - Фрагмент функциональной схемы АЧР

Таблица 53 – Программные накладки АЧР

Имя	Название	Состояние
Вкл_ЧАПВ	Включение ЧАПВ	1 - при внешнем 0 - при внутреннем

Таблица 54 – Выдержки времени АЧР

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
АЧР_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание АЧР	0,01	0,01 – 100
DT1	Технологическая выдержка времени	1	–

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

1.5.18 Частотное АПВ (ЧАПВ)

1.5.18.1 Для ускорения восстановления питания потребителей, отключенных при срабатывании АЧР, применяется специальный вид автоматики – ЧАПВ. Устройство ЧАПВ срабатывает после восстановления частоты в энергосистеме и дает импульс на включение отключенных потребителей.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.18.2 ЧАПВ принимает сигналы с дискретных входов АЧР, РПВ, со схемы запрета ЧАПВ (см. рисунок 36), со схемы АЧР и аварийного отключения в соответствии с рисунком 37. Программные накладки схемы ЧАПВ приведены в таблице 55.

По сигналу «Запрет_ЧАПВ» предусмотрена блокировка ЧАПВ при срабатывании защит, действующих на отключение, и при командном отключении. Предусмотрена возможность работы ЧАПВ с контролем наличия напряжения на секции шин или без контроля в зависимости от выбора режима работы. Пуск схемы ЧАПВ организуется при аварийном отключении выключателя при формировании «цепи несоответствия» (наличие сигналов РФК и РПО).

Схема имеет регулируемые уставки готовности и срабатывания для ЧАПВ. Факт готовности ЧАПВ к действию реализуется, если предварительно выключатель был включен, и произошло его отключение по сигналу АЧР. Выдержка времени готовности (см. таблицу 56) обнуляется при появлении сигнала запрета ЧАПВ. При формировании сигнала пуска ЧАПВ в соответствии с выдержкой времени, а также сигнала готовности, обеспечивается однократный импульсный сигнал на включение выключателя.

Таблица 55 – Программные накладки ЧАПВ

Имя	Название	Состояние
Режим_ЧАПВ	Режим работы ЧАПВ	1 - работа
		0 - вывод

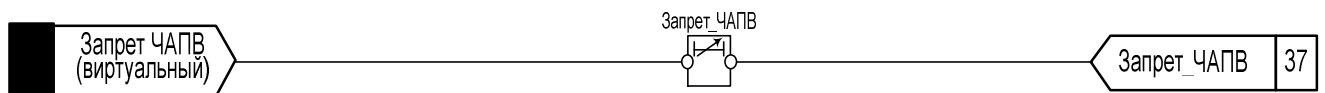


Рисунок 36 - Фрагмент функциональной схемы запрета ЧАПВ

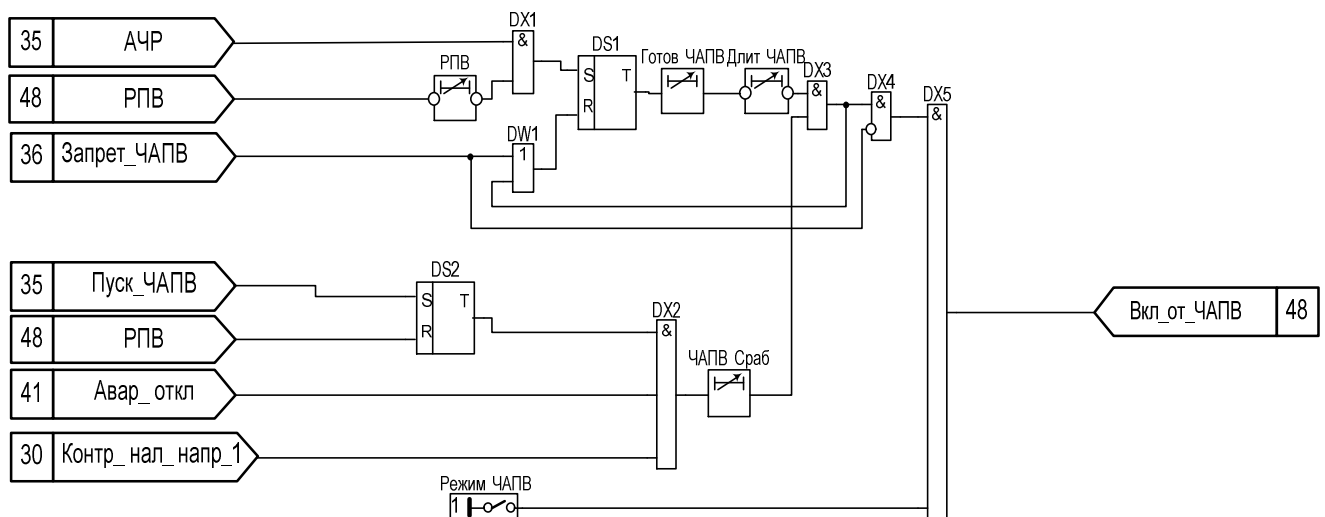


Рисунок 37 - Фрагмент функциональной схемы ЧАПВ

Инв. № подл.	015/Э7
	Изм. Лист
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
	Петрова
Взам. инв. №	31.05.17
	ЭКРА.1051-2017
Инв. № дубл.	Петрова
	31.05.17
Подп. дата	Петрова
	31.05.17

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 56 – Выдержки времени ЧАПВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЧАПВ_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЧАПВ	0,2	0,2 – 100
РПВ	Регулируемый элемент задержки на возврат РПВ	6	0,2 – 100
Готов_ЧАПВ	Регулируемая выдержка времени на готовность ЧАПВ	20	0,2 – 100
Длит_ЧАПВ	Регулируемая выдержка времени на длительность ЧАПВ	2	0,2 – 100
Запрет_ЧАПВ	Регулируемая выдержка времени на запрет ЧАПВ	3	0,2 – 100

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

1.5.19 Автоматическое повторное включение (АПВ)

1.5.19.1 Сигнал «Запрет_АПВ» формируется в соответствии с рисунком 38. Программные накладки и выдержки времени схемы запрета АПВ приведены в таблицах 57 и 58 соответственно. Обеспечена возможность запрета АПВ при действии на отключение внутренних и внешних защит. Действия соответствующих сигналов на запрет АПВ формируются в соответствии с матрицей отключений.

Таблица 57 – Программные накладки запрета АПВ

Имя	Название	Состояние
Вывод_АПВ_2	Блокировка АПВ2	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена

Таблица 58 – Выдержки времени запрета АПВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
DT2	Технологически регулируемая выдержка времени	0,2	0 – 10
DT3	Технологически регулируемая выдержка времени	0,2	0 – 10
DT4	Технологически регулируемая выдержка времени	0,2	0 – 10

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

Имя	Подп. и дата
Изм.	Подп. и дата
Лист	Подп. и дата
№ докум.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата
Подп. дата	Подп. дата

015/ЭТ
Петрова 31.05.2017

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

70

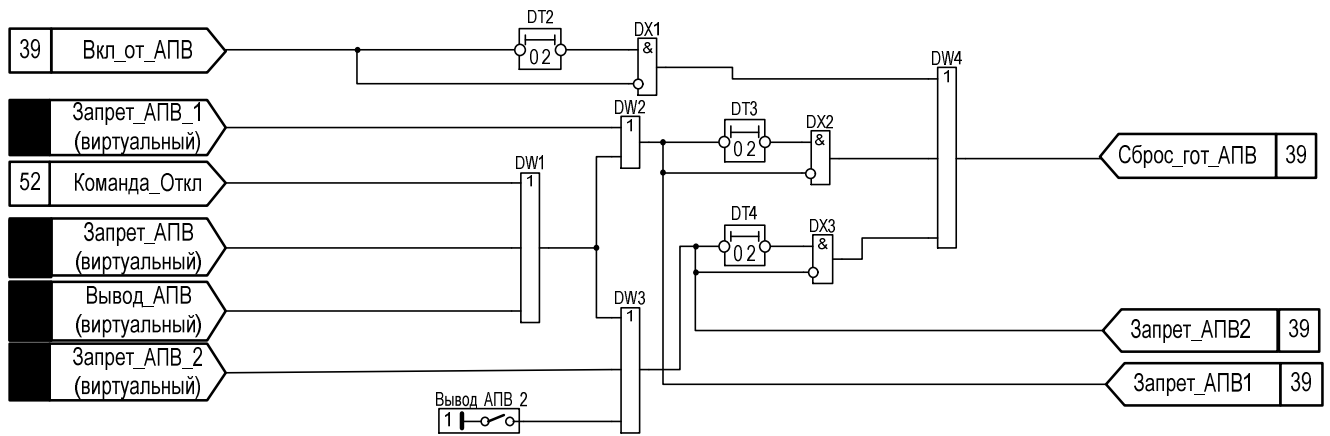


Рисунок 38 - Фрагмент функциональной схемы запрета АПВ

1.5.19.2 Функциональная схема АПВ представлена на рисунке 39. Предусмотрено два цикла АПВ и возможность работы АПВ с контролем наличия напряжения на секции шин или «слепое» АПВ, в зависимости от положения программных накладок (см. таблицу 59). Пуск схемы АПВ организуется при аварийном отключении выключателя при формировании «цепи несоответствия».

1.5.19.3 При формировании сигнала пуска АПВ в соответствии с выдержкой времени (см. таблицу 60) и сигналом готовности, обеспечивается однократный импульсный сигнал «Включение от АПВ» на включение выключателя в каждом цикле АПВ.

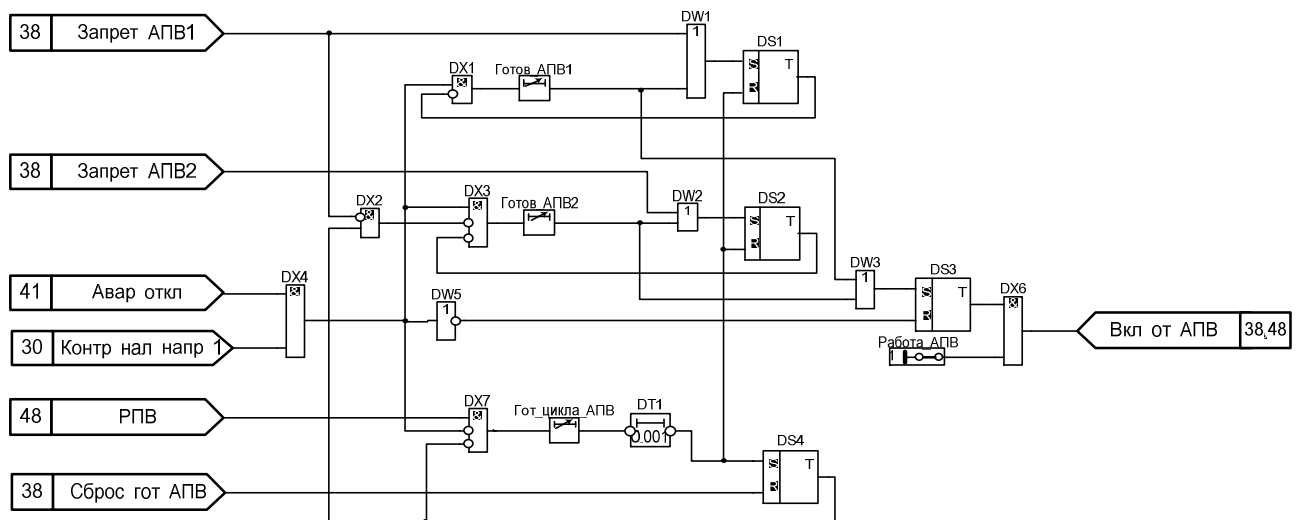


Рисунок 39 - Фрагмент функциональной схемы АПВ

Таблица 59 – Программные накладки АПВ

Имя	Название	Состояние
Работа_АПВ	Работа АПВ	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инд. № подл.	015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 60 – Выдержки времени АПВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Готов_АПВ1	Технологически не регулируемая выдержка времени на готовность АПВ1	0,2	0 – 100
Готов_АПВ2	Технологически не регулируемая выдержка времени на готовность АПВ2	15	5 – 180
DT5	Технологически нерегулируемая выдержка времени	0,001	–
Готов_цикла_АПВ	Технологически не регулируемая выдержка времени на готовность нового цикла АПВ	20	0,2 – 100

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

1.5.20 Цепи управления

1.5.20.1 Структурная схема подключения цепей управления (ЦУ) высоковольтным выключателем, управление которым основано на применении соленоидов управления, приведена на рисунке 45. Данная схема подключения цепей управления позволяет диагностировать ее исправность посредством контроля наличия и/или отсутствия сигналов «РПО» и «РПВ».

1.5.20.2 При выполнении подключения ЦУ к выключателю со своим блоком управления (БУ) следует руководствоваться рекомендациями, выданными предприятием-изготовителем выключателя.

ВНИМАНИЕ: ДЛЯ КОРРЕКТНОЙ РАБОТЫ СХЕМЫ, ПРИВЕДЕННОЙ НА РИСУНКЕ 45, НЕОБХОДИМО ЧТОБЫ ПАРАМЕТРЫ КАТУШЕК УПРАВЛЕНИЯ СОЛЕНИДАМИ ВКЛЮЧЕНИЯ/ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ, ПРИ СОБРАННОЙ ЦЕПИ ВОЗДЕЙСТВИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЛИ НАПРЯЖЕНИЕ НА ДИСКРЕТНЫХ ВХОДАХ «РПО»/«РПВ1»(«РПВ2») НЕ МЕНЕЕ 75 % (ПРИ ПРИЕМЕ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ) И НЕ МЕНЕЕ 73 % (ПРИ ПРИЕМЕ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ) ОТНОСИТЕЛЬНО НОМИНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ВО ВСЕМ ДОПУСТИМОМ ДИАПАЗОНЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ. В СЛУЧАЕ НЕВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫШЕ УКАЗАННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ «РПО»/«РПВ1»(«РПВ2») СЛЕДУЕТ ПОДКЛЮЧИТЬ К СООТВЕТСТВУЮЩИМ БЛОК-КОНТАКТАМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ. ПРИ ЭТОМ ДИАГНОСТИКА ИСПРАВНОСТИ ЦУ ПОСРЕДСТВОМ КОНТРОЛЯ НАЛИЧИЕ И/ИЛИ ОТСУТСТВИЕ СИГНАЛОВ «РПО» и «РПВ» НЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ!

1.5.20.3 Работа цепи управления выключателем представлена на рисунках 46, 47, 48.

Реле фиксации команд (РФК) позволяет отличать нормальное отключение (по команде оперативного персонала) высоковольтного выключателя от аварийного (отключение без команды от оперативного персонала), определять факт самопроизвольного отключения выключателя (когда отключение выключателя произошло без участия устройства РЗА). При необходимости контроль фиксации команды может быть задействован для организации

Имя	Подп. дата
Изм.	Изм. № дубл.
Изм.	Взам. инв. №
Изм.	Подп. и дата
Изм.	Изм. № подл.

Петрова 31.05.2017

015/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

световой сигнализации. Обобщенная структурная схема цепей световой сигнализации приведена на рисунке 40.

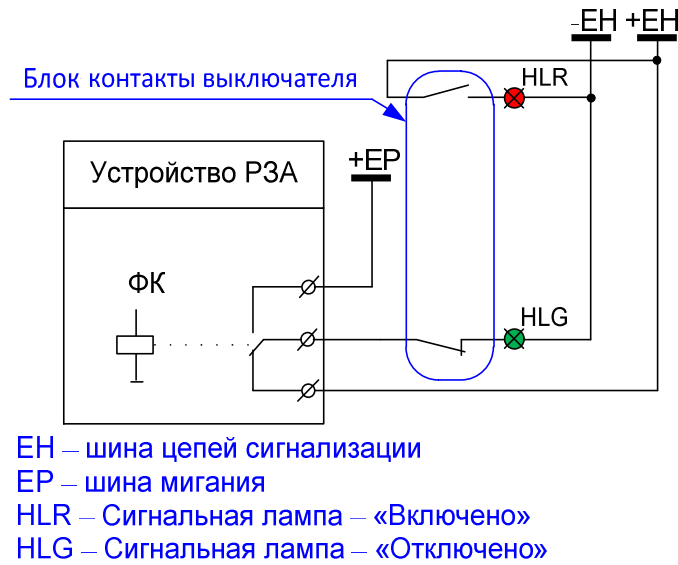


Рисунок 40 – Обобщенная структурная схема цепей световой сигнализации

Фиксация команды отключения формируется при первом включении выключателя по сигналу от РПВ, при этом RS-триггер устанавливается в рабочее состояние логической единицы.

По сигналу «Команда_Откл» RS-триггер сбрасывается в логический ноль. Таким образом, RS-триггер запоминает первое включение выключателя от сигнала «Команда_Вкл» и сохраняет это состояние до момента подачи команды отключения, и фактически выполняет функции бесконтактного триггера (реле) фиксации команд (ФК) с контролем включенного состояния выключателя от реле РПВ.

Сигнал «Авар_откл» выключателя формируется при наличии «цепи несоответствия» (при наличии сигналов «ФК» и «РПО»), а при подаче «Команда_Откл» – он отсутствует из-за сброса триггера в исходное состояние сигнала «ФК».

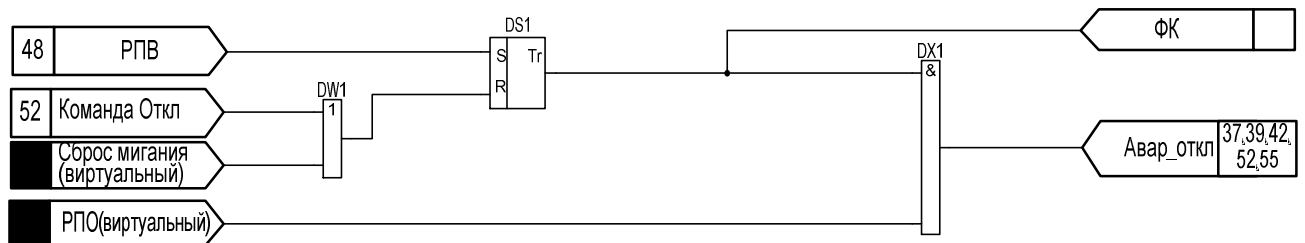


Рисунок 41 – Фрагмент функциональной схемы фиксации команд нормального и аварийного отключения

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Инв. № подл.	015/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

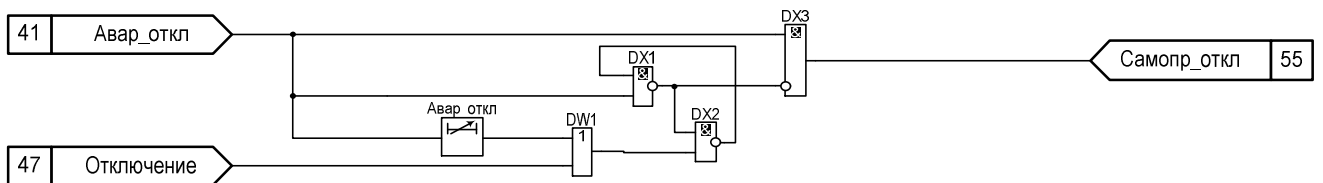


Рисунок 42 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигнала самопроизвольного отключения

1.5.20.4 Функциональная схема формирования сигнала самопроизвольного отключения выполнена в соответствии с рисунком 42.

1.5.20.5 Сигнал самопроизвольного отключения формируется в том случае, если зафиксирован факт аварийного отключения выключателя, а сигнал «Отключение» терминалом не выдавался.

1.5.20.6 Фиксация команды включения формируется при первом отключении выключателя по сигналу от РПО, при этом RS-триггер устанавливается в рабочее состояние логической единицы. В случае включения выключателя без команды выход RS-триггера остается в состоянии логической единицы, от выключателя приходит сигнал РПВ, свидетельствующий о его включении и на выходе элемента DX1 формируется сигнал «Аварийное включение». В случае когда выключатель отключается по команде, RS-триггер устанавливается в состояние логического нуля и на выходе DX1 сигнал «Аварийное включение» не формируется.

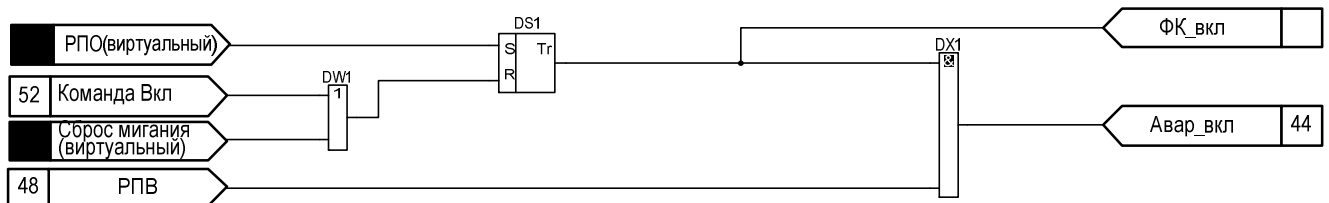


Рисунок 43 – Фрагмент функциональной схемы фиксации команд нормального и аварийного включения

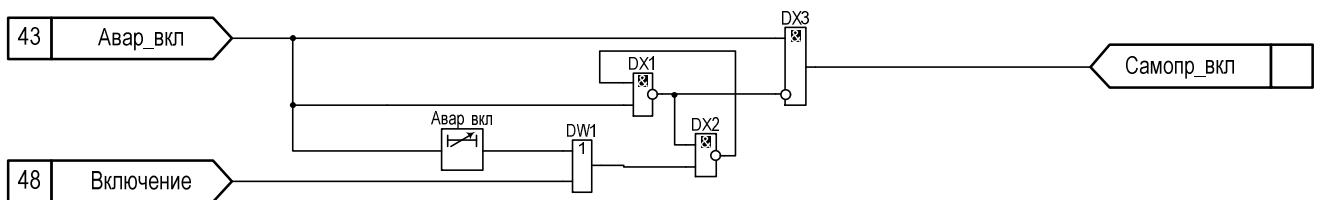


Рисунок 44 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигнала самопроизвольного включения

1.5.20.7 Функциональная схема формирования сигнала самопроизвольного включения выполнена в соответствии с рисунком 44.

1.5.20.8 Обобщенная структурная схема соединений цепей управления высоковольтного выключателя с применением катушек управления приведена на рисунке 45

Инв. № подл.	015/ЭТ
	Петрова 31.05.2017
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.20.9 Сигнал самопроизвольного включения формируется в том случае, если зафиксирован факт аварийного включения выключателя, а сигнал «Включение» терминалом не выдавался.

1.5.20.10 Предусмотрена работа контроля цепей управления в соответствии с рисунком 46.

Выходной сигнал «Неиспр_ЦУ» формируется по следующим причинам:

- одновременное присутствие или отсутствие в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ» сигналов «РПО», «РПВ1» и «РПВ2»;
- наличие на дискретных входах терминала одновременно сигналов «РКО» и «РКВ» в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ»;
- отсутствие входного дискретного сигнала «Автомат_ШП», контролирующего наличие напряжения на шинах питания (управления);
- длительное протекание тока по катушкам отключения или включения выключателя в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ», при котором формируются сигналы «Задержка отключения» и «Задержка включения» в соответствии с рисунками 47 и 48;
- длительное наличие на дискретном входе сигнала «Привод_не_готов», свидетельствующее о неисправности в приводе высоковольтного выключателя. Время, определяющее наличие неисправности задается соответствующей выдержкой времени (см. таблицу 62);
- наличие на дискретном входе сигнала «Блокировка управления», блокирующем работу автоматики управления выключателем (АУВ). Данный сигнал используется для блокировки работы выключателя, например, при сигнализации о низком и/или аварийном давлении электротехнического газа в высоковольтном выключателе.

ВНИМАНИЕ: ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ «АВТОМАТ_ШП», «ПРИВОД_НЕ_ГОТОВ» ИМЕЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГРАММНОЙ ИНВЕРСИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДОВ ТЕРМИНАЛА ЧЕРЕЗ ДИСПЛЕЙ ТЕРМИНАЛА ИЛИ КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ЕКРАSMS-SP (СМ. СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РУКОВОДСТВА ЭКРА.650321.001 РЭ И ЭКРА.00006-07 34 01). КОНТРОЛЬ СИГНАЛА «РПВ 2» ВЫВОДИТСЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ЛОГИЧЕСКОЙ НАКЛАДКОЙ (СМ. ТАБЛИЦУ 61)!

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. дата
	Петрова 31.05.2017						
015/Э7	1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 75	

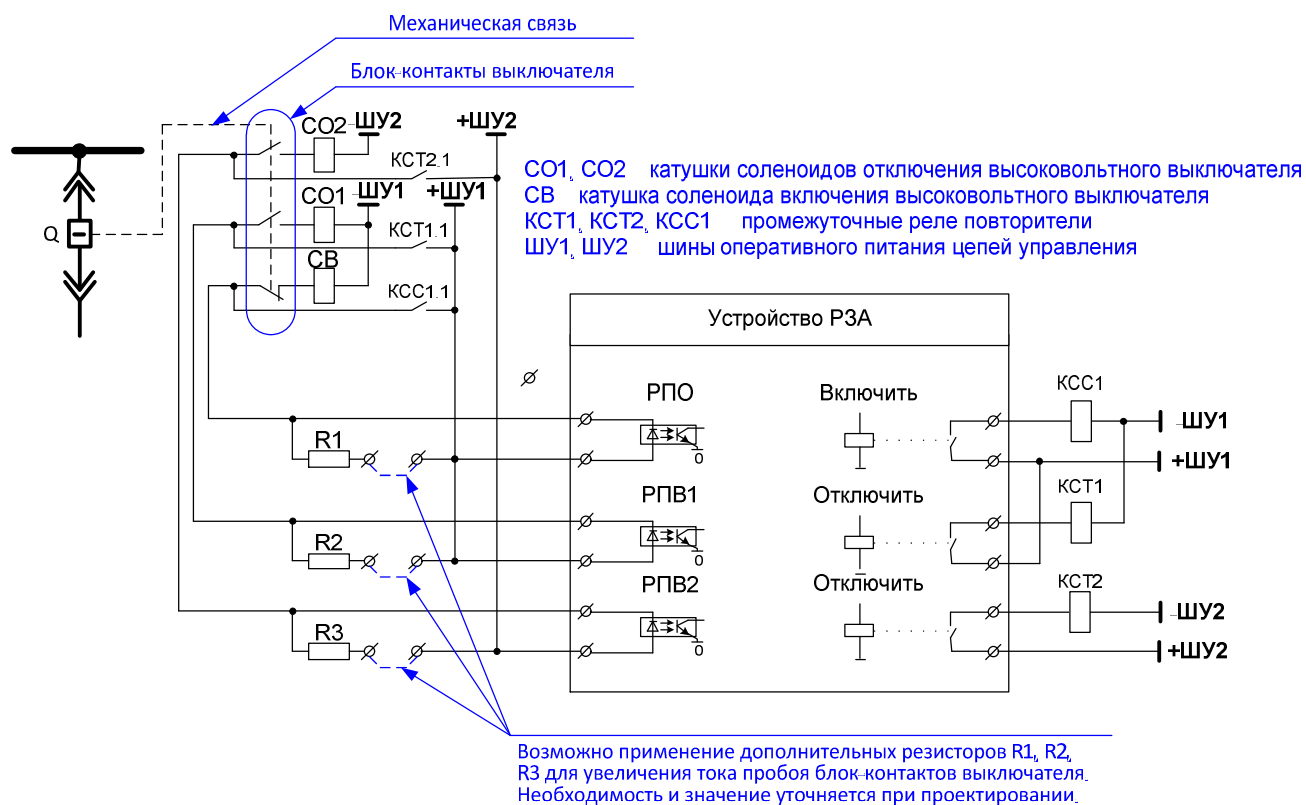


Рисунок 45 – Обобщенная структурная схема соединений цепей управления высоковольтного выключателя с применением катушек управления

Таблица 61 – Программные накладки контроля ЦУ

Имя	Название	Состояние
РПВ_2	РПВ2	1 - не предусмотрено
		0 - предусмотрено

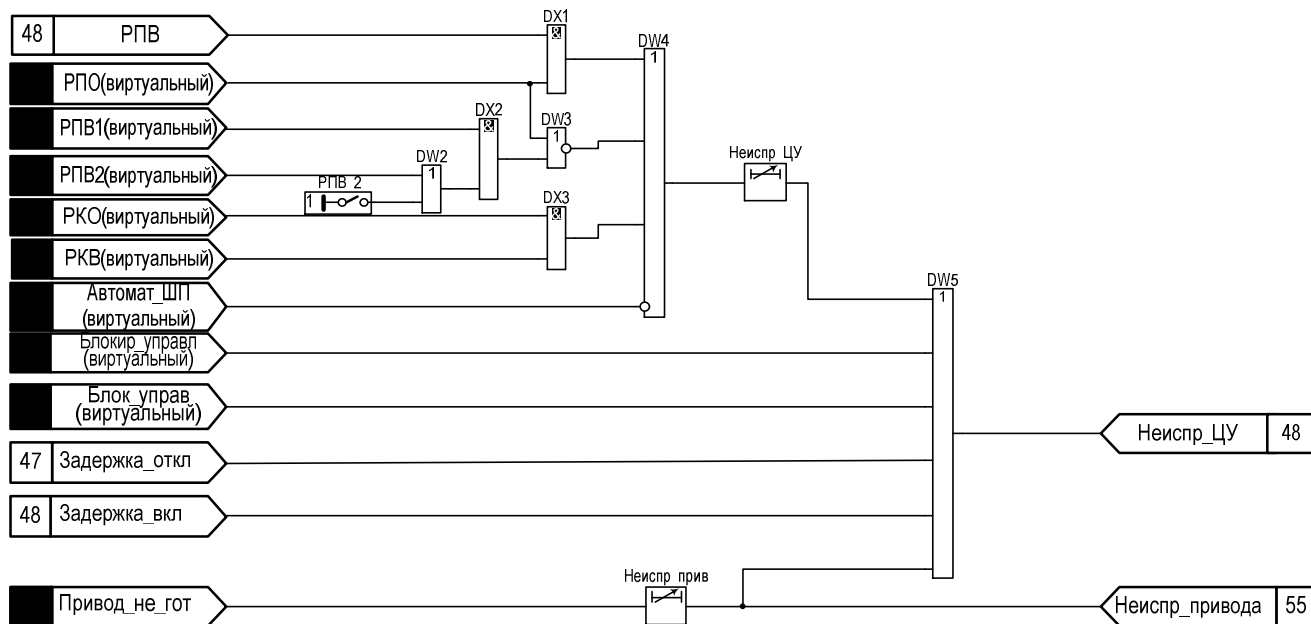


Рисунок 46 – Фрагмент функциональной схемы контроля цепей управления

Инв. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 62 – Выдержки времени контроля ЦУ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Неиспр_ЦУ	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ»	2,5	2 – 20
Неиспр_прив	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ» при длительном наличии сигнала неготовности привода	5	0 – 40

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

1.5.21 Цепи отключения выключателя

1.5.21.1 Выходное воздействие (сигнал «Отключить», действующий на одноименные дискретные выходы устройства) на отключение выключателя формируется:

– при срабатывании функций и защит терминала. Перечень защит и функций, действующих в цепь отключения выключателя, конфигурируется с помощью матрицы отключений;

– при наличии команды на нормальное отключение выключателя, выдаваемой оперативным персоналом.

1.5.21.2 Функциональная схема цепей отключения выключателя приведена на рисунке 47. Программные накладки и выдержки времени схемы цепей отключения приведены в таблицах 63 и 64 соответственно.

1.5.21.3 Сигнал «Отключить» формируется в соответствии с матрицей отключений.

1.5.21.4 Если отсутствует сигнал «Блокировка управления», то на выходе узла отключения формируется сигнал «Отключение». В том случае, если сигнал «Отключить» возникает раньше сигнала «Блокировка управления», то он продолжает действовать на сигнализацию и отключение выключателя, а блокировка управления обеспечивается после успешного отключения выключателя.

1.5.21.5 После отключения выключателя с помощью его блок-контактов обеспечивается разрыв цепи питания катушки отключения и подготовка цепи питания катушки включения выключателя. При этом срабатывает реле РПО и с регулируемой выдержкой времени «Снятие_откл», предусмотренной для надежного отключения выключателя, снимается подхват сигнала отключения, блокируется действие сигнала «Задержка отключения». Если реле РПО не срабатывает, то с регулируемой выдержкой времени «Огран_сигн_Откл» после возникновения сигнала отключения формируется сигнал «Задержка_откл», который свидетельствует об отказе выключателя.

Сигнал на отключение может выдаваться как импульсно, так и непрерывно. Это осуществляется с помощью программной накладки «Выд_ком_откл».

Инв. № подл. 015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
	Взам. инв. №	
	Инв. № дубл.	
	Подп. дата	
	Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 63 – Программные накладки ЦО

Имя	Название	Состояние
Выд_ком_откл	Выдача команды на отключение	1 - импульсно
		0 - непрерывно

Таблица 64 – Выдержки времени контроля ЦО

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
Снятие_Откл	Регулируемая выдержка времени для подхвата сигнала «Отключение»	0,1	0,1 – 20
Огран_сигн_Откл	Регулируемая выдержка времени для ограничения длительности сигнала «Отключение» информирования сигнала «Задержка отключения»	3	0,2 – 100
ТМОС1	Длительность импульса	1	0 – 10

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

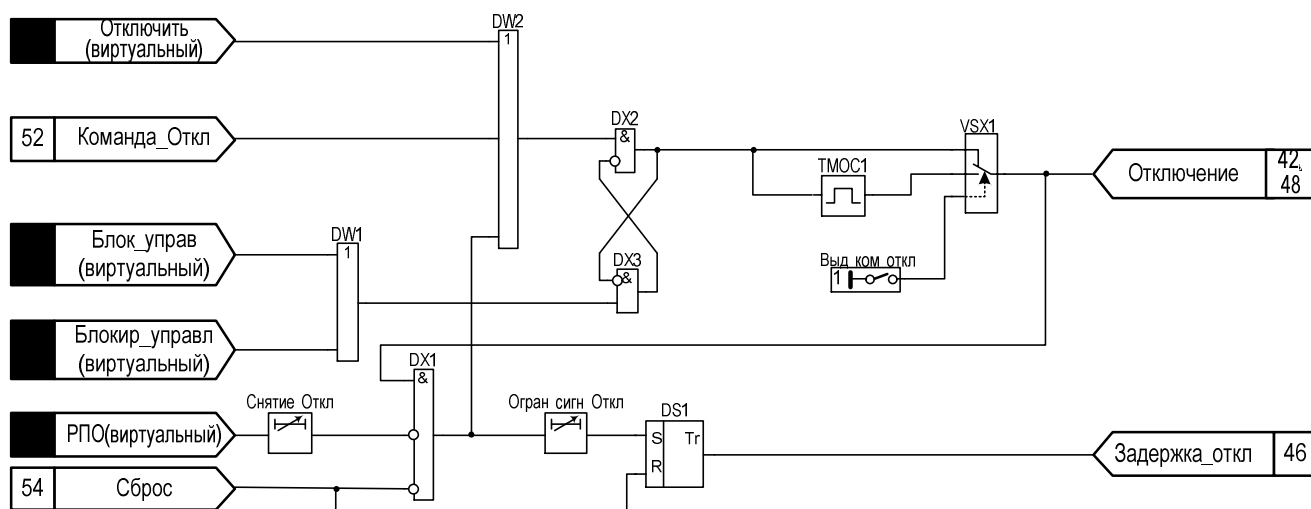


Рисунок 47 – Фрагмент функциональной схемы ЦО

1.5.22 Цепи включения выключателя

1.5.22.1 Функциональная схема цепей включения выключателя приведена на рисунке 48. Программные накладки и выдержки времени схемы цепей отключения приведены в таблицах 63 и 64 соответственно.

Сигнал «Включение» формируется при возникновении следующих ситуаций:

- появление команды «Включение»
- появление сигнала «Вкл_от_ЧАПВ»;
- появление сигнала «Вкл_от_АПВ».

Формирование выходного воздействия в цепь включения выключателя блокируется при возникновении следующих ситуаций:

- появление сигнала «Отключение»;

Инв. № подл.	015/Э7
	Петрова 31.05.2017
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- появление сигнала «Блокировка управления»;
- появление сигнала «Привод_не_готов»;
- появление сигнала «Неиспр_ЦУ»;
- появление сигнала «Запрет включения»;
- появление сигнала «Блокировка включения» (сигнал, конфигурируемый с помощью матрицы отключений).

При отсутствии блокирующих сигналов и наличии команды на включение формируется сигнал «Включение», действующий на выходное реле терминала, которое в свою очередь коммутирует цепь включения выключателя. Для повышения помехоустойчивости с помощью выдержки времени на возврат «На_снятие_Вкл» обеспечивается подхват сигнала «Включения» до полного включения выключателя. После включения выключателя с помощью его блок-контактов обеспечивается разрыв цепи питания катушки включения и подготовка цепи питания катушки отключения. Если после возникновения сигнала «Включение» сигнал РПВ не формируется, по истечении выдержки времени «Огран_сигн_вкл» формируется сигнал «Задержка включения», который свидетельствует об отказе выключателя.

Таблица 65 – Программные накладки ЦВ

Имя	Название	Состояние
Контроль_тележки	Контроль тележки	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Таблица 66 – Выдержки времени ЦВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
На_снятие_вкл	Регулируемая выдержка времени на возврат минимальной длительности сигнала "Включить"	1	0 – 100
Снятие_Вкл	Регулируемая выдержка времени для подхвата сигнала "Включение"	0,1	0 – 100
Сбр_сигн_Вкл	Регулируемая выдержка времени на сброс сигнала "Включить"	2	0 – 10
Огран_сигн_Вкл	Регулируемая выдержка времени для ограничения длительности сигнала "Включение" и формирование отказа выключателя	1,5	0,1 – 10
Длит_сигн_вкл	Регулируемая выдержка времени на возврат минимальной длительности сигнала "Включить"	1	0 – 10
Задержка_РПО	Регулируемая выдержка времени на задержку РПО	0,1	0 – 100

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

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

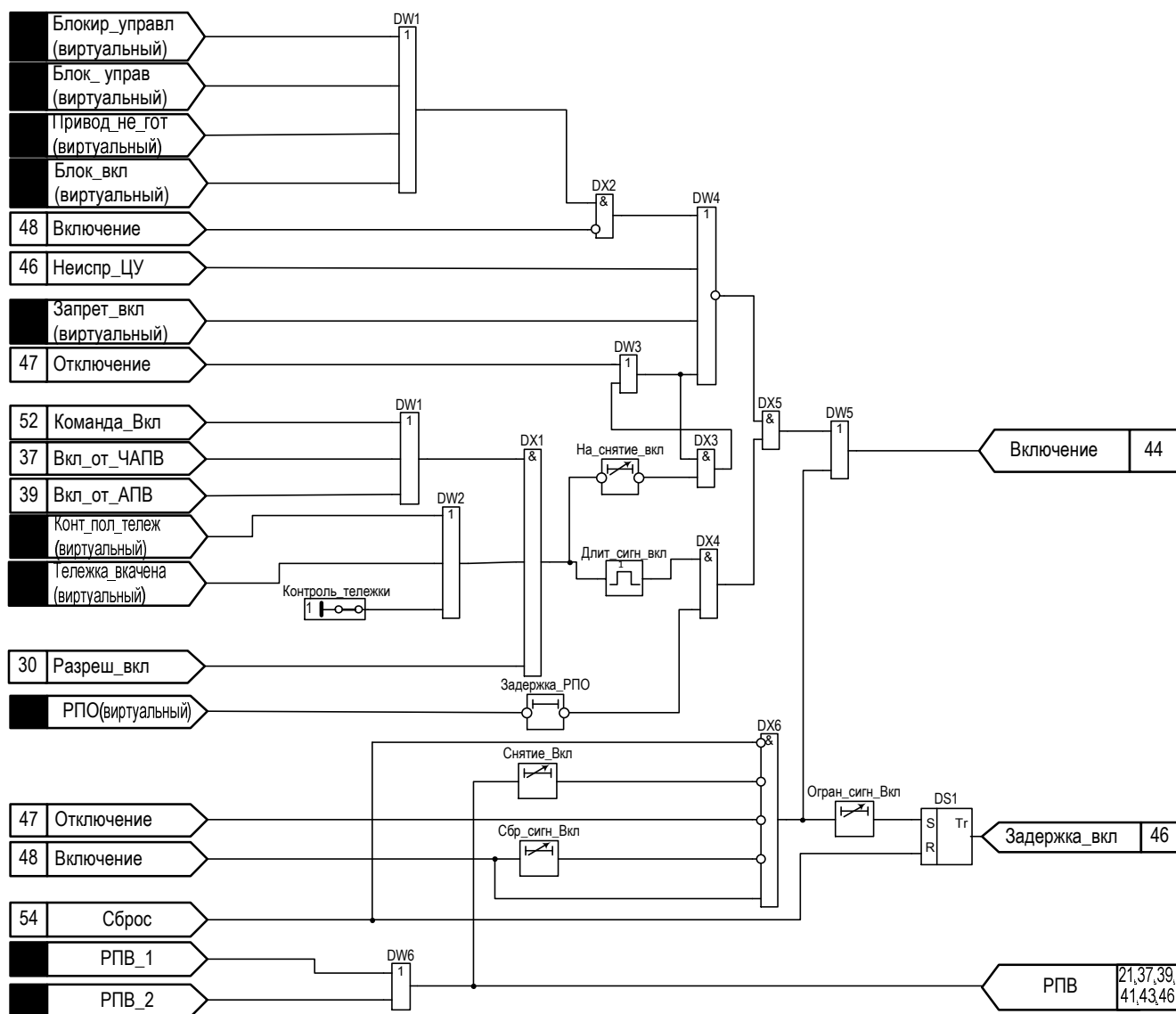


Рисунок 48 – Фрагмент функциональной схемы ЦВ

1.5.23 Внешнее отключение и подхват РПО

1.5.23.1 Сигнал «Внешнее отключение» предназначен для аварийного отключения выключателя при срабатывании внешних устройств защит (как электрических, так и технологических).

1.5.23.2 В соответствии с приведенной функциональной схемой (см. рисунок 49) сигнал «Внешнее отключение» формируется при срабатывании одноименных дискретных входов. При этом один из них является «жестко» привязанным, а еще два конфигурируемыми. Для корректной работы защит и/или функций, использующих в своей работе подхват сигнала «РПО», обязательным условием является превышение величины выдержки времени «РПО» (см. таблицу 67) максимального значения выдержек времени на срабатывание соответствующих защит и/или функций.

Инв. № подл.	015/ЭТ
	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. дата

Петрова 31.05.2017

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

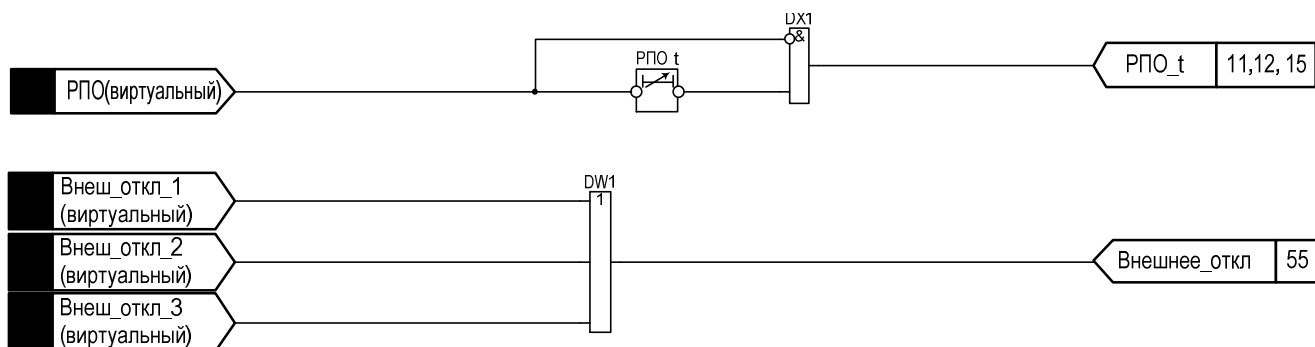


Рисунок 49 – Фрагмент функциональной схемы подхвата РПО и ограничения длительности сигнала внешнего отключения

1.5.23.3 Подхват сигнала «РПО» предназначен для реализации кратковременного ввода/вывода или переключения режима работы защит и/или функций (если это предусмотрено принципом действия) в момент включения выключателя.

Таблица 67 – Выдержки времени схемы подхвата РПО

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
РПО_t	Регулируемая выдержка времени на возврат для подхвата сигнала РПО	0,5	0,1 – 10

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

1.5.24 Формирование сигналов команд «Отключить» и «Включить»

1.5.24.1 Сигналы «Команда Включить» и «Команда Отключить» предназначены для нормального (не аварийног) управления коммутационным оборудованием (отключения и включения выключателя).

1.5.24.2 Команды управления могут быть сформированы с помощью местного (дискретных входных сигналов «РКО», «РКВ») или дистанционного управления (дискретных входных сигналов «Отключить по АСУ», «Включить по АСУ»). Примеры схемы подключения оперативных ключей управления приведены на рисунках 50, 51(схема может быть уточнена при конкретном проектировании). Учет сигнала «Дистанционное управление» вводится с помощью программной накладки «Контроль сигнала дистанционное управление» (см. таблицу 68). В случае если режим выбора местного или дистанционного управления не предусматривается, то контроль сигнала «Дистанционное управление» может быть выведен с помощью программной накладки «Контр_сигн_дист_упр».

1.5.24.3 Фрагмент функциональной схемы формирования сигналов команд «Отключить» и «Включить» приведен на рисунке 52.

1.5.24.4 Дополнительно предусмотрена возможность управления непосредственно с самого терминала (с помощью специализированных клавиш управления «I», «O»). Данный режим вводится в работу логической накладкой «Управление с терминала» (см. таблицу 68). Для исключения несанкционированной коммутации выключателя при работе с клавиатурой

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ			

терминала формирование команд управления осуществляется при нажатии сочетания клавиш «F + O» для отключения и «F + I» для включения.

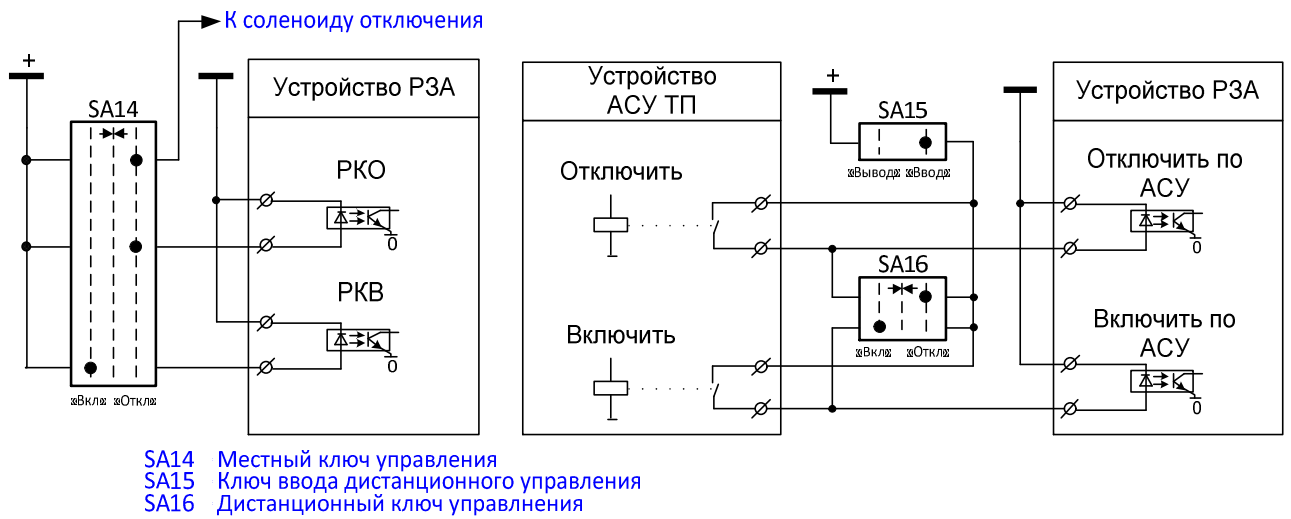


Рисунок 50 – Пример схемы подключения оперативных ключей управления. Вариант 1

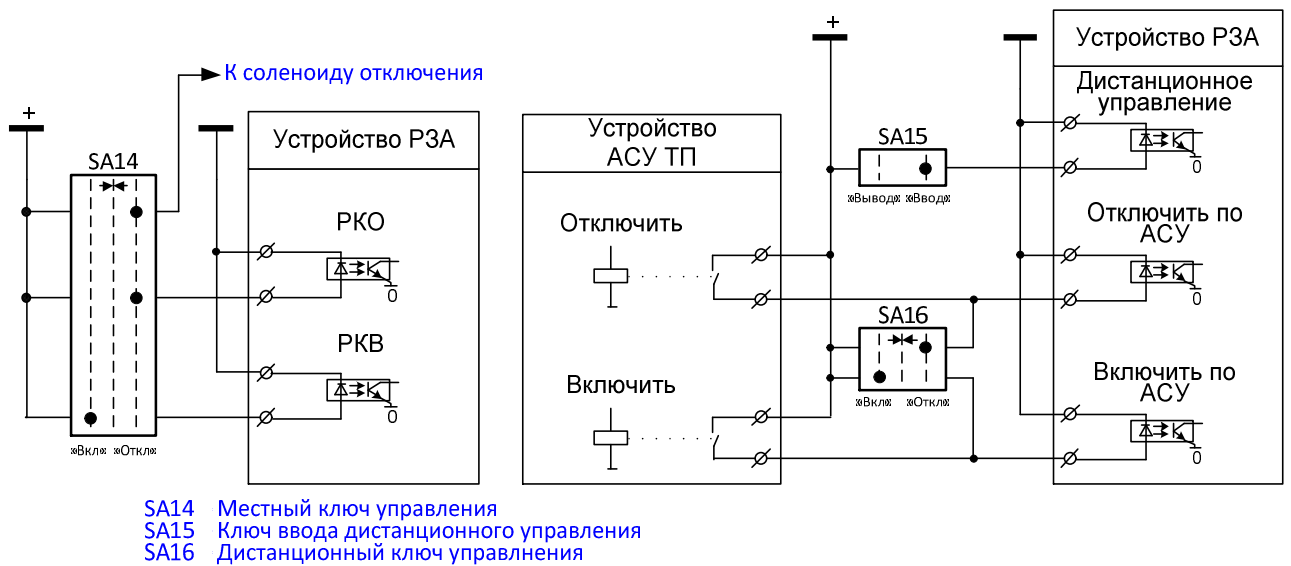


Рисунок 51 – Пример схемы подключения оперативных ключей управления. Вариант 2

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

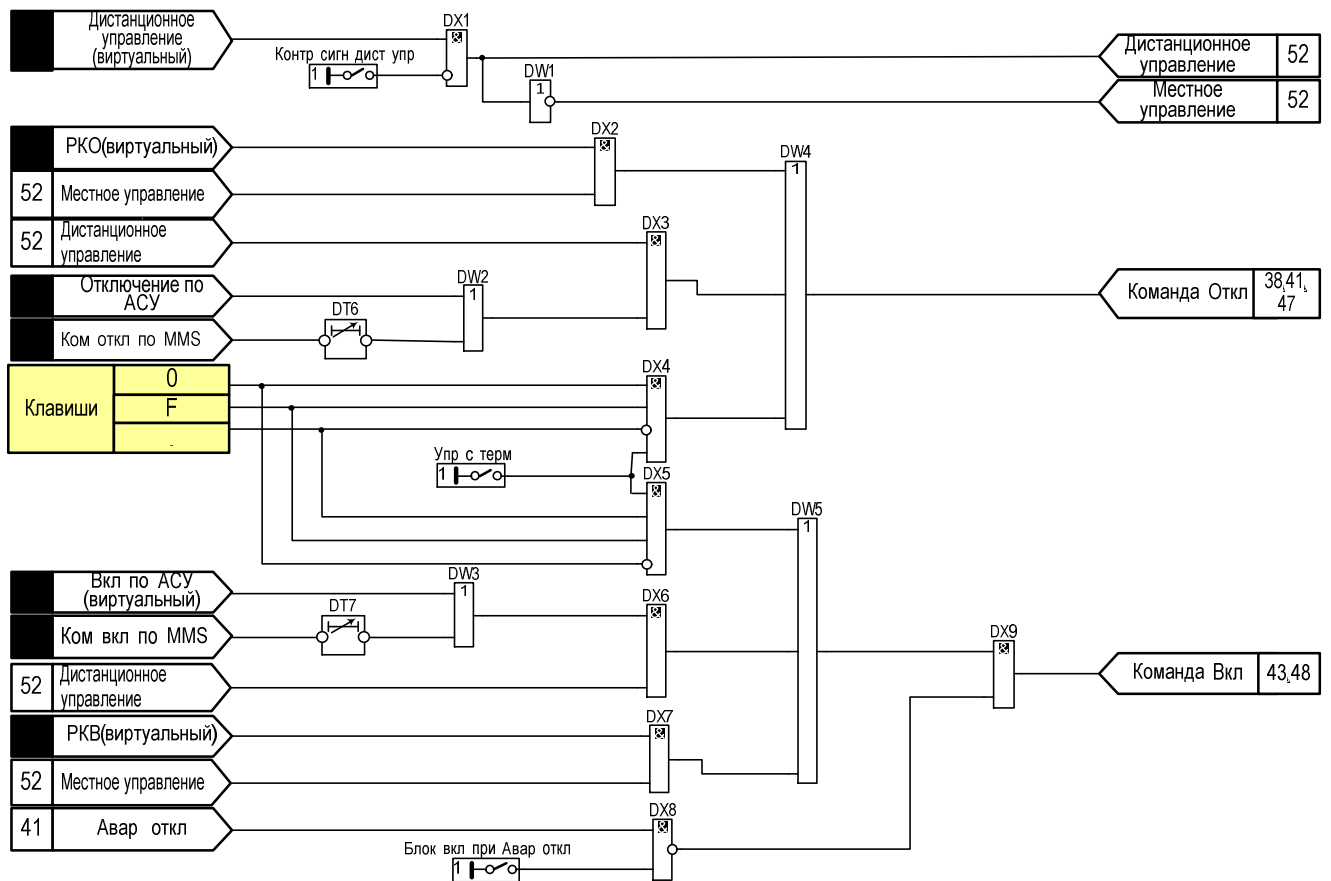


Рисунок 52 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигналов Команд «Отключить» и «Включить»

Таблица 68 – Программные накладные команд «Включить» и «Отключить»

Имя	Название	Состояние
Контр_сигн_дист_упр	Контроль сигнала "Дистанционное управление"	1 – не предусмотрено
		0 - предусмотрено
Упр_с_терм	Управление выключателем с терминала	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
Блок_вкл_при_Авар_откл	Блокировка выключателя при наличии сигнала «Аварийное отключение»	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено

1.5.25 Определение места повреждения (ОМП)

1.5.25.1 Пусковым условием для начала расчета места определения повреждения служит срабатывание хотя бы одной из основных защит (МТЗ, направленная МТЗ, и т.д.). Все пусковые условия работают по «ИЛИ», то есть срабатывание хотя бы одного из них является пуском процесса записи осциллограммы и началом процесса определения места повреждения.

1.5.25.2 Функция ОМП считывает из осциллограммы мгновенные значения трех фаз тока и трех фаз напряжения защищаемой линии за определенный период времени и вычисляет усредненное значение векторов тока и напряжения. По вычисленным значениям векторов рассчитывается величина прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз.

1.5.25.3 Идентификация трехфазного КЗ

Идентификация трехфазного КЗ осуществляется в соответствии с соотношением

Инв. № подл.	015/Э7
	Изм Лист
Взам. инв. №	ЭКРА.1051-2017
	№ докум.
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
	Подп.
Инв. № дубл.	Петрова
	Дата
Подп. дата	31.05.17
	Дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$I_1 > K_1 \cdot I_2, \quad (23)$$

где I_1 и I_2 – модули векторов тока соответственно прямой и обратной последовательностей;

K_1 – коэффициент отстройки от небаланса обратной последовательности.

Коэффициент $K_1 = 4$ принят эмпирически.

1.5.25.4 Идентификация междуфазного КЗ

Идентификация междуфазного КЗ производится согласно соотношению

$$I_2 > K_2 \cdot I_0, \quad (24)$$

где I_2 и I_0 – модули векторов тока соответственно обратной и нулевой последовательностей;

K_2 – коэффициент отстройки от небаланса нулевой последовательности.

Коэффициент $K_2 = 6$ принят эмпирически.

1.5.25.5 Идентификация замыкания на землю

Если не выполняется ни одно из вышеперечисленных условий, то данное замыкание является однофазным на землю. При таком виде замыкания в сетях с изолированной нейтралью определение места повреждения затруднено и в данной функции не реализовано.

1.5.25.6 Определение расстояния до места замыкания

Алгоритм определения расстояния до повреждения основан на дистанционном принципе замера реактивного сопротивления до места аварии.

Расчет ОМП для однофазного замыкания не производится.

Для всех остальных видов КЗ расчет расстояния до повреждения производится по формуле

$$L_{рас} = \frac{Im \left(\frac{\dot{U}_{мфMIN}}{i_{мфMAX}} \right)}{X_1^0}, \quad (25)$$

где $L_{рас}$ – расстояние до места повреждения;

$\dot{U}_{мфMIN}$ – междуфазное напряжение поврежденных фаз (минимальное из линейных напряжений);

$i_{мфMAX}$ – междуфазный ток поврежденных фаз (максимальный междуфазный ток);

X_1^0 – удельное реактивное сопротивление прямой последовательности.

Выбор направления места повреждения основан на определении угла между напряжением поврежденной фазы (фаз) и током в поврежденной фазе (фазах). Если угол находится в диапазоне от 270° до 90° , то знак расстояния до места повреждения положительный; если в диапазоне от 90° до 270° то отрицательный (см. рисунок 53).

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ			

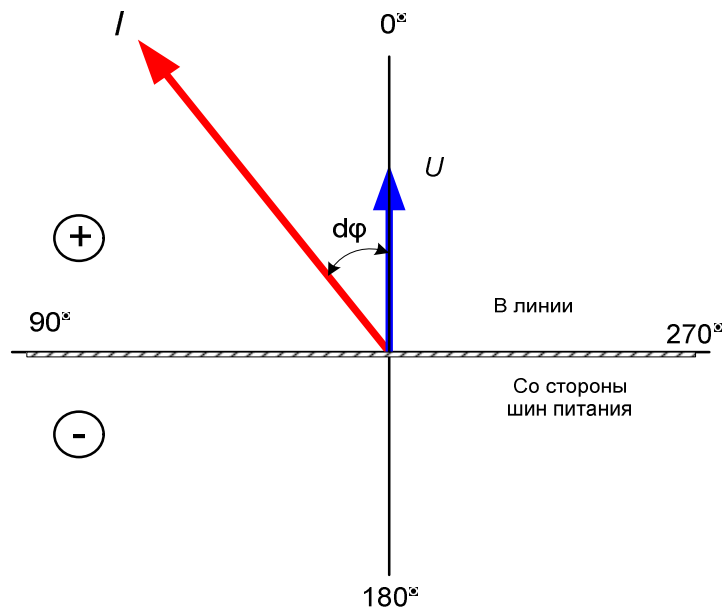


Рисунок 53 – Определение направления места повреждения

1.5.26 Формирование сигнала «Сброс»

Сигнал «Сброс» предназначен для возврата логических схем, использующих фиксацию в начальное состояние.

Сигнал «Сброс» формируется по факту наличия дискретного входного сигнала «Сброс». Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов приведен на рисунке 54. Выдержки времени формирования сигнала сброс приведены в таблице 69.

Таблица 69 – Выдержки времени формирования сигнала Сброс

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ТМОИЗ	Моностабильная константа	1	0,1 – 10

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

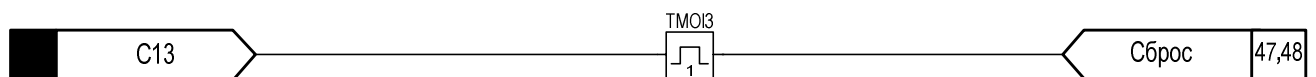


Рисунок 54 – Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов

1.5.27 Ресурс выключателя

1.5.27.1 Функция определения ресурса выключателя предназначена для контроля состояния выключателя на текущий период эксплуатации.

1.5.27.2 Функция ресурса выключателя позволяет производить:

- расчет ресурса выключателя с выдачей информации об остаточном состоянии ресурса выключателя (пофазно);

Инв. № подл. 015/Э7
 Подп. и дата Петрова 31.05.2017
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- регистрировать моменты времени включения и отключения с записью времени события и коммутируемого тока для каждой фазы в отдельности;
- учет времени нахождения состояния выключателя в положении включено/выключено;
- расчет полного времени отключения/включения выключателя с учетом времени подачи команды отключения/включения до снятия/подачи питания на соленоид.

1.5.27.3 Контроль состояния выключателя осуществляется путем расчета коммутационного и механического ресурса. Механический ресурс характеризуется числом циклов «включение – произвольная пауза – отключение», выполняемых без тока в главной цепи выключателя при номинальном напряжении на выводах цепей управления. Коммутационный ресурс определяется допустимым для выключателя без осмотра и ремонта дугогасительного устройства суммарным числом операций включения и отключения при нагрузочных токах и токах КЗ. Коммутационный и механический ресурс подразделяются на: начальный ресурс, сработанный ресурс, остаточный ресурс. Начальный ресурс представляет располагаемый «запас прочности», который имеет конкретный выключатель на начальный момент работы. Сработанный ресурс отражает степень износа деталей и узлов в результате операции включения. Под остаточным ресурсом понимается остаток ресурса выключателя после определенного периода эксплуатации и числа операций по отключению и включению нагрузочных токов и токов КЗ. Условие вывода выключателя в ремонт имеет вид

$$R_{ост} < R_{доп}, \quad (26)$$

где $R_{ост}$ – остаточный ресурс выключателя;

$R_{доп}$ – допустимый ресурс выключателя на одну коммутацию при наибольшем токе, возможном в месте установки выключателя.

1.5.27.4 Ресурс выключателя определяется для каждой фазы в отдельности по регистрируемым величинам токов аварийных режимов. Для этого используется информация: о текущем положении выключателя, о значении токов в момент коммутации и о начальном количестве при соответствующих токах (см. таблицы 70, 71). Значение токов и допустимое количество соответствующих коммутации берутся из документации завода производителя выключателя (по соответствующим экспериментальным кривым).

Таблица 70 – Уставки при отключении выключателя

№ п/п	Ток отключения, кА	Допустимое количество отключений	Начальное количество отключений		
			фаза А	фаза В	фаза С
1	$I_{откл,1}$	$n_{доп,откл,1}(I_{откл,1})$	$n_{откл,нач,1}(I_{откл,1})$	$n_{откл,нач,1}(I_{откл,1})$	$n_{откл,нач,1}(I_{откл,1})$
...
j	$I_{откл,j}$	$n_{доп,откл,j}(I_{откл,j})$	$n_{откл,нач,j}(I_{откл,j})$	$n_{откл,нач,j}(I_{откл,j})$	$n_{откл,нач,j}(I_{откл,j})$

Ив. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 71 – Уставки при включении выключателя

№ п/п	Ток включения, кА	Допустимое количество отключений	Начальное количество отключений		
			фаза А	фаза В	фаза С
1	$I_{вкл,1}$	$n_{доп,вкл,1}(I_{вкл,1})$	$n_{вкл,нач,1}(I_{вкл,1})$	$n_{вкл,нач,1}(I_{вкл,1})$	$n_{вкл,нач,1}(I_{вкл,1})$
...
j	$I_{вкл,j}$	$n_{доп,вкл,j}(I_{вкл,j})$	$n_{вкл,нач,j}(I_{вкл,j})$	$n_{вкл,нач,j}(I_{вкл,j})$	$n_{вкл,нач,j}(I_{вкл,j})$

1.5.27.5 Для точной работы функции контроля коммутационного ресурса необходимо экспериментально измерить и задать в виде уставок времени (в миллисекундах) прохождения сигналов:

- «Положение выключателя «Включен»» (от момента замыкания главных контактов до момента фиксации включенного положения выключателя терминалом);
- «Положение выключателя «Выключен»» (от момента размыкания главных контактов до момента фиксации отключенного положения выключателя терминалом);
- «Команда включения выключателя» (от момента выдачи терминалом сигнала «Включение» до момента замыкания главных контактов выключателя плюс время срабатывания выходного реле терминала (не более 10 мс));
- «Команда отключения выключателя» (от момента выдачи терминалом сигнала «Отключение» до момента размыкания главных контактов выключателя плюс время срабатывания выходного реле терминала (не более 10 мс)).

1.5.27.6 Основным критерием при осуществлении контроля состояния выключателя служит информация об остаточном ресурсе выключателя на текущий период эксплуатации. Остаточный ресурс контролируемого выключателя определяется по величине коэффициента технического состояния главного контакта. Остаточный ресурс в 100 % имеет выключатель, находящийся в идеальном состоянии. Ресурс в 0 % имеет выключатель, который, условно говоря “еще работает”, но уже не может произвести безаварийное отключение короткого замыкания такой мощности, которая указана в паспорте на этот выключатель. Промежуточное (от 100 до 0 %) значение остаточного ресурса отражает степень ухудшения технического состояния контактов выключателя в процессе работы.

ВНИМАНИЕ: ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС ЯВЛЯЕТСЯ ОЦЕНОЧНОЙ ВЕЛИЧИНОЙ, ЗАВИСИТ ОТ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МОЖЕТ ОТЛИЧАТЬСЯ ОТ ИСТИННОГО СОСТОЯНИЯ КОНКРЕТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

$$R_{ост} = R_{нач} - \sum R_{откл,i} - \sum R_{вкл,i}, \% \quad (27)$$

$$R_{откл,i} = \frac{1}{N_{откл.доп.,i}} \cdot 100, \% \quad (28)$$

$$R_{вкл,i} = \frac{1}{N_{вкл.доп.,i}} \cdot 100, \% \quad (29)$$

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

где $Re s_i$ - остаточный коммутационный ресурс по окончании i -го отключения, %;

$Re s_{вкл.,i}$ - расход коммутационного ресурса i -го включения, %;

$Re s_{откл.,i}$ - расход коммутационного ресурса i -го отключения, %;

$Re s_0$ - начальный коммутационный ресурс;

$N_{0,откл,i}$ - начальное количество отключений при токе отключения;

$N(I_{откл,i})$ - количество допустимых отключений при токе отключения $I_{откл,i}$;

$n_{откл,доп}(I_{max})$ - допустимое число коммутаций при наибольшем токе;

j – номер текущей коммутации.

1.5.27.7 Текущее значение остаточного ресурса можно просмотреть в соответствующих пунктах меню терминала и программы мониторинга (АРМ-релейщика). Для дискретной сигнализации об остаточном ресурсе предусмотрены четыре ступени с уставками 75; 50; 25; 0 % (значения по умолчанию и могут быть скорректированы при необходимости).

1.5.27.8 В программе предусмотрен режим тестирования расчета ресурса выключателя, а также возможность сброса событий в регистраторе, при этом текущий ресурс станет равным начальному.

1.5.27.9 Подробное описание функции контроля ресурса выключателей приведено в техническом описании ЭКРА.656116.360-61 ТО.

1.5.28 Матрица отключений

1.5.28.1 В функциональной схеме терминала предусмотрена матрица отключений – редактируемый программный элемент «ИЛИ» (см. рисунок 55).

1.5.28.2 Редактор матрицы предоставляет возможность для каждого логического сигнала (вертикальный столбец слева) задавать воздействия матрицы на выходы отключения и сигнализации (верхний горизонтальный столбец) в соответствии с матрицей выходов и матрицей сигнализации функциональной схемы комплекта защит. Если одному выходу соответствуют несколько сигналов, то воздействующий сигнал вычисляется по схеме «ИЛИ». С помощью матрицы отключений можно формировать не только воздействия на выходные реле, но и на выходы «виртуального» реле, сигналы которого в дальнейшем могут быть использованы в логике работы терминала.

1.5.28.3 Чтобы задать выходное воздействие для логического сигнала необходимо в столбце, формирующем выходное воздействие, напротив логического сигнала установить символ «+».

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ			Лист
							1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1.7 Средства измерений, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок терминала, приведен в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.8 Маркировка и пломбирование

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

1.9 Упаковка

Упаковка терминала производится в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-026-20572135-2010, ТУ 3433-026.01-20572135-2012 по чертежам изготовителя и в соответствии с приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ требованиями.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист
								90
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации должны соответствовать требованиям руководства ЭКРА.650321.001 РЭ. Возможность работы терминала 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 руководства ЭКРА.650321.001 РЭ.

2.2 Подготовка терминала к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия к использованию соответствуют приведенным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

2.2.2 Внешний осмотр, установка терминала

2.2.2.1 Необходимо произвести внешний осмотр терминала и убедиться в отсутствии механических повреждений блоков, кассеты и оболочки, которые могут возникнуть при транспортировании.

2.2.2.2 Требования к установке и присоединению терминала соответствуют приведенным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

2.2.2.3 На задней металлической плите терминала предусмотрено два винта с резьбой М4 для подключения заземляющего проводника, который должен использоваться только для присоединения к заземляющему контуру. Выполнение этого требования по заземлению является **ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ**.

2.2.2.4 Подключение терминала осуществляется согласно утвержденному проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ и руководства ЭКРА.650321.001 РЭ.

2.3 Работа с терминалом

2.3.1 Включение терминала производится подачей напряжения оперативного тока на клеммы X1:1 и X1:2 (+220 В и -220 В). Данные, требующиеся для нормальной эксплуатации терминала, доступны через меню и последовательно выводятся на дисплей при нажатии на соответствующие кнопки управления. Изменение уставок можно производить с использованием клавиатуры и дисплея, расположенных на лицевой панели терминала (руководство ЭКРА.650321.001 РЭ), или с использованием ПК и комплекса программ EKRASMS-SP (руководство оператора программы АРМ-релейщика ЭКРА.00006-07 34 01) через систему меню.

2.3.2 Текущие значения входных токов и напряжений можно наблюдать через меню «Текущие величины» -> «Аналоговые сигналы» в первичных или во вторичных значениях.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

2.3.3 Меню «Текущие величины» -> «Измерения защит» позволяет отобразить на дисплее значения уставок, текущие значения аналоговых входов защиты, выходов защиты, а также расчетные величины, которые используются в защите. Данные уставки являются заводскими (установлены по умолчанию) и должны быть скорректированы в соответствии с уставками на конкретный защищаемый объект.

2.3.4 Меню «Текущие величины» -> «Дискретные сигналы» предназначено для отображения состояний дискретных входов, выходов и логических сигналов.

2.3.5 Уставки и параметры терминала можно изменять в пункте меню «Редактор».

2.3.6 Перечень осциллографируемых и регистрируемых дискретных сигналов терминала приведен в функциональной схеме.

Наиболее подробное описание работы с терминалом (его управление, функции основного меню, работа осциллографа) приведено в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

2.4 Возможные неисправности и методы их устранения

Полный перечень сообщений о неисправностях и действиях, необходимых при их появлении, приведены инструкции по устранению неисправностей ЭКРА.650320.001 И1 «Терминалы серии ЭКРА 200, шкафы типов ШЭ111Х(А) и серии ШЭЭ 200».

Инв. № подл.	015/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

3 Техническое обслуживание терминала

3.1 Общие указания

3.1.1 Проверку при новом подключении терминала следует производить в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.1.2 Первый профилактический контроль следует производить в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.1.3 Профилактический контроль следует производить в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.1.4 Проверку при профилактическом восстановлении рекомендуется производить в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ТЕРМИНАЛЕ ИЛИ В УСТРОЙСТВЕ СВЯЗИ С ПК НЕОБХОДИМО НЕМЕДЛЕННО ПОСТАВИТЬ В ИЗВЕСТНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЕ-ИЗГОТОВИТЕЛЬ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫШЕУКАЗАННОЙ АППАРАТУРЫ МОЖЕТ ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛЬНО ПОДГОТОВЛЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Меры безопасности при эксплуатации терминала соответствуют приведенным в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.3 Рекомендации по техническому обслуживанию терминала

ВНИМАНИЕ: УСТРОЙСТВА МОГУТ СОДЕРЖАТЬ ЦЕПИ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ОТКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ВВОДА РАБОЧЕГО ИЛИ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ (ЦЕПИ УРОВ И ДР.), ПОЭТОМУ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И ПРОВЕРКЕ ЗАЩИТ ДАННОГО УТРОЙСТВА 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 при выведенном первичном оборудовании следует производить в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

3.4 Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе

Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе, производится визуально. При нормальной работе устройств на передней лицевой панели устройства светится зеленый светодиод «Упит». Если дисплей устройства находится в погашенном состоянии, то при нажатии любой кнопки он включается и переходит в режим индикации измерений. Рекомендуется периодически сравнивать показания токов и напряжений с другими приборами,

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

косвенно оценивая работоспособность измерительной части устройства. Проверка величин уставок и параметров может быть произведена как по месту, так и удаленно через систему АСУ ТП.

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

4 Транспортирование и хранение

4.1 Требования к условиям хранения, транспортирования

4.1.1 Транспортирование упакованных терминалов производить любым видом крытого транспорта. При этом необходимо надежно закреплять терминалы, чтобы исключить любые возможные удары и перемещения его внутри транспортных средств.

4.1.2 Условия транспортирования и хранения терминала приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650323.001 РЭ.

4.2 Способ утилизации

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

4.2.2 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 в соответствии с таблицей 72.

Таблица 72 - Сведения о содержании цветных металлов

Типоисполнение терминала	Суммарная (расчётная) масса цветных металлов и их сплавов, содержащихся в изделии и подлежащих сдаче в виде лома, кг
	Вид металлолома по ГОСТ 1639-2009
	Медь 13
	Возможность демонтажа деталей и узлов при списании изделия
	Частично
ЭКРА 217(А) 0303	0,1839

Инв. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

95

Приложение А

(обязательное)

Карта заказа ЭКРА 217(А) 0303

(терминал дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации
кабельной или воздушной линии)

Отметьте знаком то, что Вам требуется. Если параметр не выбран, то его значение принимается типовым!

Место установки	Место для ввода текста.
Тип защищаемого объекта	Место для ввода текста.
Номинальное напряжение	Место для ввода текста. (кВ)
Количество терминалов	Место для ввода текста. (указать необходимое количество терминалов данного типа)

1. Выбор номинальных параметров

Тип исполнения	Параметры	
	Номинальное напряжение оперативного питания, В	Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69*
<input type="checkbox"/> Общепромышленное (типовое) ЭКРА 217 0302 – 61	<input type="checkbox"/> E1 =110	<input type="checkbox"/> УХЛ3.1 (типовое исполнение)
	<input type="checkbox"/> E2 =220	<input type="checkbox"/> расширенный УХЛ3.1 (до минус 40 °С, без дисплея)
<input type="checkbox"/> АЭС ЭКРА 217А 0302 – 61	<input type="checkbox"/> E4 ~220	<input type="checkbox"/> О4

* Номинальные значения климатических факторов внешней среды приведены в руководстве по эксплуатации «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» – ЭКРА.650321.001 РЭ.

2. Дополнительные параметры (заполняется при необходимости)

Классификационное обозначение по НП-001-15*	Степень защиты лицевой панели по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529-2013)
<input type="checkbox"/> 4Н (типовое)	<input type="checkbox"/> IP40 (типовое)
<input type="checkbox"/> 3Н, 3О, 3У, 3НО, 3НУ	<input type="checkbox"/> IP51
<input type="checkbox"/> 2Н, 2О, 2У, 2НО, 2НУ	<input type="checkbox"/> IP52

* Выбирается только при поставке на АЭС.

3. Интерфейсы для подключения к локальной сети

Параметры	Интерфейс (порт)	
	RS485*	Ethernet
Количество	Два	Два
Тип	Электрический	Электрический (RJ-45) (типовой)
Протоколы связи для интеграции	<input checked="" type="checkbox"/> Modbus RTU	<input checked="" type="checkbox"/> Modbus TCP
	<input checked="" type="checkbox"/> МЭК 60870-5-103	<input checked="" type="checkbox"/> SNTF
		<input checked="" type="checkbox"/> МЭК 60870-5-104
Резервирование *		<input type="checkbox"/> МЭК 61850-8-1 (MMS+GOOSE)
		<input checked="" type="checkbox"/> Сетевого подключения – LinkBackUp
		<input checked="" type="checkbox"/> Сети АСУ ТП - PRP (IEC 62439-3)

* Протокол выбирается при настройке через АРМ-релейщика, не более одной выбранной позиции.

Инд. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

4. Параметры защищаемого объекта

4.1. Данные для реализации защиты от замыканий на землю

Режим заземления нейтрали сети *	<input type="checkbox"/> изолированная <input type="checkbox"/> резистивное заземление <input type="checkbox"/> компенсированная
Первичный ток замыкания на землю, А (при наличии соответствующего расчета)	Место для ввода текста.
Подключение защиты от замыканий на землю	<input type="checkbox"/> к ФТНП <input type="checkbox"/> к ТТНП (типовое) Тип ТТНП: Место для ввода текста.
Коэффициент трансформации ТТНП (w2/w1)	Место для ввода текста. / Место для ввода текста.

* Если режим заземления нейтрали не выбран, то принимается как изолированный.

5. Характеристики терминала

Параметры	Значение
Номинал аналоговых входов (тока)	<input type="checkbox"/> 1 А <input type="checkbox"/> 5 А (типовой)
Номинал аналогового входа для ТТНП	<input type="checkbox"/> 0,2 А диапазон измерения: от 0,001 до 0,5 А <input type="checkbox"/> 0,6 А (типовой) диапазон измерения: от 0,003 до 1,6 А
Номинал аналоговых входов (напряжения)	100 В *
Функции защит (типовой набор)	Трехступенчатая дистанционная защита от междуфазных повреждений: - токовая блокировка при качаниях; - пусковые органы по току и напряжению; - блокировка при неисправности в цепях напряжения; - с ускорением 2й и 3й ступеней при включении выключателя. Блокировка от качаний. Трехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных повреждений: - с заглублением уставки МТЗ-1 (ТО) при включении выключателя; - с пуском по напряжению; - с контролем направленности; - с ускорением 2й и 3й ступеней при включении выключателя. Защита от однофазных замыканий на землю. Защита от двойных замыканий на землю. Контроль синхронизма. Контроль исправности вторичных цепей ТТ. Защита от несимметричного режима. Защита минимального напряжения. Защита от повышения напряжения. Защита от дуговых замыканий. Устройство резервирования отказа выключателя с контролем тока. Газовая защита
Функции автоматики (типовой набор)	Автоматическое повторное включение. Выполнение команд АЧР и ЧАПВ.
Функции управления выключателем (типовой набор)	Автоматика управления выключателем. Отключение от внешних цепей
Функции сигнализации (типовой набор)	Учет механического и коммутационного ресурса выключателя. Определение места повреждения при междуфазном КЗ

* Возможна работа в расширенном диапазоне напряжений переменного тока частотой 50Гц с верхними пределами действующих значений 264 В.

Имп. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

6. Дополнительное оборудование для организации локальной сети

Наименование		Количество
<input type="checkbox"/>	Промышленный кабель для интерфейса RS485 ^{**} сечением 0,76 мм ² (1 витая пара, катушка 305 м), м	
	Промышленный кабель для передачи данных Industrial Ethernet ^{**} , (катушка 305 м), м	
<input type="checkbox"/>	марка кабеля FTP ^{***}	
<input type="checkbox"/>	марка кабеля SFTP ^{****}	
<input type="checkbox"/>	Персональный компьютер для сбора информации, шт	
<input type="checkbox"/>	Адаптер RS485 для встраивания в компьютер, шт	
<input type="checkbox"/>	Портативный персональный компьютер (Notebook), шт	

* Для прокладки вне помещения, в условиях сильных электромагнитных полей и при большой длине кабеля.
 ** Выбирается при организации локальной сети по интерфейсу Ethernet.
 *** Для прокладки внутри помещения в условиях обычных электромагнитных полей и небольшой длине кабеля.
 **** Для прокладки внутри помещения в условиях повышенных электромагнитных полей или при большой длине кабеля.

Внимание! При необходимости подключения устройства к ЛС и АСУ ТП с использованием оптического кабеля необходимо использовать медиа конвертер. Тип и параметры медиа конвертера, оптического кабеля связи для ЛС и АСУ ТП, а так же параметры дополнительного оборудования для организации ЛС указываются в разделе «дополнительные требования».

7. Комплект деталей и присоединений

<input type="checkbox"/>	стандартный (ЭКРА.305651.021)
<input type="checkbox"/>	с уменьшенной монтажной глубиной на 50 мм (ЭКРА.687432.001)
<input type="checkbox"/>	для выносного монтажа ячеек КСО (ЭКРА.301241.189 Каркас)

8. Дополнительные требования

Заказчик. _____ Предприятие: _____
 Заполнил: _____ (ФИО, должность) _____ (подпись) _____ (дата)

Инв. № подл.	015/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Приложение Б

(справочное)

Характеристические кривые зависимых выдержек времени

Б.1 Характеристические кривые зависимых выдержек времени на срабатывание (при уставке $T_{min}=0,03$ с)

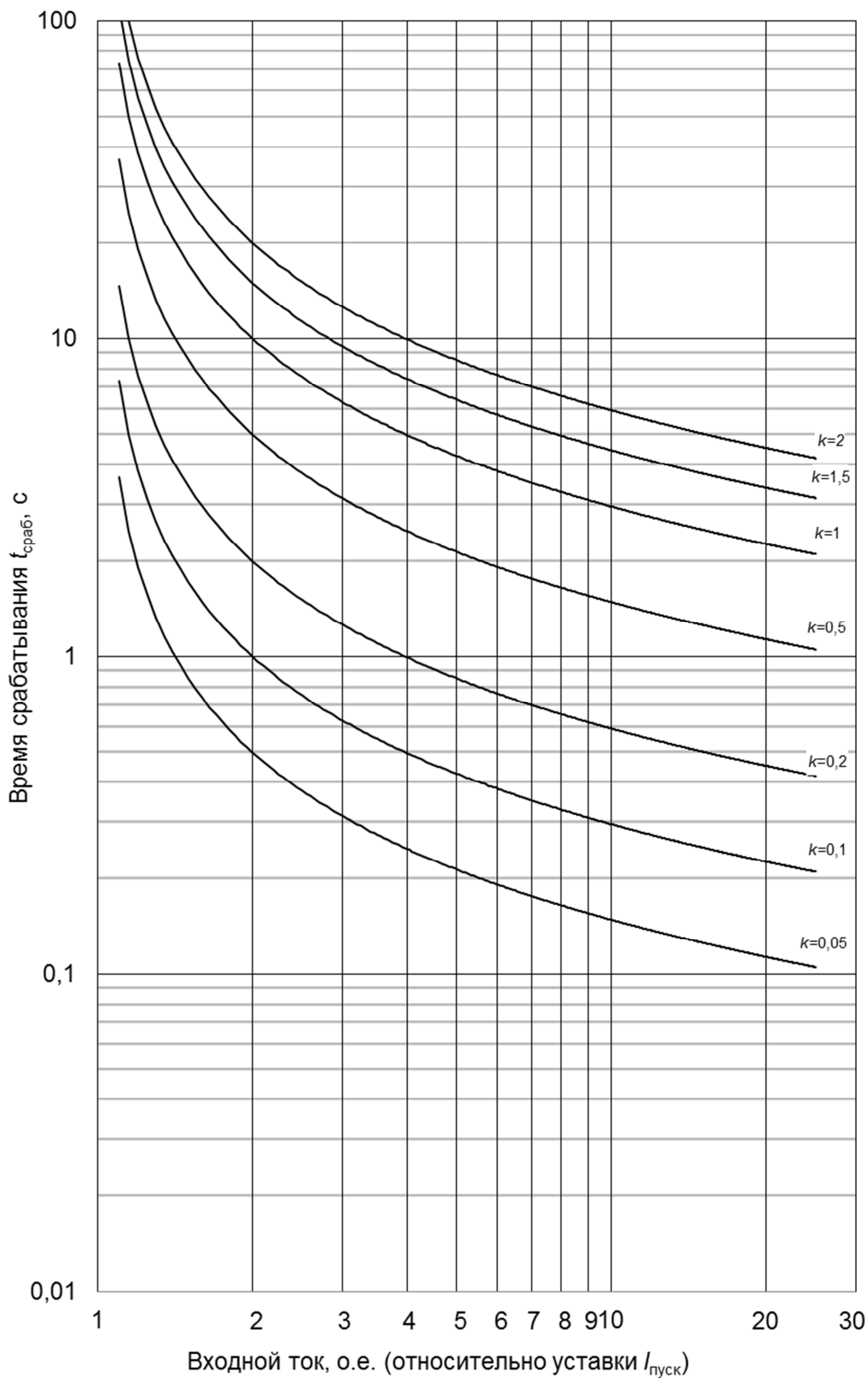


Рисунок Б.1 – Нормально инверсная МЭК

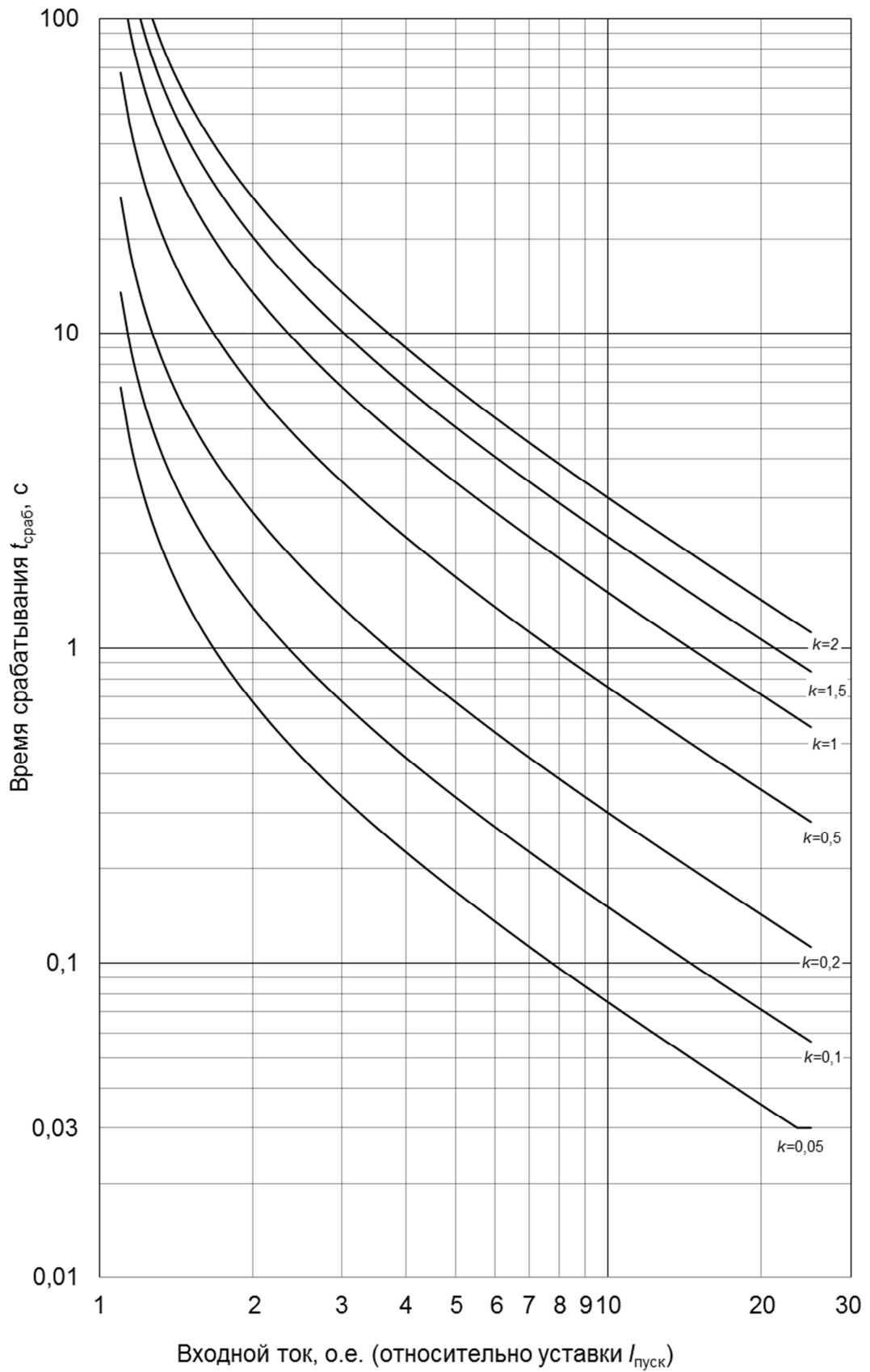
Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

99



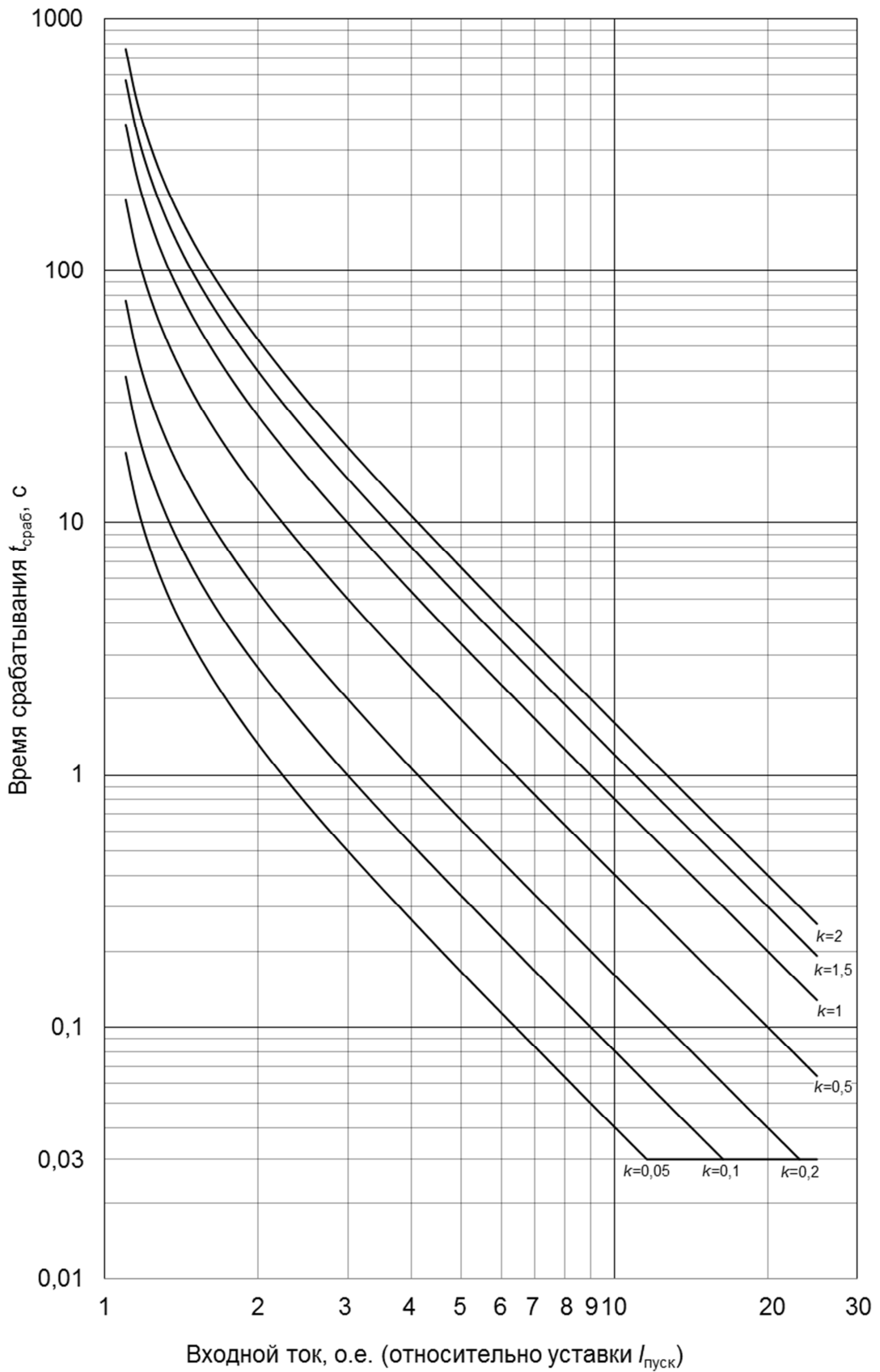
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
015/Э7	Петрова 31.05.2017			

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

100



Инв. № подл.	015/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

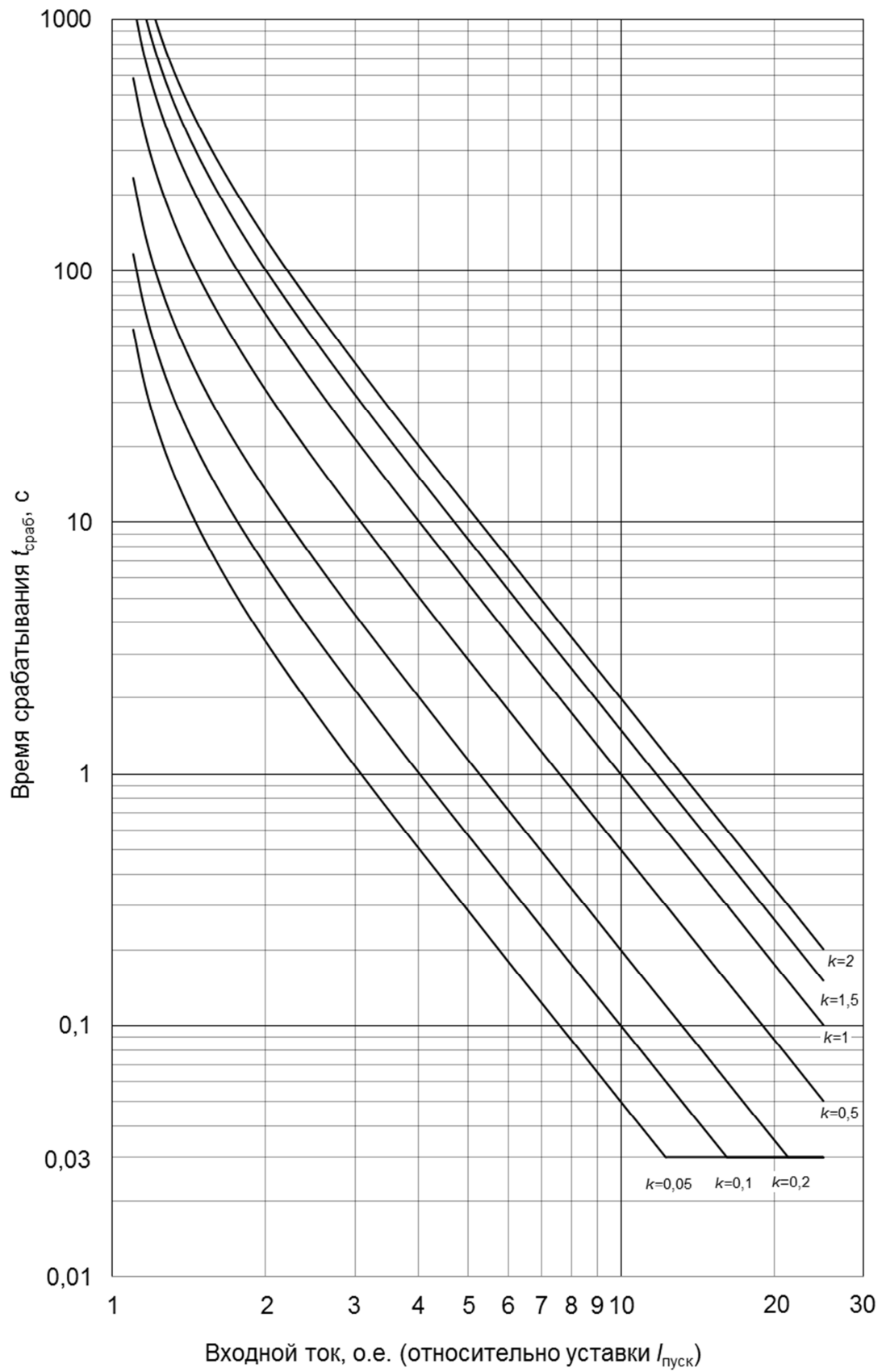


Рисунок Б.4 – Ультра инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
015/Э7	Петрова 31.05.2017			
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

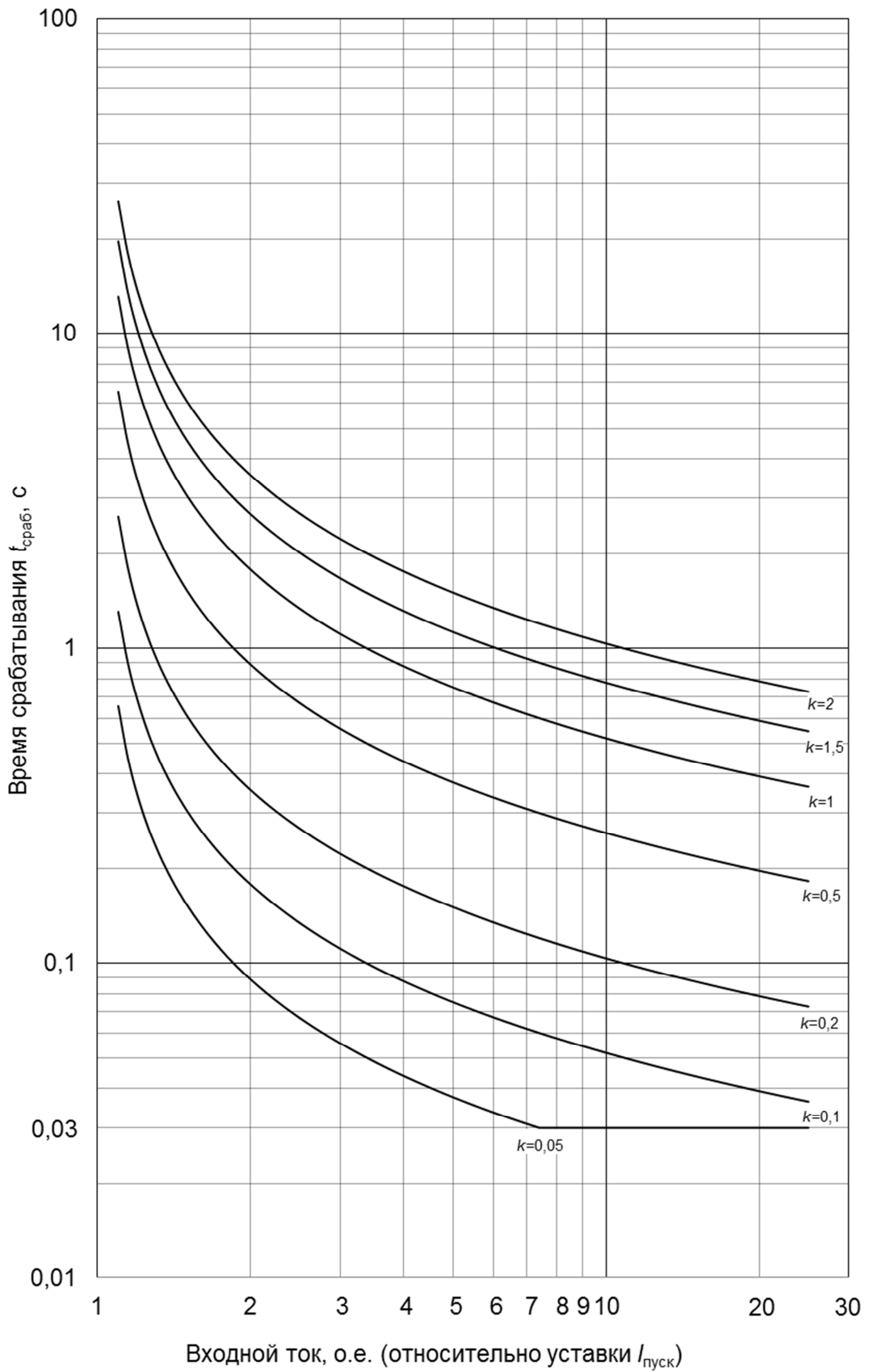


Рисунок Б.5 – Быстро инверсная МЭК

Инв. № подл.	015/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

103

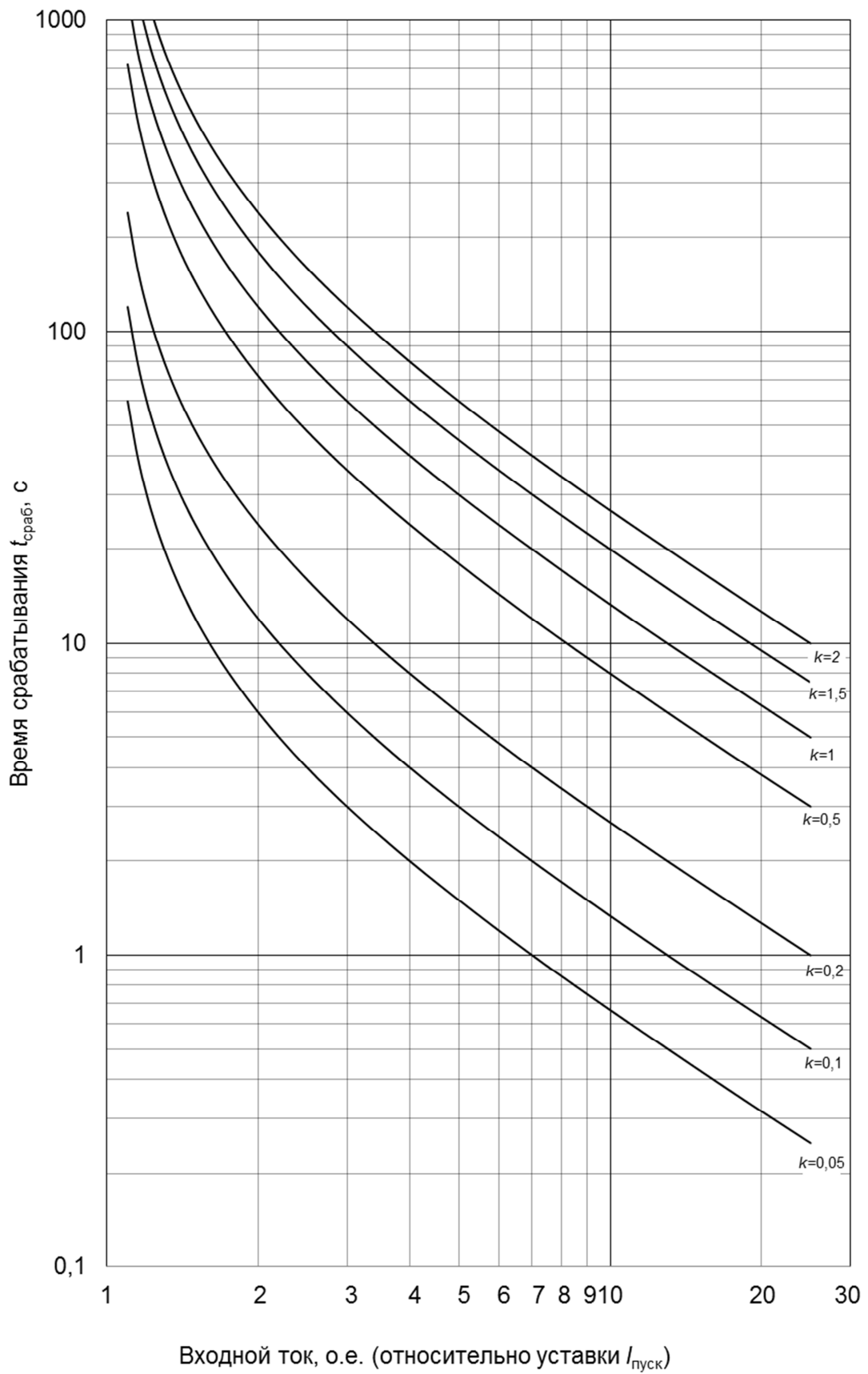


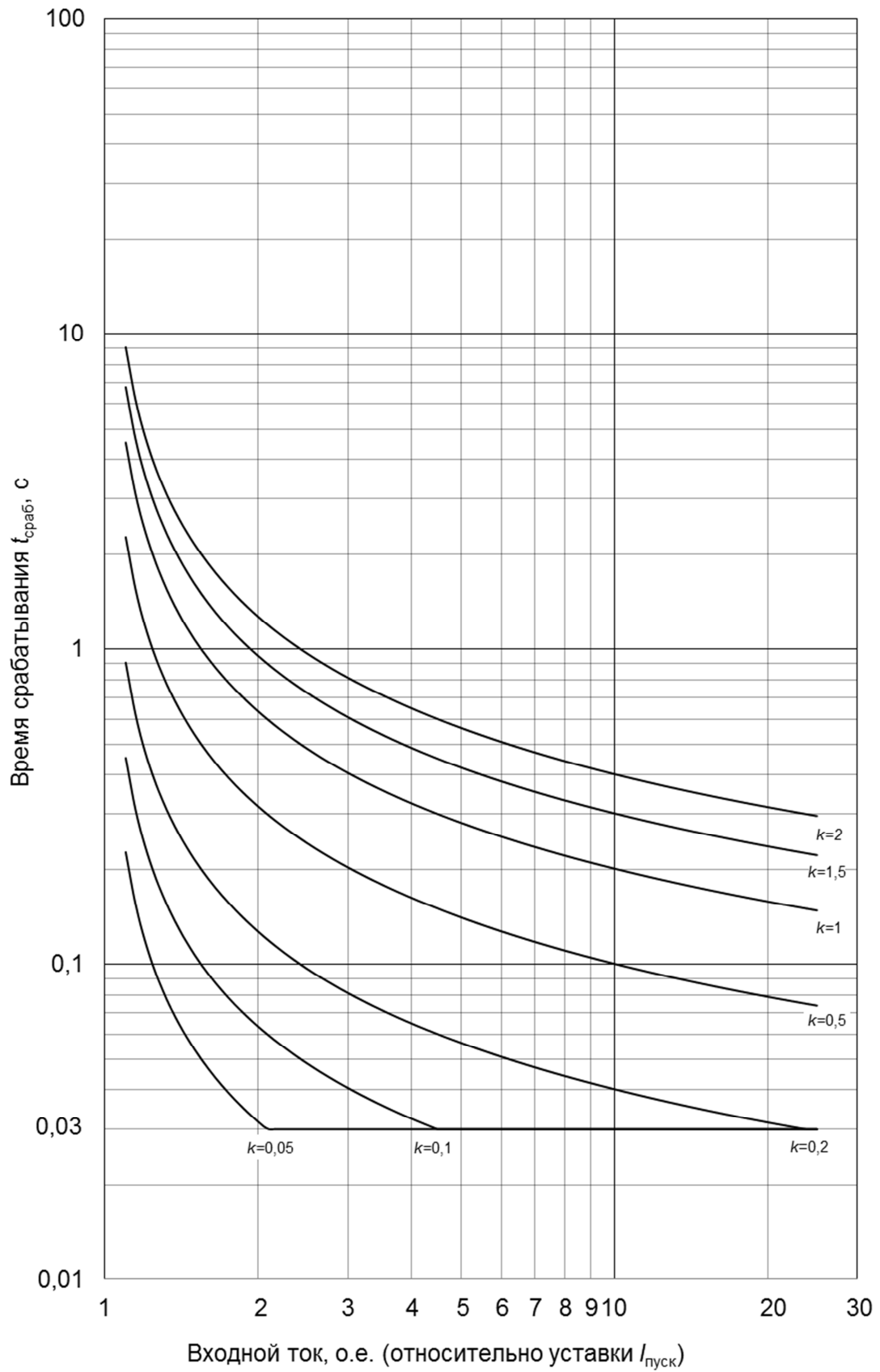
Рисунок Б.6 – Длительно инверсная МЭК

Инв. № подл.	015/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

104



Инв. № подл.	015/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

105

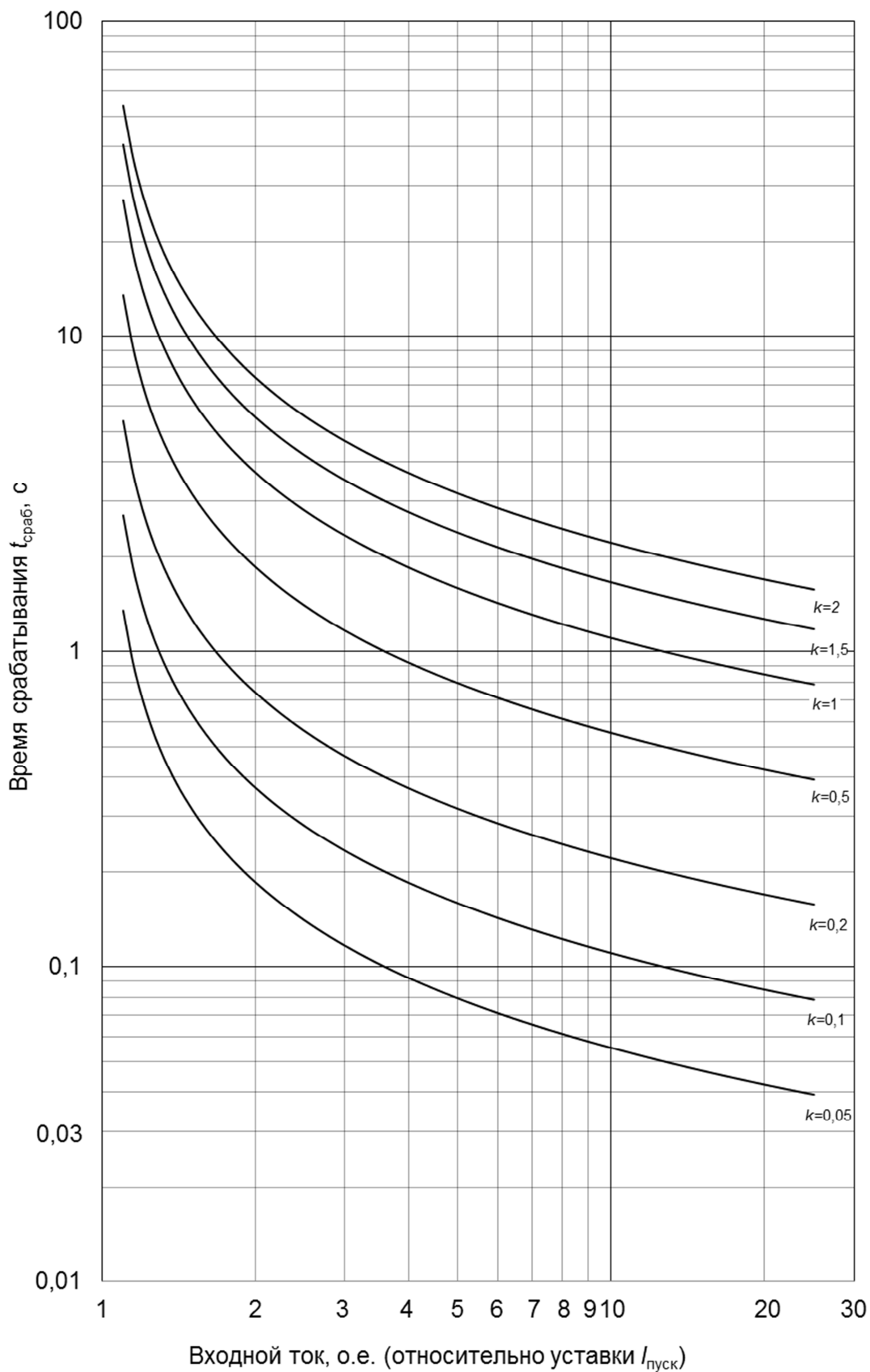


Рисунок Б.8 – Умеренно инверсная ANSI

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

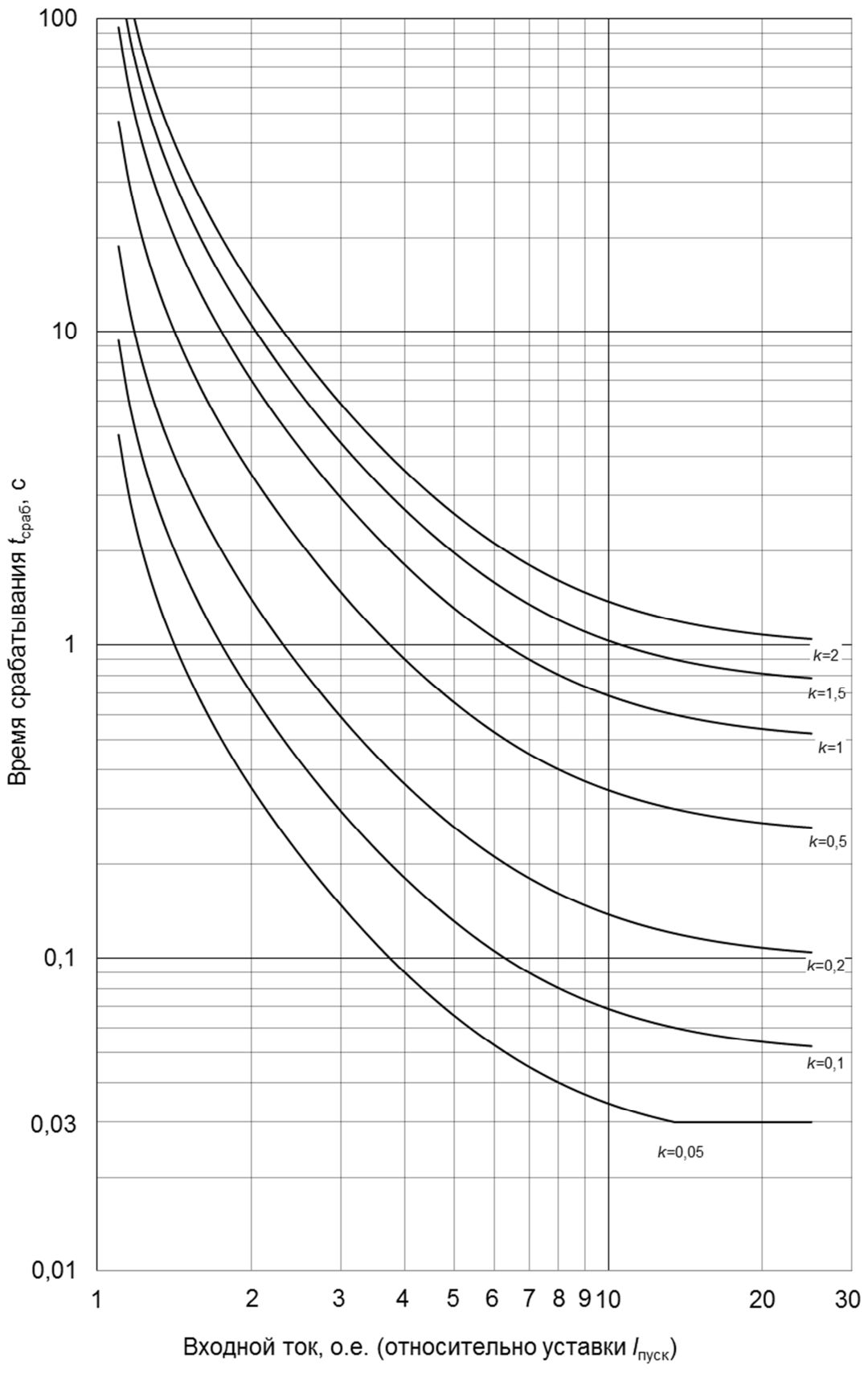
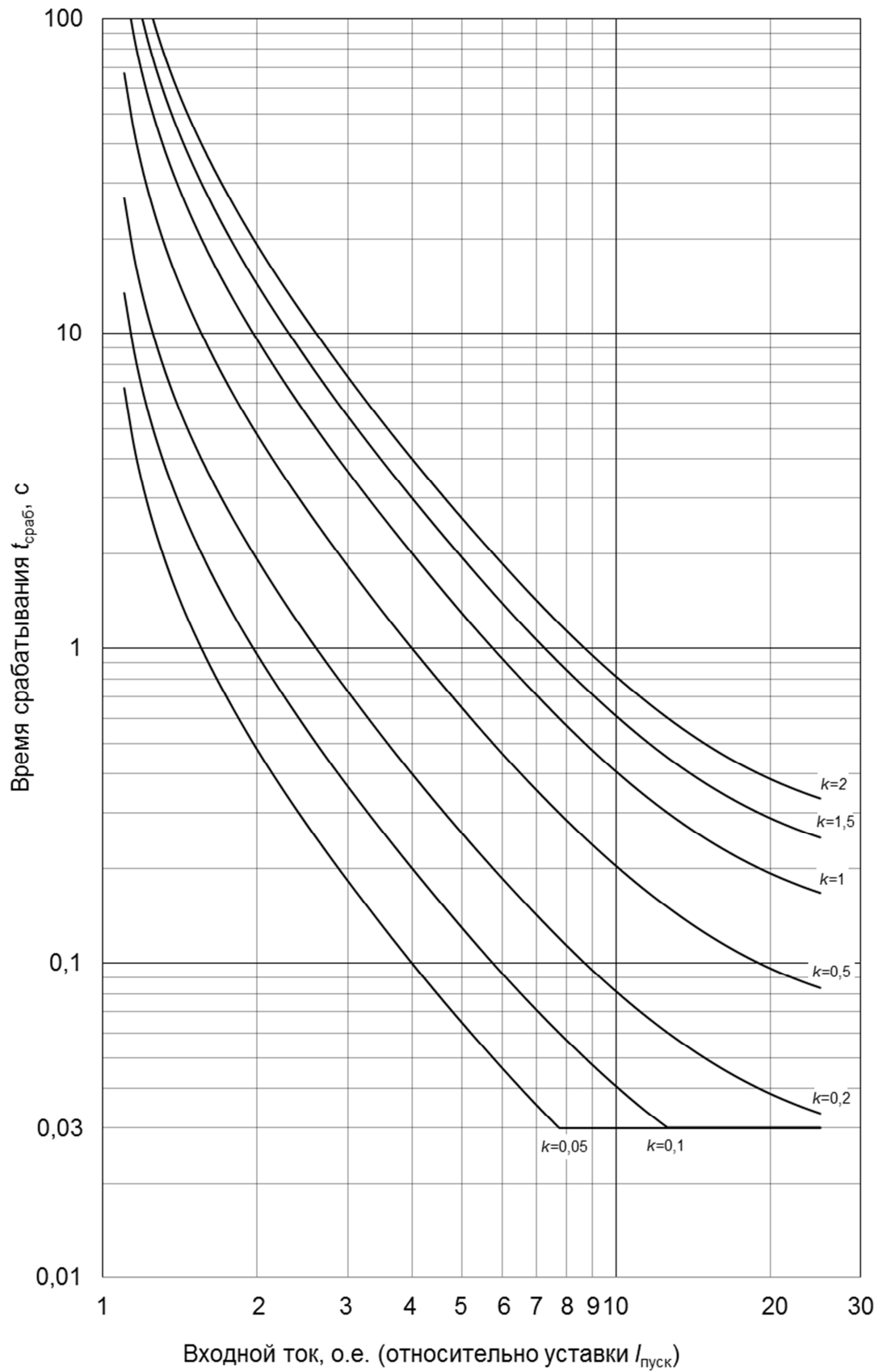


Рисунок Б.9 – Сильно инверсная ANSI

Инв. № подл.	015/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
015/Э7	Петрова 31.05.2017			
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

108

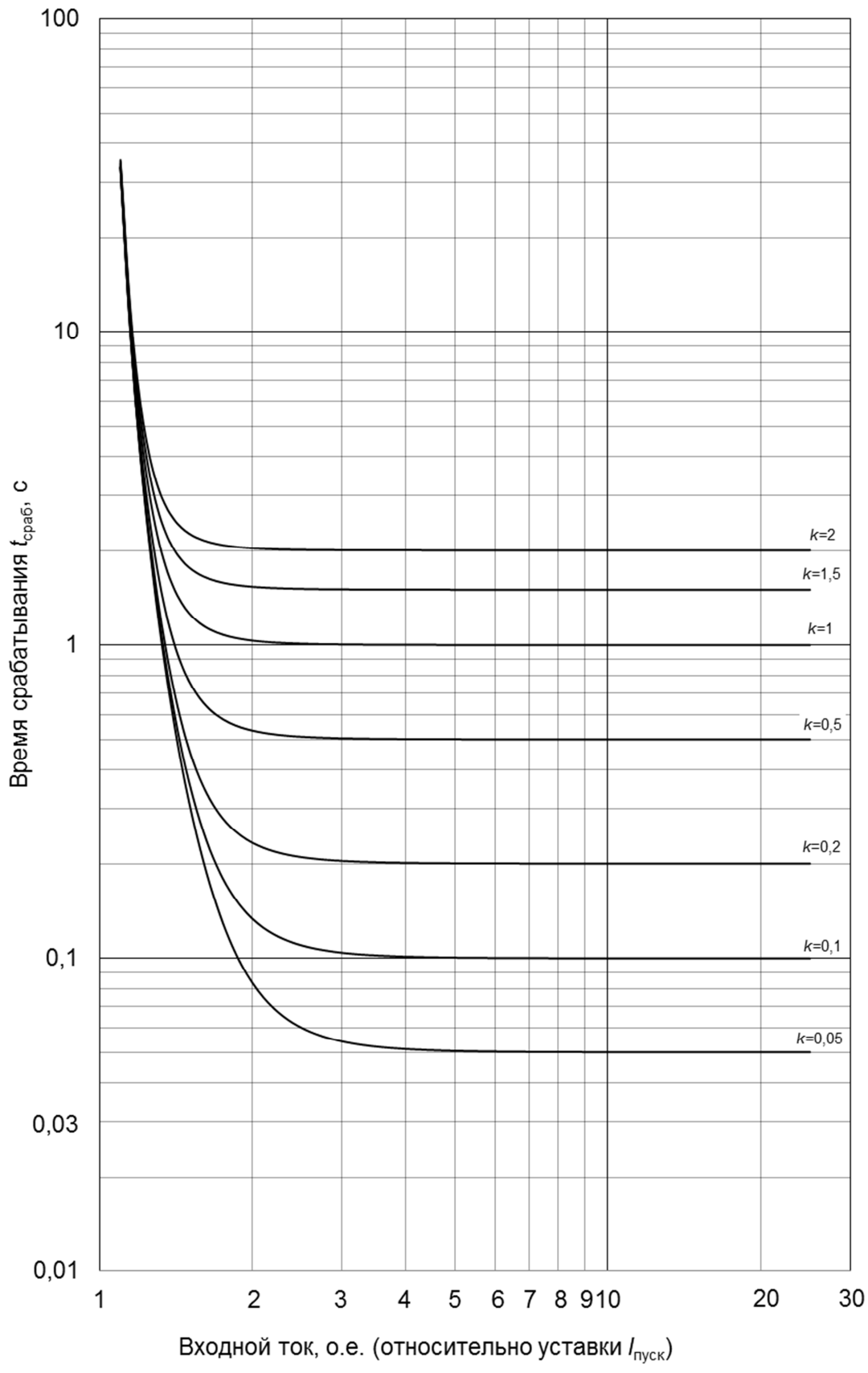


Рисунок Б.11 – Крутая (типа реле РТВ-I)

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

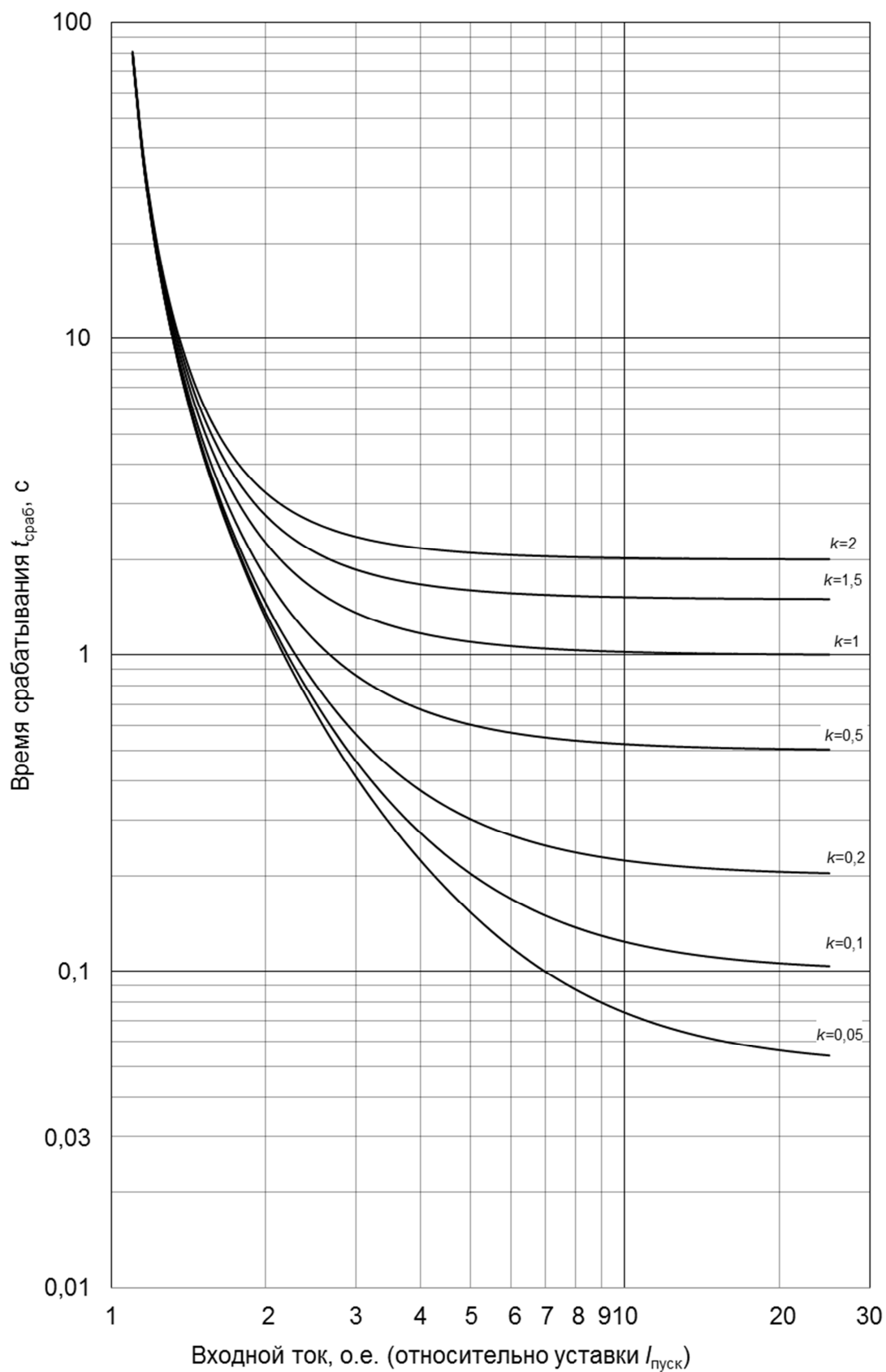


Рисунок Б.12 – Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

110

Б.2 Характеристические кривые зависимых выдержек времени на возврат

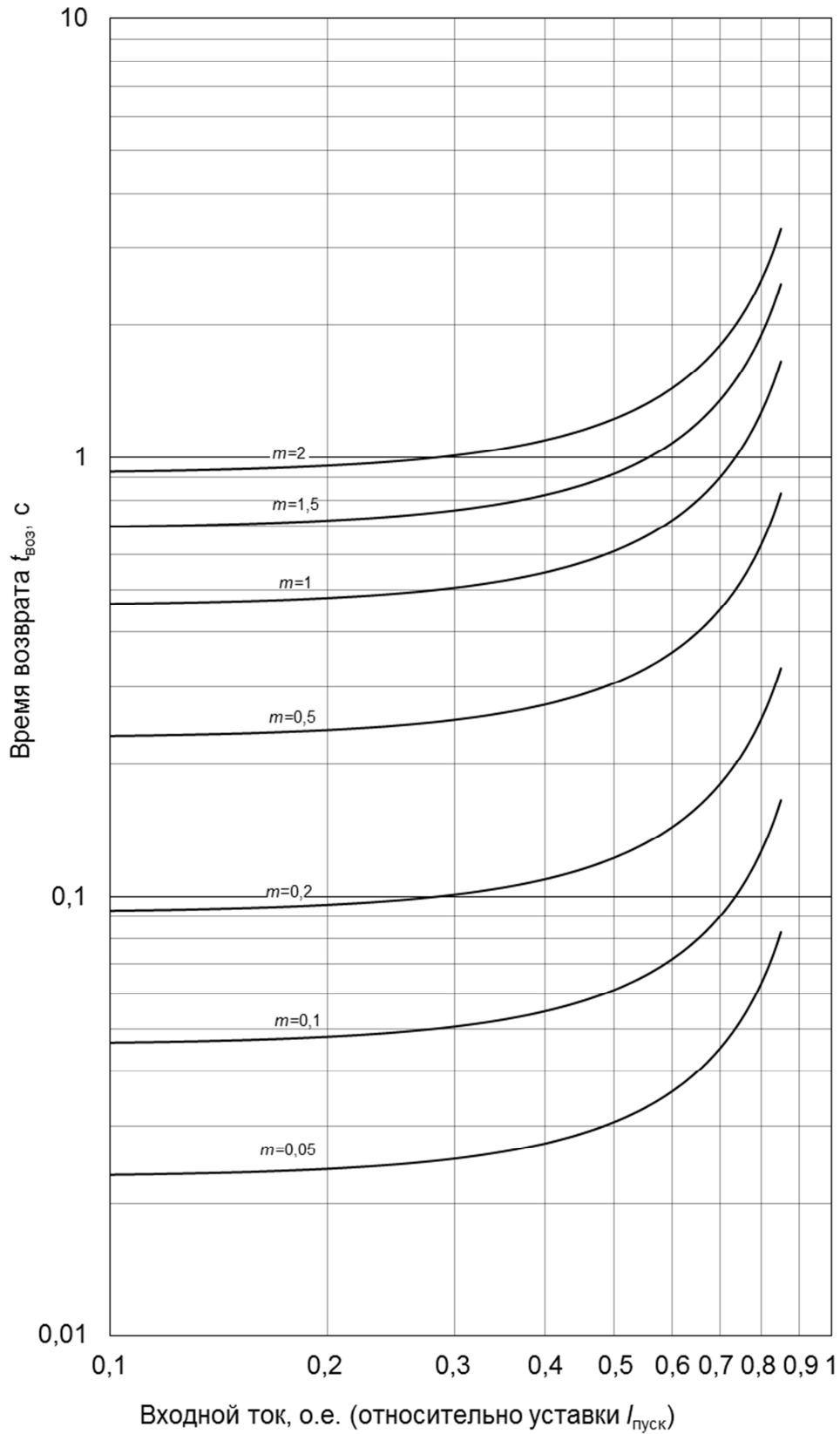


Рисунок Б.13- Нормально инверсная ANSI

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

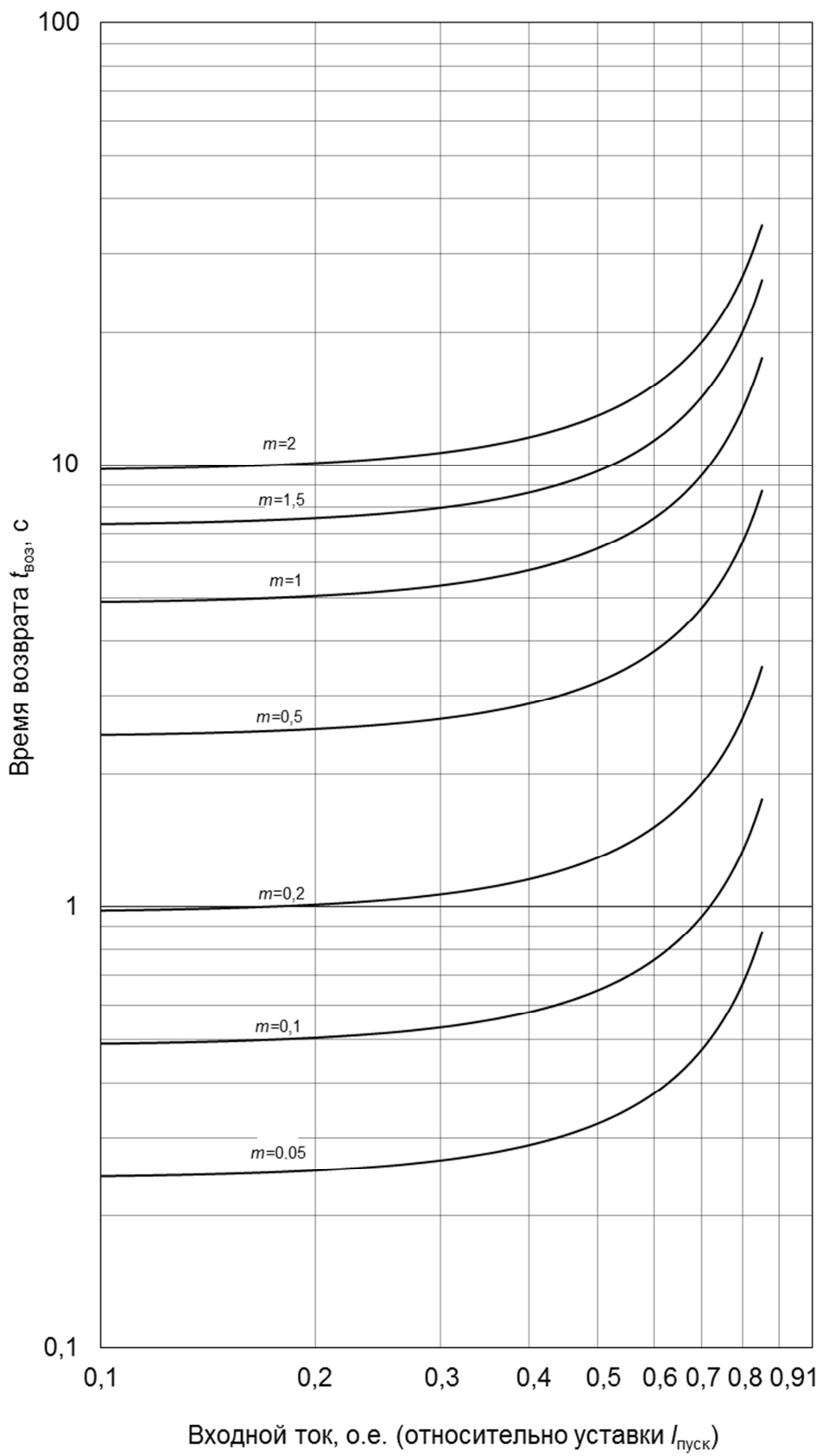


Рисунок Б.14 – Умеренно инверсная ANSI

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

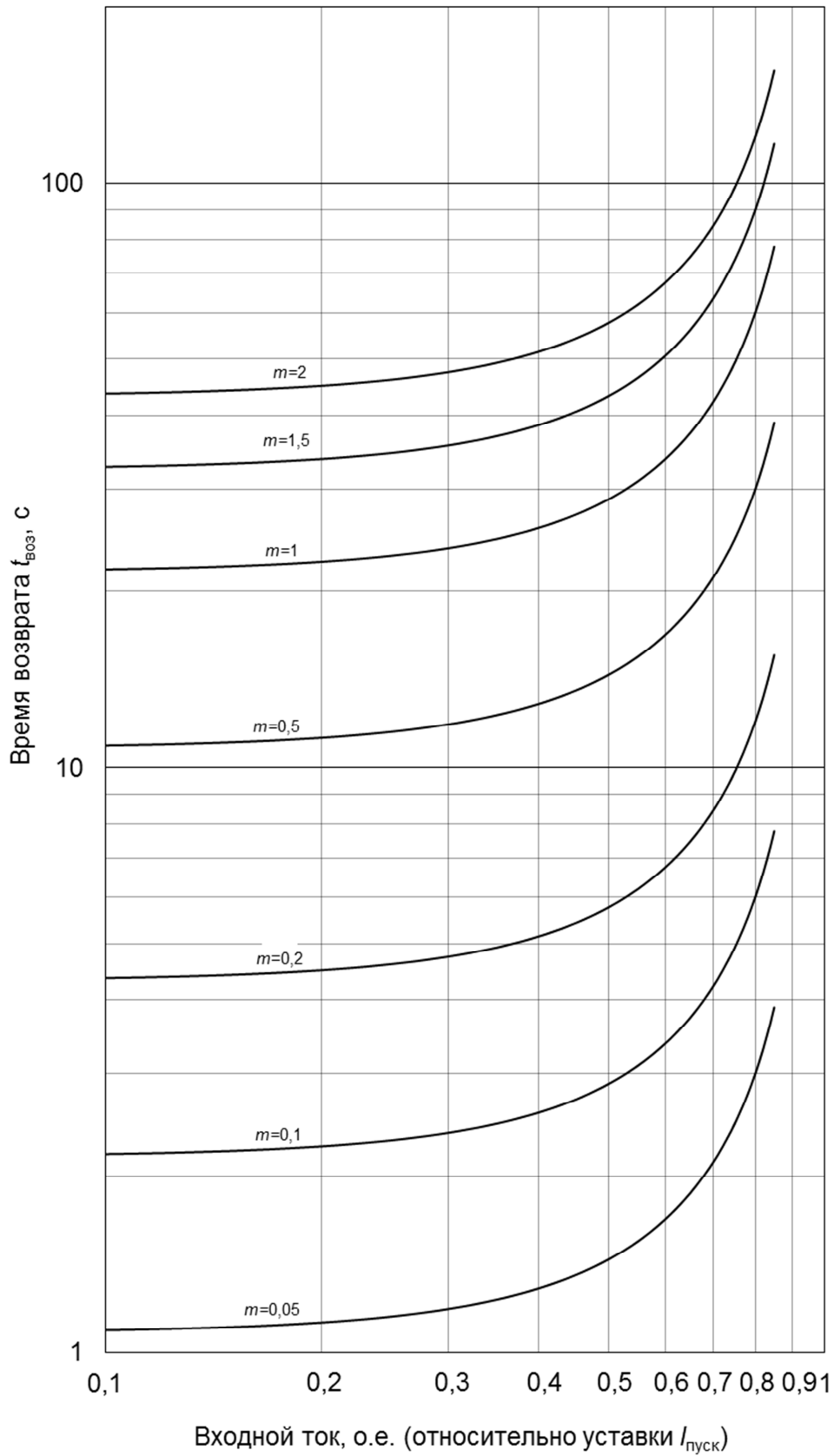
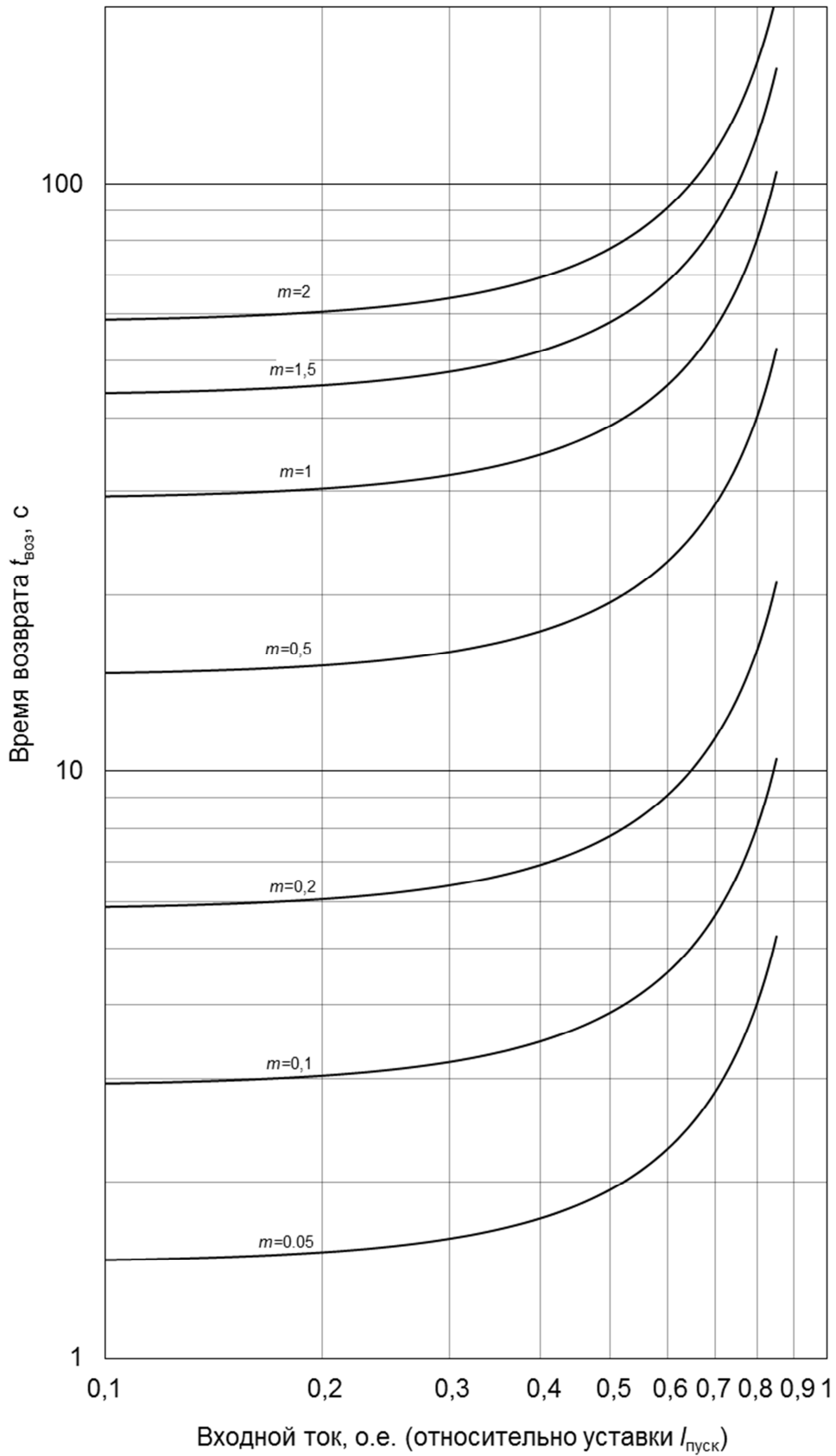


Рисунок Б.15 – Сильно инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
015/Э7	Петрова 31.05.2017			

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
015/Э7	Петрова 31.05.2017			

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Приложение В

(справочное)

Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала ЭКРА 217(А)

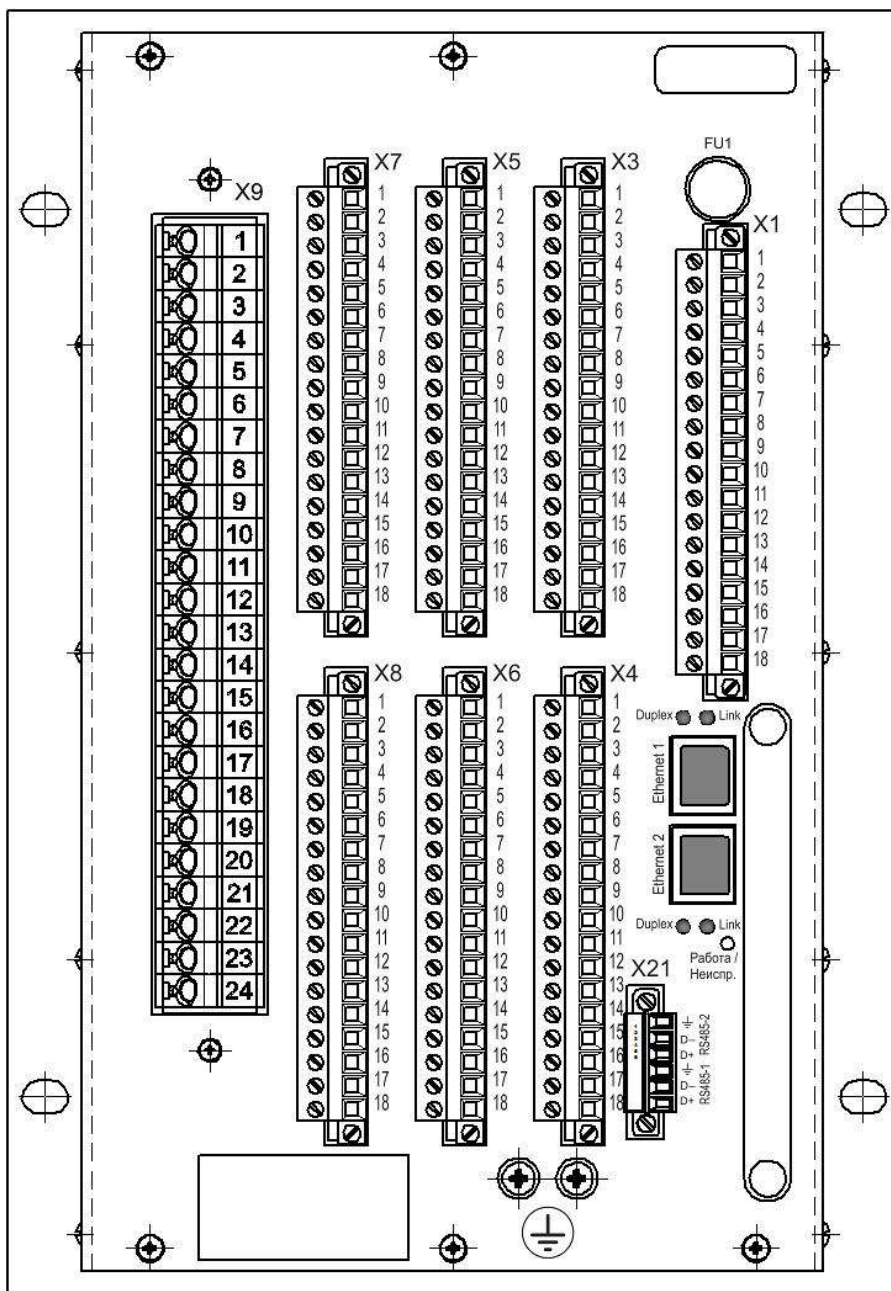


Рисунок В.1

Инв. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

Лист

115

Перечень принятых сокращений и обозначений

1 Принятые сокращения

АПВ	Автоматическое повторное включение
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
АУВ	Автоматика управления выключателем
АЧР	Автоматическая частотная разгрузка
БК	Блокировка при качаниях
ВВВ	Выдержки времени на возврат
ВВС	Выдержки времени на срабатывание
ВН	Высшее напряжение
ДЗ	Дистанционная защита
ЗДЗ	Защита от дуговых замыканий
ЗМН	Защита минимального напряжения
ЗНР	Защита несимметричного режима
ЗОЗЗ	Защита от однофазных замыканий на землю
ЗПН	Защита от повышения напряжения
ИО	Измерительный орган
КЗ	Короткое замыкание
КИН	Контроль исправности цепей напряжения
КИТ	Контроль исправности цепей переменного тока
КНН	Контроль наличия напряжения
КОН	Контроль отсутствия напряжения
КРУ	Комплектное распределительное устройство
КС	Контроль синхронизма
ЛЭП	Линия электропередач
МТЗ	Максимальная токовая защита
НН	Низшее напряжение
ПК	Персональный компьютер
ПО	Пусковой орган
ПпН	Пуск по напряжению
ПСИ	Приемо-сдаточные испытания
ПТЭ	Правила технической эксплуатации
РЗиА	Релейная защита и автоматика

Ив. № подл.	015/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РКВ	Реле команды «Включить»
РКНН	Реле контроля наличия напряжения
РКО	Реле команды «Отключить»
РКОН	Реле контроля отсутствия напряжения
РН	Реле напряжения
РНМ	Реле направления мощности
РПВ	Реле положения «Включено»
РПО	Реле положения «Отключено»
РС	Реле сопротивления
РТ	Реле тока
РФК	Реле фиксации команды
СВ	Секционный выключатель
СП	Схема подключения
ТЗНП	Токовая защита нулевой последовательности
ТН	Измерительный трансформатор напряжения
ТОНП	Токовая отсечка нулевой последовательности
ТТ	Измерительный трансформатор тока
ТТНП	Измерительный трансформатор тока нулевой последовательности
УРОВ	Устройство резервирования отказа выключателя
ФК	Фиксация команд
ФС	Функциональная схема
ЦВ	Цепь включения
ЦО	Цепь отключения
ЦУ	Цепь управления
ЧАПВ	Частотное автоматическое повторное включение
ШП	Шины питания
ЭДС	Электродвижущая сила
ANSI	Американский Национальный Институт Стандартов
IEC	Международная электротехническая комиссия, МЭК

Инв. № подл.	015/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.05.2017
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ

2 Принятые обозначения (в функциональных схемах используются следующие элементы)



Внутренний логический сигнал устройства (выходной)



Внутренний логический сигнал устройства



Внешний дискретный выходной сигнал (воздействие на выходные реле)



Виртуальный дискретный входной сигнал (виртуальный сигнал)



Виртуальный дискретный выходной сигнал (виртуальный сигнал)



Выходной дискретный сигнал от измерительного органа

Инв. № подл.	015/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ				118

Список литературы

- 1 ГОСТ 7746–2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия
- 2 ОРТ.135.006 ТИ «Трансформаторы напряжения трехфазной антирезонансной группы НАЛИ-СЭЩ-6(10)»
- 3 1ГТ.769.060 РЭ «Трехфазные группы 3х3НОЛП.06»
- 4 Шабад. М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. Санкт-Петербург, 2003
- 5 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 7
- 6 ООО НПП "ЭКРА", Техническое описание, Измерительный орган тока с зависимой и независимой выдержкой времени – 3I_t, 2014
- 7 Н.В. Чернобровов, Релейная защита. Учебное пособие
- 8 В.А. Андреев, Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов, 4-е изд. перераб. и доп. – Москва, Высш. шк., 2006
- 9 РД 34.20.501-95, Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации
- 10 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждено приказом Министерства энергетики РФ 13.01.2003 N6

Инв. № подл.	015/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 31.05.2017			Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17	ЭКРА.656122.036/217 0303 РЭ						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							119

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1		все			120	ЭКРА.1051-2017		Петрова	31.05.17
2	1, 4, 120				120	ЭКРА.510-2019		Петрова	20.03.19

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. дата
015/Э7		Петрова 31.05.2017	

1	Зам.	ЭКРА.1051-2017	Петрова	31.05.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата