



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

**ТЕРМИНАЛ ЗАЩИТ, АВТОМАТИКИ, УПРАВЛЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ И
СИГНАЛИЗАЦИИ ДВУХСКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 5 МВт

ЭКРА 217(А) 0503

Руководство по эксплуатации
ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

EAC

Инв. № подл. 038/Э7	Подп. и дата Петрова 31.07.17	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.

Петрова	31.07.17	1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Петрова		Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Петрова		Разраб.		Петрова		
Петрова		Пров.		Воробьев		
Петрова		Н. контр.		Курочкина		
Петрова		Утв.		Пашковский		

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ			
Терминал защит, автоматики, управления выключателями и сигнализации двухскоростного электродвигателя мощностью менее 5 МВт ЭКРА 217(А) 0503 Руководство по эксплуатации	Лит А	Лист 2	Листов 117
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	19
1.6	Состав терминала и конструктивное выполнение	88
1.7	Средства измерений, инструмент и принадлежности	88
1.8	Маркировка и пломбирование	88
1.9	Упаковка	88
2	Использование по назначению	89
2.1	Эксплуатационные ограничения	89
2.2	Подготовка терминала к использованию	89
2.3	Работа с терминалом	89
2.4	Возможные неисправности и методы их устранения	90
3	Техническое обслуживание терминала	91
3.1	Общие указания	91
3.2	Меры безопасности	91
3.3	Рекомендации по техническому обслуживанию терминала	91
3.4	Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе	91
4	Транспортирование и хранение	93
4.1	Требования к условиям хранения, транспортирования	93
4.2	Способ утилизации	93
	Приложение А (обязательное) Карта заказа ЭКРА 217(А) 0503 (терминал защит, автоматики, управления выключателями и сигнализации двухскоростного электродвигателя мощностью менее 5 МВт)	94
	Приложение Б (справочное) Характеристические кривые зависимых выдержек времени	97
	Приложение В (справочное) Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала ЭКРА 217(А)	113
	Перечень принятых сокращений и обозначений	114
	Список литературы	116

Инв. № подл. 038/Э7	Подп. и дата Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. дата	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Настоящим руководством по эксплуатации (далее – РЭ) следует руководствоваться при изучении, монтаже и эксплуатации цифровых микропроцессорных устройств защит, автоматики, управления выключателями и сигнализации двухскоростного электродвигателя мощностью менее 5 МВт ЭКРА 217(А) 0503 (далее - терминалы) совместно со следующими схемами:

- схема электрическая подключения ЭКРА.656122.036/217 0503 Э5;
- схема электрическая функциональная ЭКРА.656122.036/217 0503 Э2;
- бланк уставок ЭКРА.656122.036/217 0503 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 RECVIEWER 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.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 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.	038/Э7				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	
Инв. № подл.	038/Э7	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17				
ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ					5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Терминал ЭКРА 217(А) 0503 – унифицированное микропроцессорное устройство, применяемое в качестве комплексной системы защит, автоматики, управления выключателями и сигнализации двухскоростного электродвигателя мощностью менее 5 МВт.

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. 1.2.1), 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 «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200 Руководство по эксплуатации» 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.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Таблица 2 – Основные номинальные параметры терминала

Наименование параметра	Значение
Номинальный переменный ток аналоговых входов - $I_{НОМ}$, А*: - для фазных величин; - для нулевой последовательности	5 или 1 0,2; 1; 5
Рабочий диапазон входных цепей переменных токов, А: - фазных величин; - нулевой последовательности	$(0,05 - 40,0) \cdot I_{НОМ}$
1.2.6.1 Термическая стойкость входных цепей переменного тока, А: - для фазных величин: при длительном воздействии; при токовом воздействии в течение 1,0 с	$3,0 \cdot I_{НОМ MAX}$ $100,0 \cdot I_{НОМ MAX}$
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, длительно, В	300
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 для подключения цепей: тока напряжения	6 1 3 1 0 1
Количество дискретных входов	32
Количество дискретных выходов	16
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69**	УХЛ3.1 О4***
Группа исполнения терминала в части воздействия механических факторов окружающей среды по ГОСТ 17516.1-90	М7
Электрические интерфейсы, поддерживаемые терминалом, шт.: - RS485; - Ethernet	2 2
Протоколы обмена, поддерживаемые терминалом	Modbus RTU Modbus TCP МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 МЭК 61850-8-1**

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Значение
Поддерживаемые протоколы программной синхронизации времени внутренних часов терминала	Modbus RTU Modbus TCP МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 SNTP IRIG-B
Поддерживаемые электрические интерфейсы аппаратной синхронизации времени внутренних часов терминала	1PPS IRIG-B
Средняя основная погрешность срабатывания всех выдержек времени на любой уставке не более $\pm 2\%$ 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>*** Номинальные значения климатических факторов внешней среды приведены в руководстве по эксплуатации «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» – ЭКРА.650321.001 РЭ.</p> <p>**** Без учета времени срабатывания выходного реле терминала, которое составляет не более 10 мс и времени обработки данных в терминале, которое составляет не более 20 мс.</p>	

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

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

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.2.16 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.

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

1.2.18 Информация о сейсмостойкости 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 Характеристики электрической прочности изоляции приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.23 Характеристики электромагнитной совместимости приведены 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 Описание программного обеспечения приведено 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 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) 0503 выполняет следующие функции

а) в части защит:

- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ);
- комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка);
- контроль исправности вторичных цепей ТН;

Инв. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

- контроль исправности вторичных цепей ТТ;
- защита от дуговых замыканий (ЗДЗ);
- защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1);
- защита от двойных однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2);
- защита от несимметричного режима (ЗНР);
- защита от обратной мощности (ЗОМ);
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- защита от токовой перегрузки (ЗТП);
- защита от минимальной частоты (ЗМЧ);
- защита от минимального тока (ЗМТ);
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);

б) в части автоматики управления:

- определение режима работы первой скорости;
- определение режима работы второй скорости;
- автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ);
- автоматика управления выключателем (АУВ).

б) 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;
- 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;

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

– 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».

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.

Инв. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 Характеристики измерения параметров сети переменного тока приведены 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) 0503, 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 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 регулируемую выдержку времени на срабатывание (по умолчанию равную 15 мс) и регулируемую выдержку времени на возврат (по умолчанию равную 6 мс). Использование данных выдержек времени оправдано, если их значения не ухудшают быстродействие защит. Изменение значений выдержек времени для каждого из дискретных входов 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. 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».

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.3.2 Пример задания параметров аналоговых входов тока

1.3.3 Исходные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные

Параметр	Значение
Тип защищаемого объекта	Электродвигатель
Номинальная мощность защищаемого объекта – $S_{ном.}$, кВ·А	5000
Номинальное линейное напряжение на вводах первичной обмотки – $U_{ном.лин.перв.}$, кВ	6
Схема и группа соединения обмоток ТТ	Y-0
Номинальные параметры ТТ, установленных со стороны выводов обмотки статора электродвигателя, $I_{ном.ТТперв.}$ А/ $I_{ном.ТТвтор.}$ А	600/5
Номинальный коэффициент трансформации ТТНП – $k_{ТТНП}$	125/1

1.3.3.1 Расчет и задание параметров аналоговых входов I1cY(I2cY)

Первичный номинальный фазный ток защищаемого объекта рассчитывается по формуле

$$I_{ном.фаз.перв} = \frac{S_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.лин.перв.}} = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 6} = 481,125 \text{ А.} \quad (1)$$

Номинальный коэффициент трансформации по ГОСТ 7746-2015 ТТ, установленного со стороны выводов обмотки статора электродвигателя, рассчитывается по формуле

$$k_{ТТ} = \frac{I_{ном.ТТперв.}}{I_{ном.ТТвтор.}} = \frac{600}{5} = 120. \quad (2)$$

Вторичный номинальный (базисный) ток рассчитывается по формуле

$$I_{ном.фаз.втор} = k_{сх} \cdot \frac{I_{ном.фаз.перв}}{k_{ТТ}} = 1 \cdot \frac{481,125}{120} = 4,009 \text{ А,} \quad (3)$$

где, $k_{сх,i}$ – коэффициент схемы, учитывающий схему соединения вторичных обмоток ТТ; для ТТ, вторичные обмотки которых соединены в треугольник – $k_{сх} = \sqrt{3}$, в звезду – $k_{сх} = 1$.

В терминал необходимо ввести следующие параметры, задающие базовый ток. Для групп трехфазной токовой цепи (I1cY,I2cY): номинальный (базисный) ток – 4,009 А; коэффициент трансформации – 120 (см. рисунок 1).

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

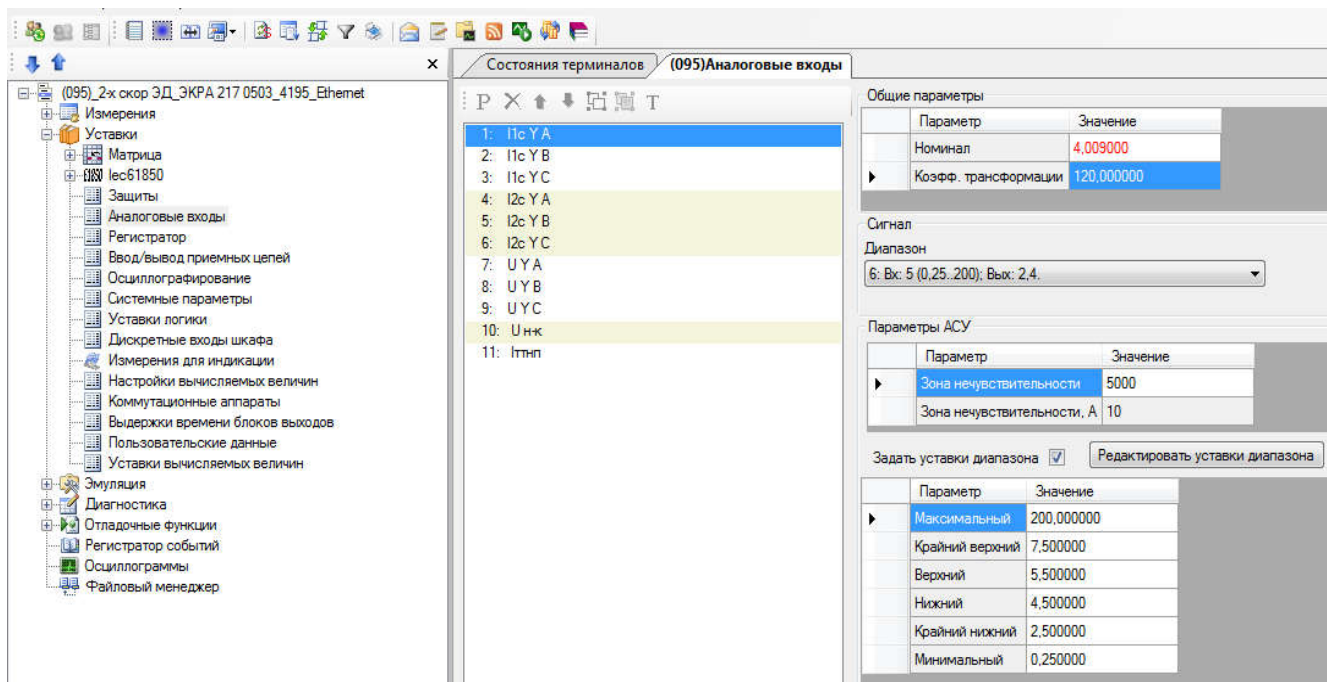


Рисунок 1 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной токовой цепи (I1cY,I2cY)

1.3.3.2 Расчет и задание параметров аналогового входа Iтнп н-к*

Аналоговый вход используется для реализации функции контроля исправности вторичных токовых цепей ТТ (КИТ, см. 1.5.7), защиты от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1, см. 1.5.4) и защиты от двойных однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2, см. 1.5.5).

Номинальный ток данного аналогового входа задается равным номинальному току аналогового входа терминала 0,2; 1 или 5 А (в зависимости от требуемого диапазона измерения).

Для входа Iтнп1 н-к в терминал необходимо ввести следующие параметры: номинал 0,2 А (либо 1, 5 А); фактический коэффициент трансформации (у ТТНП) – 125.

1.3.4 Пример задания параметров аналоговых входов напряжения

1.3.4.1 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 [1]

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	$6000/\sqrt{3}$

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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 5

Параметр	Значение
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

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

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 цепей защитных устройств и контроля изоляции сети. Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки ($U_{доп}$) $100 / 3 = 33,33 В$ [1].

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{ТНдоп} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.доп.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / 3} = 103,9 . \quad (5)$$

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 ($U_{н-к}$): номинал цепи $100/3=33,33 В$; коэффициент трансформации – 103,9.

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

Исходные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные [2]

Параметр	Значение
Тип ТН	ЗНОЛ-6
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

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Расчет и задание параметров.

Расчет величины номинальных напряжений выполняется аналогично примеру 1.

Коэффициент трансформации основной обмотки рассчитывается по формуле

$$K_{ТНосн} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.втор.осн.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}} = 60 . \quad (6)$$

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$K_{ТНдоп} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.втор.осн.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100} = 34,64 . \quad (7)$$

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 ($U_{н-к}$): номинал цепи – 100 В; коэффициент трансформации – 34,64.

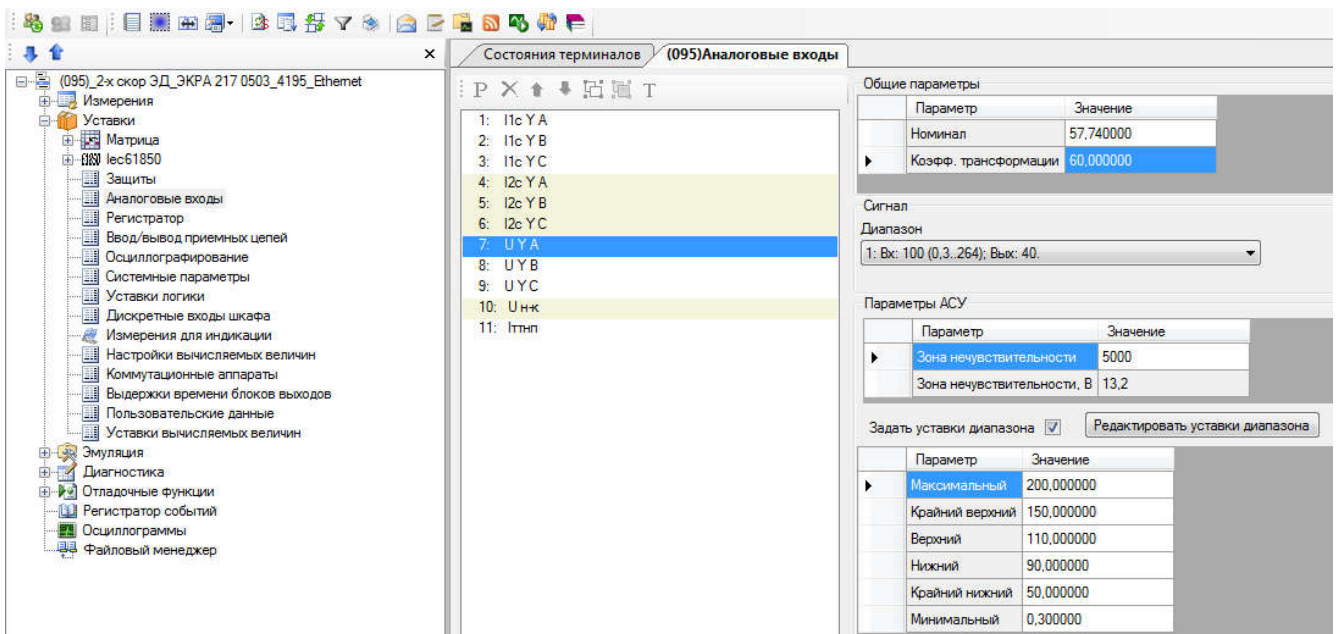


Рисунок 2 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной цепи напряжения (UY)

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);

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

Петрова 31.07.17

038/ЭТ	1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- 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 $I_{1расч.}$;

- надежную (без вибраций) работу ИО защиты при максимальном токе КЗ $I_{1к.макс.}$, когда могут быть повышенные погрешности ТТ и искажения формы кривой вторичного тока;

- отсутствие опасных перенапряжений во вторичных цепях ТТ при максимальном токе КЗ $I_{1к.макс.}$ [3].

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 по 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

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

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 2 А), наилучшим вариантом является проведение замера непосредственно на объекте тока небаланса у кабельного ТТНП при 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.

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

18

1.5 Характеристики защит и функций

1.5.1 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.5.1.1 Максимальная токовая защита предназначена для защиты от многофазных КЗ в обмотке статора электродвигателя. Для ЭД мощностью менее 5 МВт МТЗ является основной, а для ЭД свыше 5 МВт - резервной [4, раздел 5].

1.5.1.2 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 11, 12. Функциональные схемы ступеней МТЗ представлены на рисунках 3 - 7.

1.5.1.3 В зависимости от выбора состояния программных накладок (см. таблицу 7) каждая из ступеней МТЗ может быть выполнена направленной и/или иметь комбинированный пуск по напряжению.

Таблица 7 – Программные накладки МТЗ

Имя	Название	Состояние
МТЗ-1_Авт_загр_уст	Автоматическое загроуление 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
МТЗ-1_Конт_напр	Контроль направленности МТЗ-1	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
МТЗ-1_Пуск_по_напр	Пуск по напряжению МТЗ-1	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
МТЗ-2_Напр_при_Неисп_ТН	Действие направленной МТЗ-2 при неисправности ТН	1 - Авт. переключение на ненаправленную работу
		0 - Запрет работы
МТЗ-2_Конт_напр	Контроль направленности МТЗ-2	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
МТЗ-2_Пуск_по_напр	Пуск по напряжению МТЗ-2	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Торм_МТЗ-2	Ввод торможения МТЗ-2	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

1.5.1.4 Воздействия каждой из ступеней МТЗ могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Основные параметры ИО (реле тока) каждой из ступеней приведены в 1.5.1.11 и 1.5.1.12 соответственно. Функциональные схемы ступеней МТЗ представлены на рисунках 5 - 7. Выдержки времени ступеней МТЗ приведены в таблицах 8 - 10.

1.5.1.5 Особенность первой ступени защиты МТЗ в том, что она имеет возможность автоматического загроуления уставки на момент включения выключателя. Автоматическое загроуление уставки вводится при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения программной накладки (см. таблицу 7).

Интв. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Интв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Внимание!

Для корректной работы МТЗ-1, в режиме «Автоматическое закрупление уставки», обязательным условием является превышение величины времени ввода закрупления (выдержка времени «РПО_t», см. 1.5.24) над задержкой на срабатывание (см. таблицу 8).

Таблица 8 – Выдержки времени МТЗ-1

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

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

1.5.1.6 Вторая ступень МТЗ может быть выполнена как с зависимыми время-токовой характеристиками срабатывания, так и с независимой. Полный перечень характеристических кривых приведен в таблицах 13, 14, вид характеристических кривых приведен в приложении Б, остальные параметры приведены в 1.5.1.12.

Таблица 9 – Выдержки времени МТЗ-2

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
Торм_МТЗ-2_t	Регулируемая выдержка времени на торможение МТЗ-2	1,5	-

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

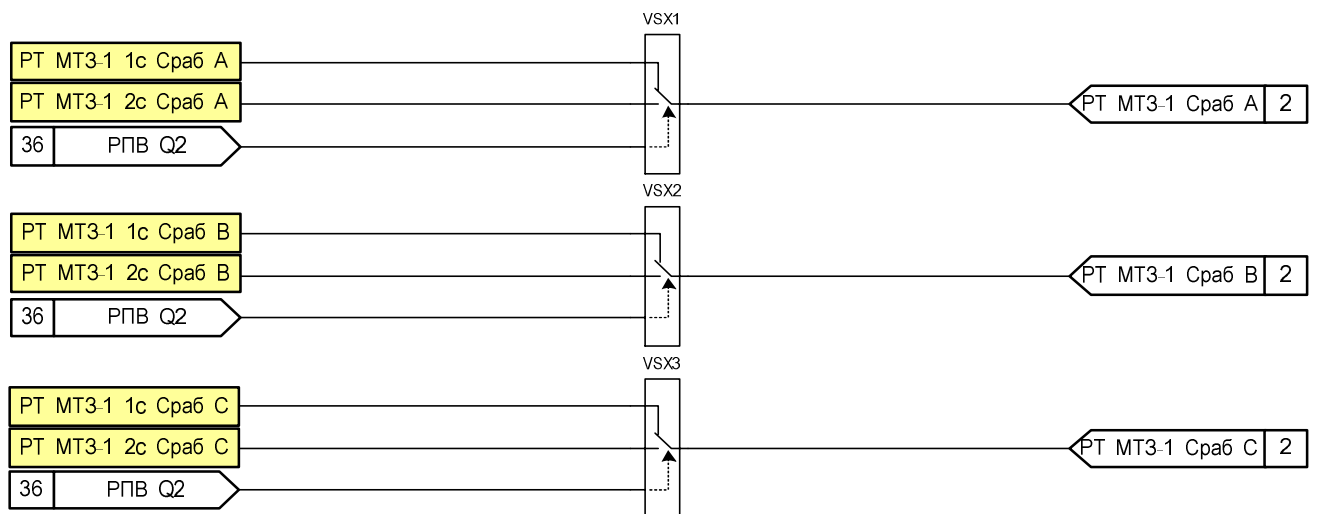


Рисунок 3 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

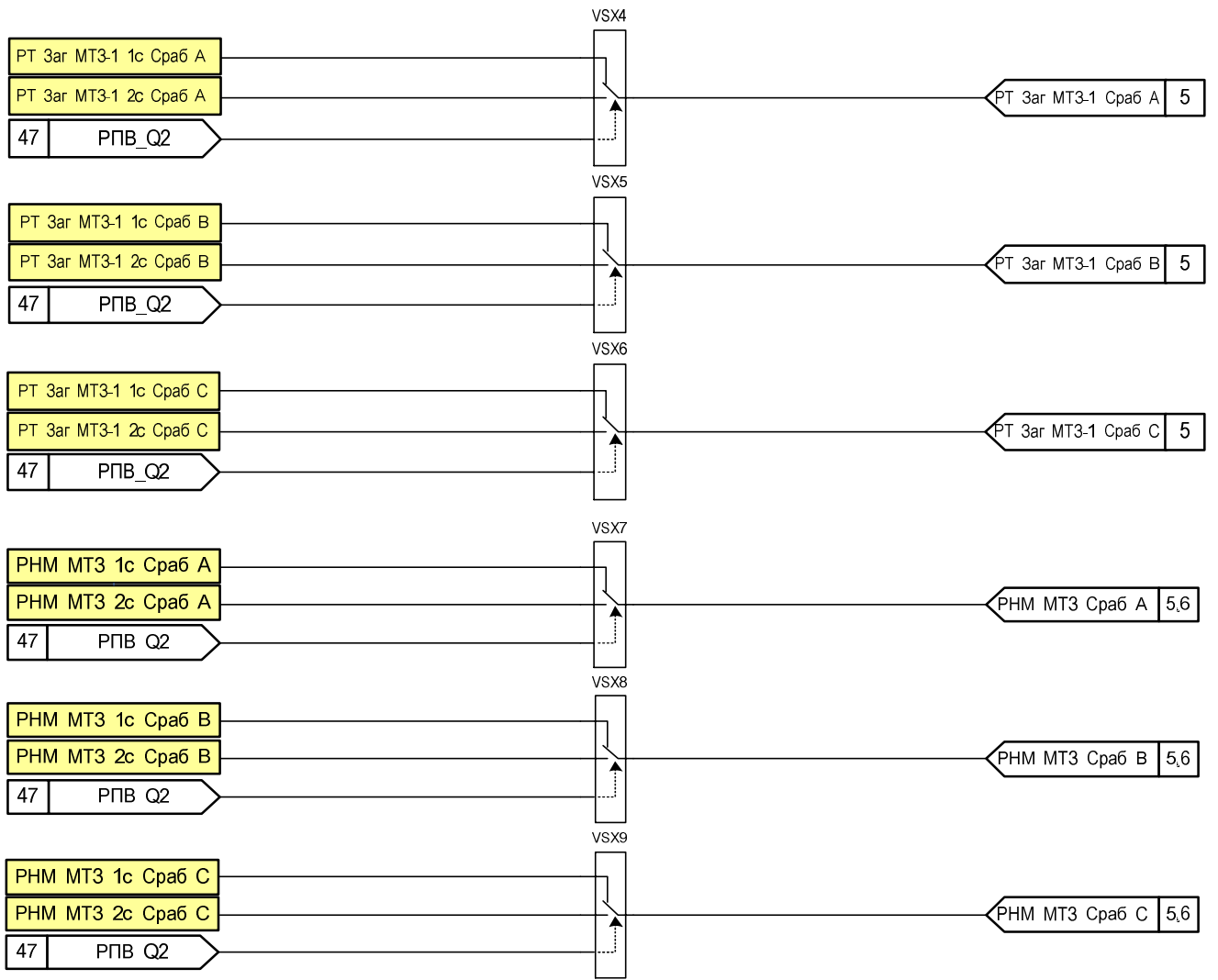


Рисунок 4 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ

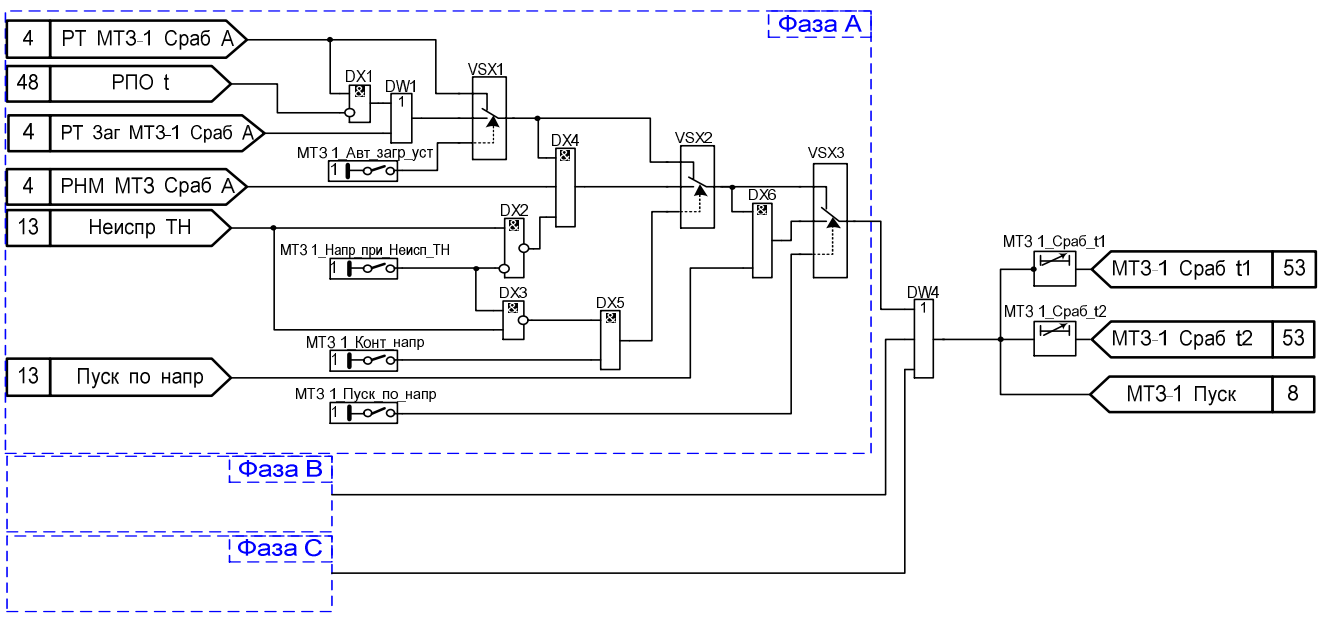


Рисунок 5 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-1

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

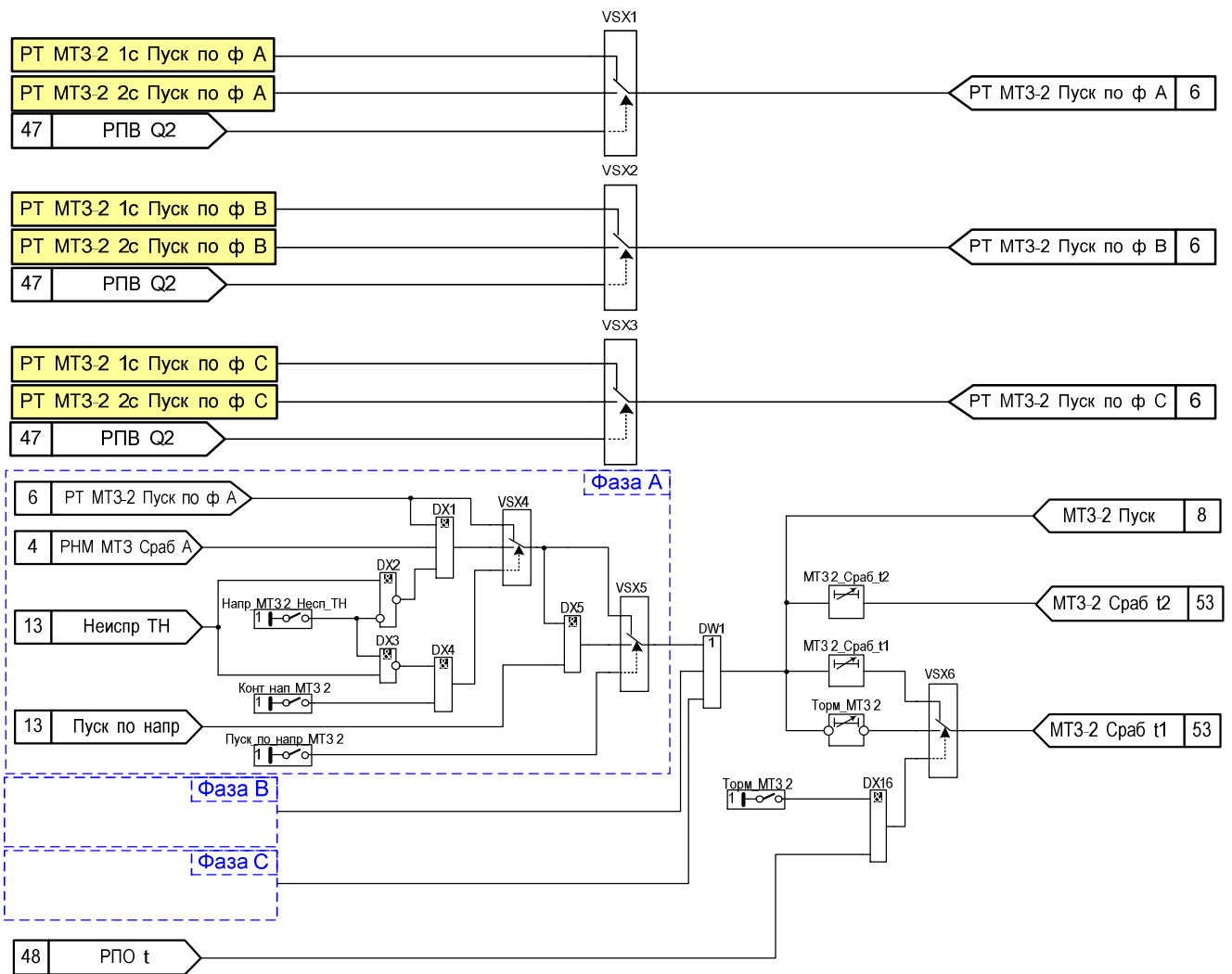


Рисунок 6 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-2

1.5.1.7 Особенность второй ступени защиты МТЗ в том, что она имеет возможность торможения. Данная функция вводится с помощью специальной логической накладки «Торм_МТЗ-2».

1.5.1.8 Срабатывание МТЗ-3 происходит в случае, когда трехфазное реле тока для МТЗ-3 первой скорости срабатывает с выдержкой времени «МТЗ-3_Сраб».

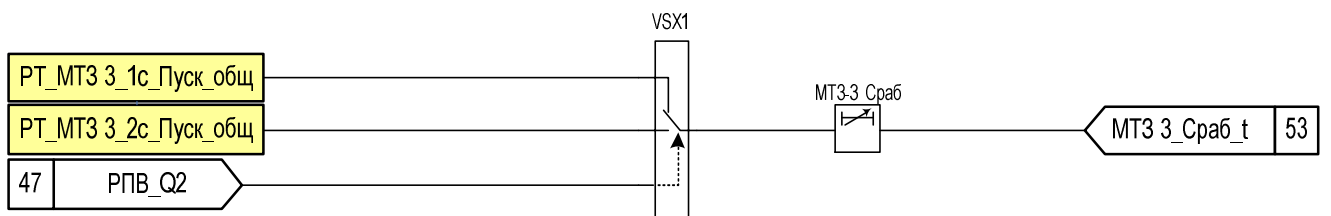


Рисунок 7 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-3

Пуск МТЗ вводится при пуске МТЗ-1 или МТЗ-2. Функциональная схема «Пуска МТЗ» представлена на рисунке 8.

Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	
		Инв. № дубл.	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Рисунок 8 – Фрагмент функциональной схемы «Пуска МТЗ»

Таблица 10 – Выдержки времени МТЗ-3

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
МТЗ-3_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ-3	10	0,1 – 20

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

1.5.1.9 Срабатывание реле тока МТЗ-1, МТЗ-2 формируют сигнал «Пуск МТЗ». Функциональная схема пуска МТЗ представлена на рисунке 8.

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

1.5.1.11 Принцип действия ИО МТЗ-1

Таблица 11 – Основные характеристики трехфазных ИО тока МТЗ-1 – «РТ МТЗ-1», «РТ Заг МТЗ-1»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания, А.	$(0,05-40) \cdot I_{ном}^*$	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;	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	

* $I_{ном}$ – 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).

1.5.1.11.1 ИО «РТ МТЗ-1» и «РТ Заг МТЗ-1» реализованы однотипно и имеют независимую время-токовую характеристику срабатывания. Основные характеристики приведены в таблице 11.

Инт. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.1.11.2 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.

1.5.1.12 Принцип действия ИО МТЗ-2, МТЗ-3 [5]

1.5.1.12.1 ИО МТЗ-2, МТЗ-3 реализованы однотипно. Пример характеристики срабатывания зависимой время-токовой характеристики приведен на рисунке 10. Основные параметры приведены в таблице 12. Функционально-логическая схема ИО приведена на рисунке 9.

1.5.1.12.2 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.

1.5.1.12.3 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 13, 14. Кривые МЭК соответствуют стандарту IEC 60255-151 (2009) (ГОСТ 27918-88 (МЭК 255-4-76)), кривые ANSI – стандарту IEEE Std C37.112-1996.

1.5.1.12.4 При выборе независимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС»-«1», см. таблицу 13) ИО срабатывает при превышении I_{max} уставки « $I_{пуск}$ » (в данном режиме уставка « $I_{пуск}$ » – является уставкой срабатывания). Возврат ИО определяется коэффициентом возврата $K_{воз}$. (см. таблицу 12).

1.5.1.12.5 При выборе зависимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС» - не равна единице, см. таблицу 13). При превышении значения тока I_{max} уставки « $I_{пуск}$ » формируется сигнал «Пуск» с указанием фазы с максимальным значением тока и начинается отчет выдержки времени на срабатывание. В диапазоне значений тока I_{max} от $I_{пуск}$ до $1,1 \cdot I_{пуск}$ кривые зависимых выдержек времени на срабатывание имеют горизонтальный участок с фиксированным временем срабатывания $t_{сраб}(1,1 I_{пуск})$ (см. рисунок 10). При значении тока I_{max} больше чем $1,1 \cdot I_{пуск}$ $t_{сраб}$ рассчитывается в соответствии с заданной характеристической кривой. Характеристические кривые зависимых выдержек времени на срабатывание могут быть ограничены минимальным временем срабатывания, задаваемым уставкой « $T_{мин}$ » (см. рисунок 10).

1.5.1.12.6 Текущее значение счетчика времени отображается в виде параметра «Q», значение которого соответствует отношению времени прошедшему с момента пуска к расчетному времени срабатывания при данном токе I_{max} (см. рисунок 10).

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

Инт. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инт. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.1.12.8 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, %.

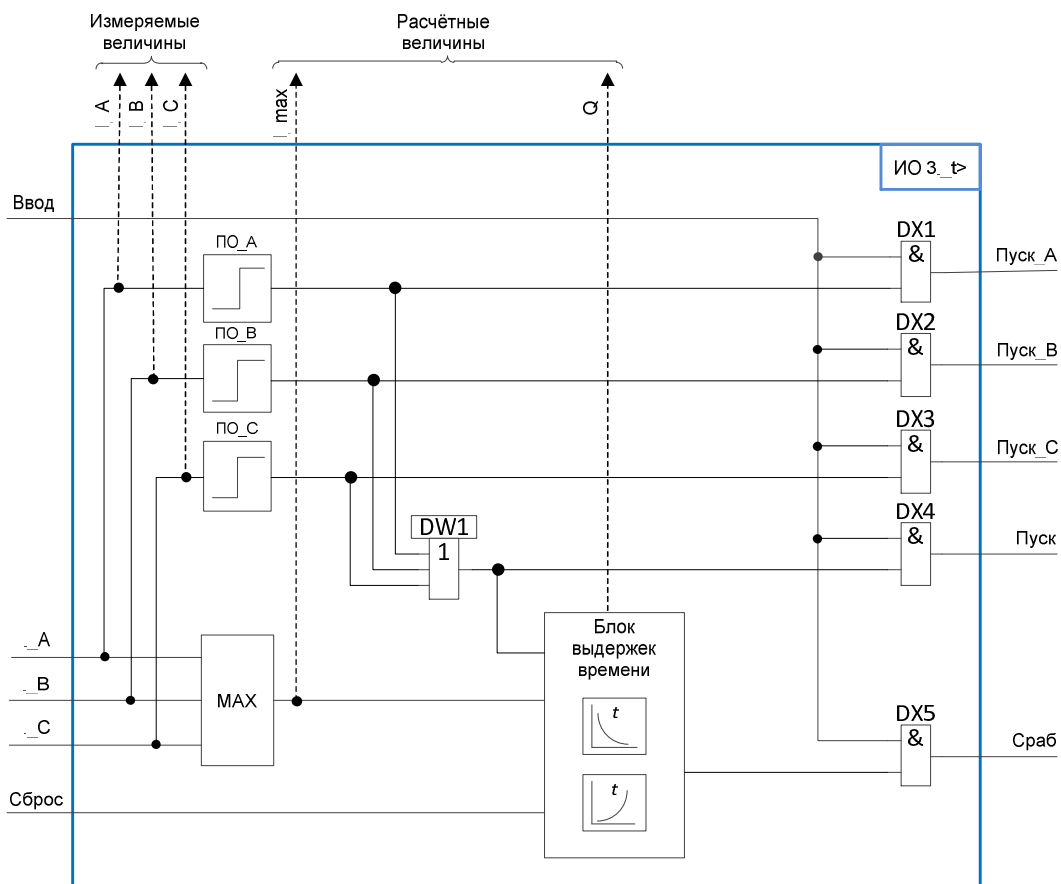


Рисунок 9 – Функционально-логическая схема ИО МТ3-2, МТ3-3

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

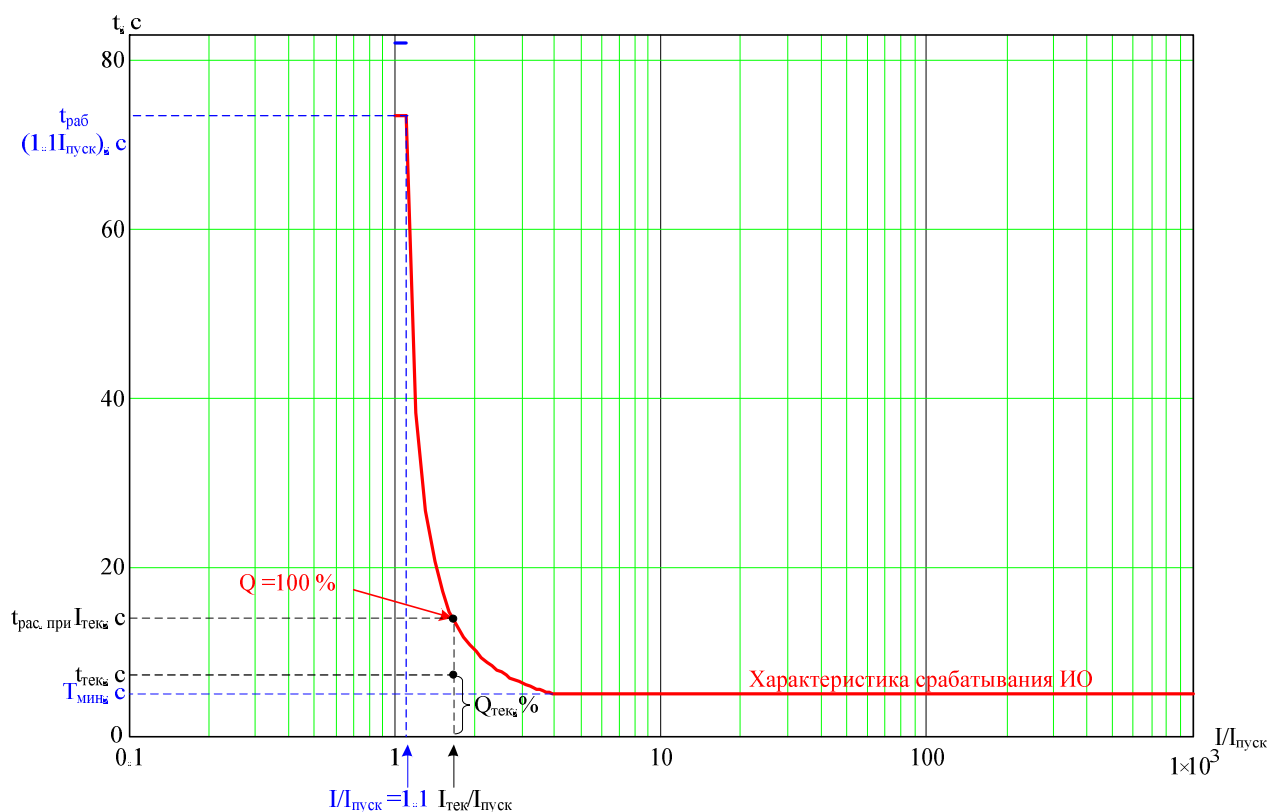


Рисунок 10 – Обобщенный пример характеристической кривой выдержки времени на срабатывание

Таблица 12 – 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	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 12

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;	30
- в диапазоне тока (0,1 – 0,85) I _{пуск} при кратности тока I/I _{пуск} : - от 0,85 до 1;	Не нормируется
- 0,85, %, не более;	15
- 0,5, %, не более;	7
- 0,1, %, не более;	5
Погрешности:	
- основная погрешность по пусковому току, %, не более;	2
- дополнительная погрешность по пусковому току в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;	7
- дополнительная погрешность по пусковому току в расширенном диапазоне частот:	
- от 3 до 47 Гц;	Не нормируется
- от 53 до 80 Гц	Не нормируется

* 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».

** Только для независимой характеристики срабатывания.

Таблица 13 – 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.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 13

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)	$t_{сраб} = \frac{1}{30 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1\right)^3} + k$

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 13

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
13	Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)	$t_{сраб} = \frac{1}{20 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1 \right)^{1,8}} + k \quad t_{сраб} = \frac{1}{20 \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1 \right)^{1,8}} + k$
14	Пользовательская кривая, задаваемая уравнением	$t_{сраб} = k \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - C \right)^E} + B \right] \quad t_{сраб} = k \cdot \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - C \right)^E} + B \right]$
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 14 - 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)	$t_{воз} = m \cdot \frac{0,46}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \quad t_{воз} = m \left[\frac{0,46}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right]$
3	Умеренно инверсная ANSI (ANSI Moderately Inverse)	$t_{воз} = m \cdot \frac{4,85}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \quad t_{воз} = m \left[\frac{4,85}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right]$

Ив. № подл.	038/Э7
Изм	Лист
Взаим. инв. №	№ докум.
Инв. № дубл.	Подп.
Подп. и дата	Дата
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 14

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.

1.5.1.13 Принцип действия «ИО РНМ МТЗ 1с», «ИО РНМ МТЗ 2с»

1.5.1.13.1 ИО РНМ по принципу действия является программным реле направления мощности. РНМ подключается к ТТ защищаемой линии и ТН секции. Основные характеристики ИО приведены в таблице 15.

1.5.1.13.2 ИО РНМ 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 $\phi_{\text{МЧ}}$ является биссектрисой угла задаваемого сектора (см. рисунок 11). За базовый вектор выбирается вектор соответствующего напряжения.

Инв. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Угол сдвига фаз тока относительно базового напряжения считается положительным при отстающем токе (по часовой стрелке, см. рисунок 11). [6, 7].

1.5.1.13.3 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 11) [7]. 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).

1.5.1.13.4 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 уствок (см. таблицу 15). Уставки порогов чувствительности по току и напряжению являются регулируемыми и могут быть измерены при необходимости.

1.5.1.13.5 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.

$$\dot{U}_{рнмBC}(t) = \dot{U}_{BC}(t) + 0,2 \cdot \dot{U}_{BC}(t - 40 \text{ мс}), \quad (8)$$

где $\dot{U}_{рнмBC}(t)$ - 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 $(t-40 \text{ мс})$.

Ив. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

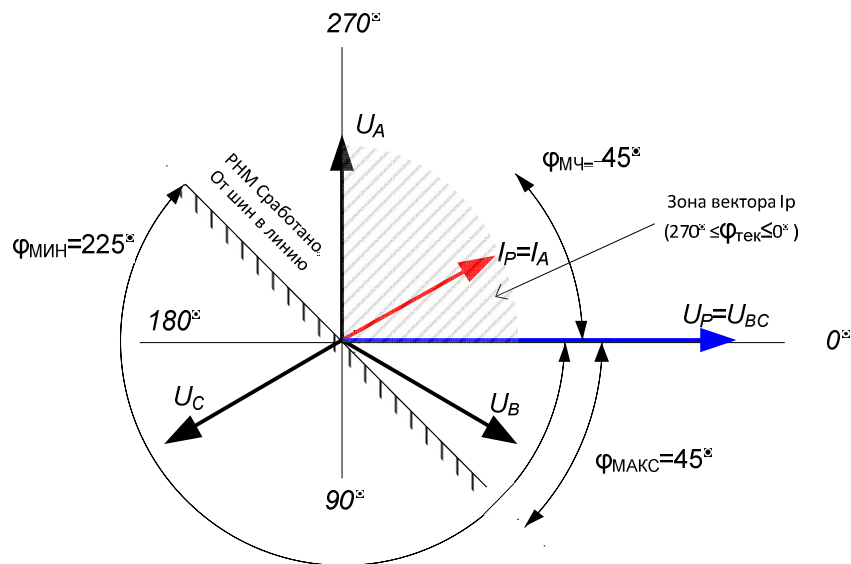


Рисунок 11 – Векторная диаграмма РНМ. Пример для I_A и U_{BC}

1.5.1.13.6 В ИО РНМ 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} .

1.5.1.13.7 Внешний вид окна «Измерения защит» для РНМ МТЗ в ПО ЕКРАSMS-SP представлен на рисунке 12.

Таблица 15 – Характеристики трехфазного ИО «РНМ МТЗ 1с», «РНМ МТЗ 2с»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Ток срабатывания относительно номинального тока датчика, о.е.	$(0,05 - 40) \cdot I_{НОМ}$	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
ϕ_{max} и ϕ_{min} - 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		

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
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 12 – Внешний вид окна «Измерения защит» для РНМ МТЗ в ПО EKRASMS-SP

1.5.2 Комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка)

1.5.2.1 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 7). Функциональная схема пуска по напряжению приведена на рисунке 13.

1.5.2.2 Пуск по напряжению формируется:

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

1.5.2.3 Пуск по напряжению автоматически выводится при отключенном положении выключателя. Характеристики ИО «U2>>», «РН ПпН» приведены в таблицах 19 и 20 соответственно.

* 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 [4].

Инв. № подл.	038/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.3 Контроль исправности цепей напряжения

1.5.3.1 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 13). Выдержки времени и программные накладки контроля исправности ТН приведены в таблицах 16 и 17 соответственно.

1.5.3.2 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).

Таблица 16 – Выдержки времени контроля исправности ТН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
Неиспр_ТН	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ТН» от ИО «РН ПпН» и/или «U2>»	20	1-20
КИН_Сраб	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ТН» от ИО «КИН»	0,5	0 – 1

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

Таблица 17 – 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

1.5.3.3 Если у измерительного ТН имеется только одна вторичная обмотка (например НАЛИ-СЭЩ-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-СЭЩ-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

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

Петрова 31.07.17

038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

и позволяет контролировать обрыв нейтрального провода (при применении внешнего резистора).

1.5.3.4 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

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

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.

Характеристики измерительно органа «КИН» приведены в таблице 18.

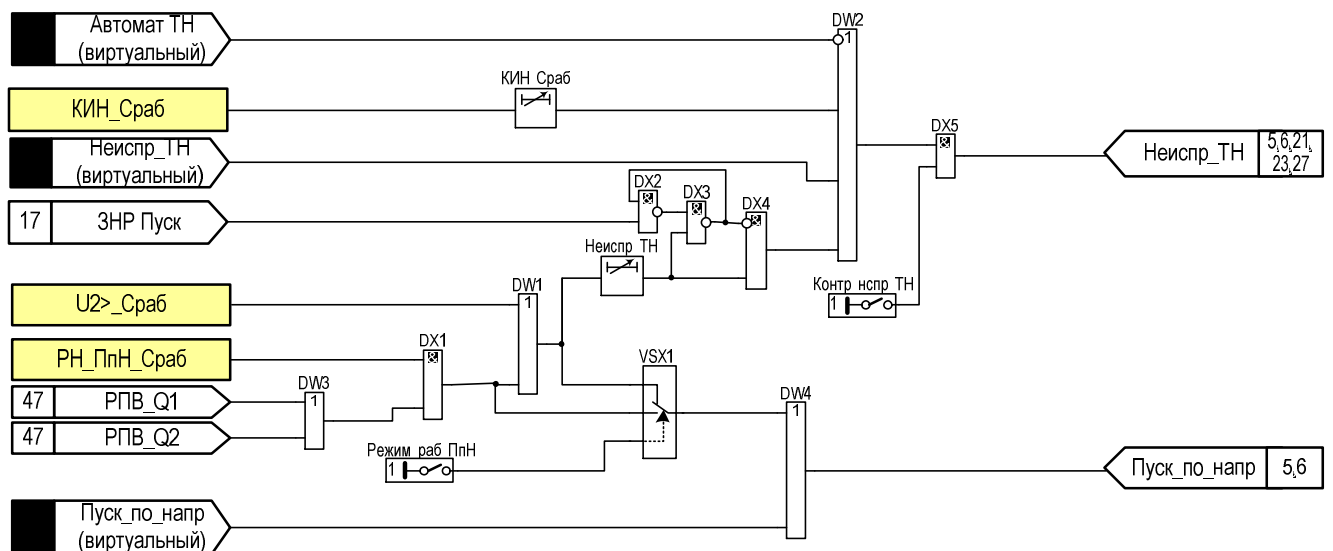


Рисунок 13 – Функциональная схема пуска по напряжению и контроля исправности цепей напряжения

1.5.3.5 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 $3U_0$ 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

Инв. № подл.	Подп. дата
	Инв. № дубл.
Взам. инв. №	Подп. и дата
	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7
	1

Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

обмотки ТН, собранное по схеме «разомкнутый треугольник».

$K_0 = U_{НОМ.У} / U_{НОМ.Δ}$ – коэффициент приведения, учитывающий различия в номинальных 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 18 – 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 19 – 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 20 – 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	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

36

Продолжение таблицы 20

Наименование параметра	Значение
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

1.5.4 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 ($3I_0$) 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.

Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью приведена на рисунке 14. Программные накладки и выдержки времени ЗОЗЗ-1 приведены в таблицах 21 и 22 соответственно.

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 ($3I_0$) 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 ($3I_0$);

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

37

– 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.

Таблица 21 – Программные накладки 3ОЗЗ-1

Имя	Название	Состояние
Контр_3U ₀	Контроль напряжения 3U ₀	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена
Контр_напр	Контроль направленности 3ОЗЗ-1	1 - предусмотрена
		0 - не предусмотрена

Таблица 22 – Выдержки времени 3ОЗЗ-1

Имя	Название	Уставка*, с
3U ₀ Сигн	Выдержка времени на срабатывание	0,03
3ОЗЗ_Сраб t	Выдержка времени на срабатывание	0,5
3ОЗЗ_Сигн t	Выдержка времени на сигнализацию	1

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

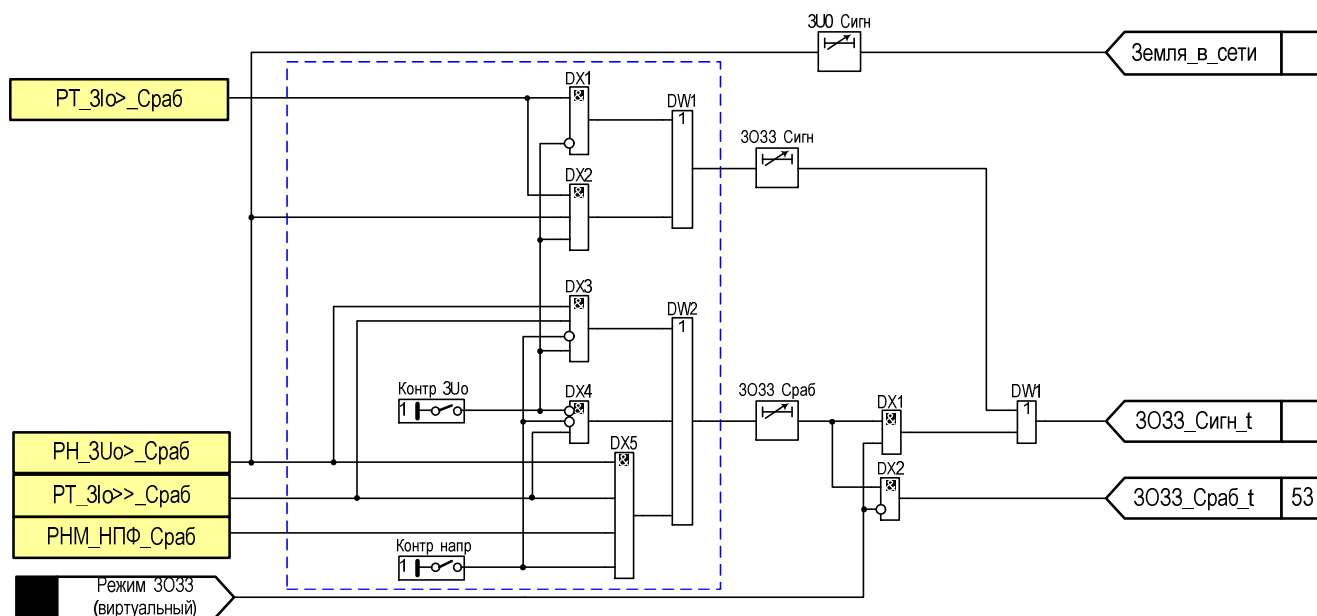


Рисунок 14 – Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью

1.5.4.1 Общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ

Чувствительная к устойчивым и перемежающимся дуговым замыканиям на землю в любой точке гальванически связанной сети общая неселективная сигнализация возникновения

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инд. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ОЗЗ выполнена с использованием контроля величины напряжения нулевой последовательности промышленной частоты (3U₀).

1.5.4.1.1 Сигнализация о возникновении ОЗЗ формируется при появлении сигнала «Земля в сети» (факту срабатывания ИО «3U₀») и набору выдержки времени на срабатывание - «3U₀_Сигн». Выдержка времени «3U₀_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).

1.5.4.1.2 По принципу действия ИО напряжения «3U₀» является измерительным органом максимального действия и осуществляет сравнение действующего значения, подводимого к нему напряжения нулевой последовательности (3U₀) промышленной частоты с заданной уставкой срабатывания. Характеристики ИО напряжения «3U₀» приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Характеристики ИО напряжения 3ОЗЗ – «3U₀»

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

1.5.4.1.3 Выбор уставки срабатывания ИО «3U₀» 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 течении одного часа [8, раздел 5; 9, раздел 2].

Инд. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

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 $3U_0$ на уровне (15-20) В. В компенсированных сетях с протяженными участками воздушных линий, значение уставки по напряжению $3U_0$ целесообразно принять равным 40 В для отстройки от кратковременных максимальных значений напряжения смещения нейтрали в рабочем режиме по требованиям ПТЭ.

1.5.4.2 Токовая ненаправленная защита нулевой последовательности от замыкания на землю (ТЗНП) по основной гармонике промышленной частоты ($3I_0$).

1.5.4.2.1 ТЗНП предназначена для выявления однофазного замыкания на землю в сетях от 6 до 35 кВ с изолированной нейтралью, высокоомным или низкоомным резистивным заземлением нейтрали. Защита выполнена с контролем тока нулевой последовательности ($3I_0$) промышленной частоты защищаемого присоединения (с одной воздействующей входной величиной).

1.5.4.2.2 Логический сигнал о срабатывании защиты формируется при появлении сигнала «3O33_Сраб», сформированного по факту срабатывания ИО «PT_3I0>>_Сраб» и набору заданной выдержки времени на срабатывание «3O33_Сраб». Характеристики измерительного органа «PT_3I0>>_Сраб» приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристики ИО «PT_3I0>», «PT_3I0>>», «PT_3I0>>>», «PT_3I0N>»

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
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	

При выборе уставки срабатывания ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью следует помнить, что по принципу действия такая защита реагирует на ток нулевой последовательности ($3I_0$) 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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 ($I_{с\sum}$ 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_a), обеспечиваемый резистором в нейтрали сети при возникновении однофазного замыкания на землю, значительно больше ожидаемого тока небаланса ТТНП ($I_a \gg I_{нб}$).

1.5.4.2.3 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 накладке «Контр_3U0» (рисунок 14).

1.5.4.2.4 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_{\sum}). При коэффициенте чувствительности, равном 1,5, допустимое значение ($C_{фид}/C_{\sum}$) составляет приблизительно 15 %.

В том случае, если емкости отдельных защищаемых линий сети с изолированной нейтралью превышают предельное значение ($C_{фид}/C_{\sum} > 0,15$), 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° .

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 ($k_c=2$).

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

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

значительно большей доле емкости фаз защищаемой линии по отношению к суммарной емкости сети. Допустимое значение ($C_{\text{фид}}/C_{\Sigma}$) составляет не более 30 %.

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

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

1.5.4.3 Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)

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

1.5.4.3.2 ТНЗНП применяют в том случае, когда не обеспечиваются условия применимости ТЗНП (см. выше 1.5.4.2.3: $I_{\text{сфид}}/I_{\text{с}\Sigma} \leq 0,15$), определяемые соотношением между суммарным емкостным током сети ($I_{\text{с}\Sigma}$) и собственным емкостным током защищаемого фидера ($I_{\text{сфид}}$).

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

- прямое направление (ОЗЗ в защищаемом направлении):

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

- обратное направление (ОЗЗ «за спиной»):

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

где φ_3 – угол между подведенными к защите первичным напряжением ($3U_0$) и током ($3I_0$) нулевой последовательности; $\varphi_{\text{м.ч}}$ – 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 $3I_{0,\text{неп}}$

Инд. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

$$3I_{0пов} > I_{0с.з.min};$$

$$3U_0 > U_{0с.з};$$

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

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 ($3I_{0.нел}$) нулевой последовательности неповрежденных присоединений, но изменяет угол между напряжением ($3U_0$) и током ($3I_{0.повр}$) в поврежденном присоединении, который при $R_N \approx X_{СЗ}$ отстает от вектора напряжения ($3U_0$) примерно на 135° и 180° (при низкоомном резистивном заземлении $R_N \ll X_{СЗ}$). А токи нулевой последовательности ($3I_{0.нел}$) в неповрежденных присоединениях имеют емкостной 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 ($3I_{0.нел}$) сохраняют емкостной 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

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 непромышленной частоты и некоторые другие.

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

Для задания области работы направленной защиты необходимо задать угол $\varphi_{\text{МЧ}}$, определяющий направление линии максимальной чувствительности (ЛМЧ), см. рисунок 15. Зона срабатывания отсчитывается от линии максимальной чувствительности в обе стороны по 90° каждая. Угол $\varphi_{\text{МЧ}}$ отсчитывается от вектора тока против часовой стрелки, а рекомендации по его выбору приведены выше.

Характеристики ИО «РНМ_НПФ» приведены в таблице 25.

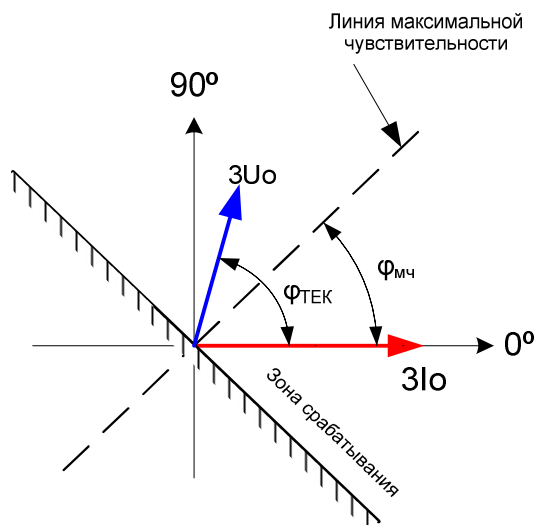


Рисунок 15 – Векторная диаграмма РНМ нулевой последовательности

Таблица 25 – Характеристики РНМ нулевой последовательности ЗОЗЗ – ИО «РНМ_НПФ»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания, А	0,05 – 4	0,01
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Минимальное линейное напряжение срабатывания, В	1 – 150	0,01
Угол максимальной чувствительности, $\varphi_{\text{МЧ}}$, градус	0 – 359,9	0,1
Коэффициент возврата органа контроля границ зоны срабатывания	1	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 25

Наименование параметра	Значение
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:	5
- от 3 до 47 Гц;	7
- от 53 до 80 Гц;	10
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;	0,5
-дополнительная погрешность определения границ зоны срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, градус, не более;	1
-дополнительная погрешность определения границ зоны срабатывания в расширенном диапазоне частот, градус, не более:	0,5
- от 3 до 47 Гц;	1
- от 53 до 80 Гц	

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

Срабатывание защиты формируется:

- при срабатывании реле тока, подключенного к трансформатору тока нулевой последовательности фаз (3I₀>>> Сраб);
- при срабатывании реле токовой отсечки нулевой последовательности фаз (РТ_ТОНП).

1.5.5.1 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.

1.5.5.2 Функциональная схема реализации в терминале защиты от двойного замыкания на землю приведена на рисунке 16. Выдержки времени ЗОЗЗ-2 приведены в таблице 26.

1.5.5.3 Реле тока нулевой последовательности фаз «3I₀ >>>» по принципу действия является максимальным. Характеристики ИО «3I₀>>>» приведены в таблице 24.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.5.4 Реле токовой отсечки нулевой последовательности фаз «РТ ТОНП 1с» и «РТ ТОНП 2с» предназначены для реализации ЗОЗЗ-2 при отсутствии возможности подключения к ТТНП. «РТ ТОНП 1с» и «РТ ТОНП 2с» подключаются к группе аналоговых цепей «I1с Y» и «I2с Y» соответственно (см. схему подключения).

1.5.5.5 ИО «РТ ТОНП 1с» и «РТ ТОНП 2с» реагируют 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 1с» и «РТ ТОНП 2с» приведены в таблице 27.

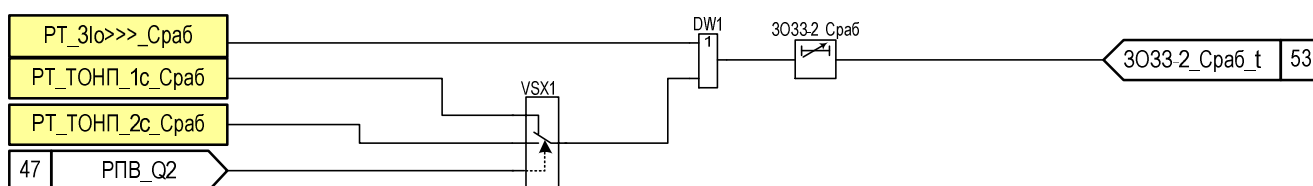


Рисунок 16 – Функциональная схема реализации в терминале защиты от двойного замыкания на землю (ЗОЗЗ-2)

Таблица 26 – Выдержки времени ЗОЗЗ-2

Имя	Название	Уставка
ЗОЗЗ-2_Сраб_t	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 27 – Характеристики ИО «РТ ТОНП 1с», «РТ ТОНП 2с»

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; - 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:	5	
- от 3 до 47 Гц;	10	
- от 53 до 80 Гц	7	
	10	

1.5.6 Защита от несимметричного режима (ЗНР)

1.5.6.1 ЗНР выполнена одноступенчатой с независимой выдержкой времени на срабатывание (см. таблицу 29). Воздействие по факту срабатывания защиты может быть

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Функциональная схема приведена на рисунке 17.

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

1.5.6.3 ИО «РТ_ЗНР 1с» и «РТ_ЗНР 2с» реагируют на величину отношения тока обратной последовательности I_2 к току прямой последовательности I_1 , рассчитанных по формулам (12) и (13). Характеристики ИО «РТ_ЗНР 1с» и «РТ_ЗНР 2с» приведены в таблице 28.

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

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

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

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

Срабатывание ИО «РТ_ЗНР 1с» и «РТ_ЗНР 2с» 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 28 – Характеристики ИО защиты несимметричного режима «РТ_ЗНР 1с», «РТ_ЗНР 2с»

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	5	
- основная погрешность уставки K срабатывания, %, не более;		
- 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	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

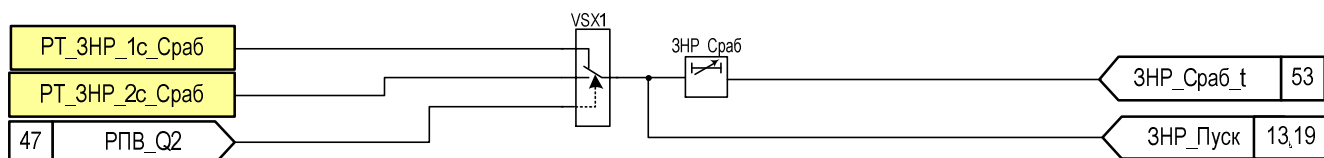


Рисунок 17 - Фрагмент функциональной схемы ЗНР

Таблица 29 – 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.

1.5.7 Контроль исправности цепей переменного тока (КИТ)

1.5.7.1 Контроль исправности цепей переменного тока предназначен для сигнализации обрыва вторичных цепей ТТ. Контроль наличия неисправности цепей тока осуществляется:

- по факту срабатывания ИО «КИТ_1с» или «КИТ_2с» (см. таблицу 30);
- по факту срабатывания ИО «РТ ЗНР» и отсутствию срабатывания ИО «U2» (см.

1.5.6.3 и 1.5.3.3 соответственно).

1.5.7.2 Использование ИО «КИТ_1с» или «КИТ_2с» возможно только при установке ТТ во всех трех фазах и наличии ТТНП.

1.5.7.3 Принцип работы ИО «КИТ_1с» основан на сравнении вычисленного тока нулевой последовательности в цепи трехфазной группы ТТ 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_1с» 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).

В ИО «КИТ_1с» 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

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инд. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

1.5.7.4 Фрагмент функциональной схемы КИТ приведен на рисунке 19. Выдержки времени КИТ приведены в таблице 31.

Принцип работы ИО «КИТ_2с» аналогичен принципу действия ИО «КИТ_1с».

Характеристика срабатывания ИО «КИТ_1с» приведена на рисунке 18.

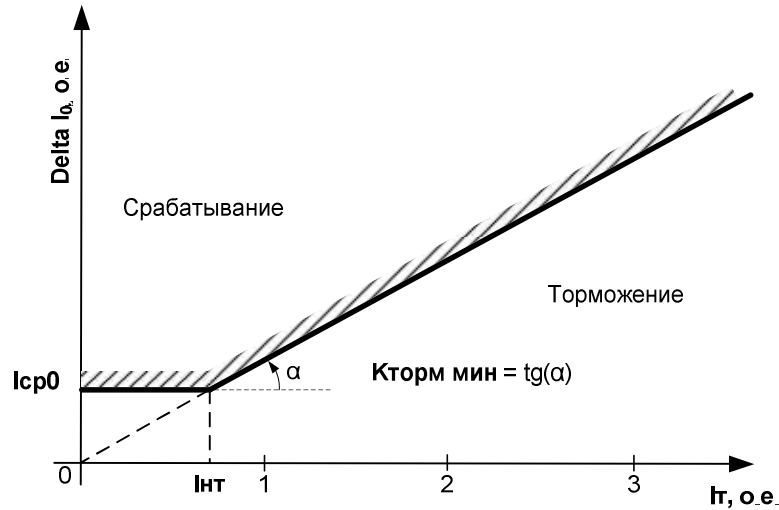


Рисунок 18 – Характеристика срабатывания ИО «КИТ»

Таблица 30 – Характеристики ИО «КИТ_1с», «КИТ_2с»

Наименование уставок	Обозначение уставок	ед. изм.	Диапазон уставок			Значение по умолч.
			мин	макс	шаг	
Начальный ток срабатывания	I_{cp0}	о.е.	0,10	1	0,01	0,20
Коэффициент торможения	КТ	-	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:			7			
- от 3 до 47 Гц;			10			
- от 53 до 80 Гц						

1.5.7.5 Ток срабатывания – I_{cp0} рассчитывается по условию отстройки от тока небаланса – $I_{нб(ном)}$.

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

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

Ток небаланса нормального режима определяется по выражению

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17	ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		49

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

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

ε_* – полная погрешность ТТ;

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

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

В проектных расчетах можно принять равным 0,2, в ходе дальнейшей эксплуатации значение уставки 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

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

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

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

I_T – ток торможения в рассматриваемом режиме.

Максимальный ток небаланса при внешнем трехфазном КЗ или асинхронном ходе

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

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

$I_{скв(мах)}$ – максимальный сквозной ток, А.

Максимальный сквозной ток определяется по выражению:

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

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

$I_{АХ}$ – 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

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

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.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ			Лист

Таблица 31 - 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.

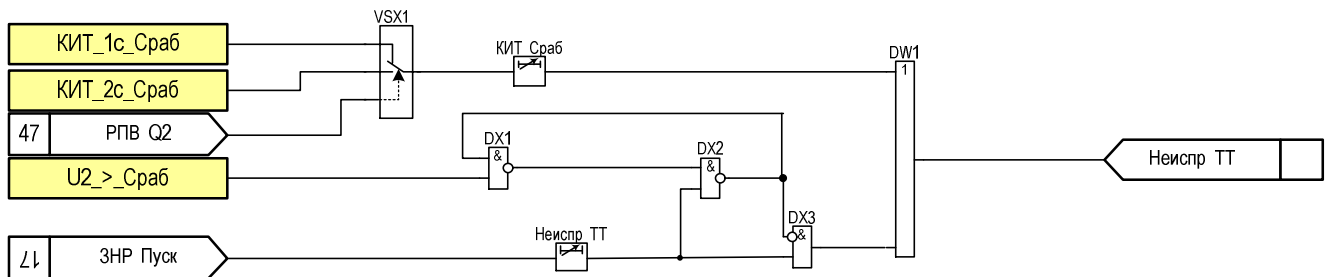


Рисунок 19 – Фрагмент функциональной схемы КИТ

1.5.8 Защита минимального тока (ЗМТ)

1.5.8.1 Защита минимального тока срабатывает, если максимальный из фазных токов меньше тока срабатывания, заданного уставкой, в течение времени срабатывания, заданного уставкой и при наличии сигнала РПВ (см. рисунок 20).

1.5.8.2 ЗМТ срабатывает при появлении сигнала от ИО «ЗМТ_1с_Сраб» или «ЗМТ_2с_Сраб». Время срабатывания ЗМТ определяется выдержкой времени «ЗМТ_Сраб» (см. таблицу 32).

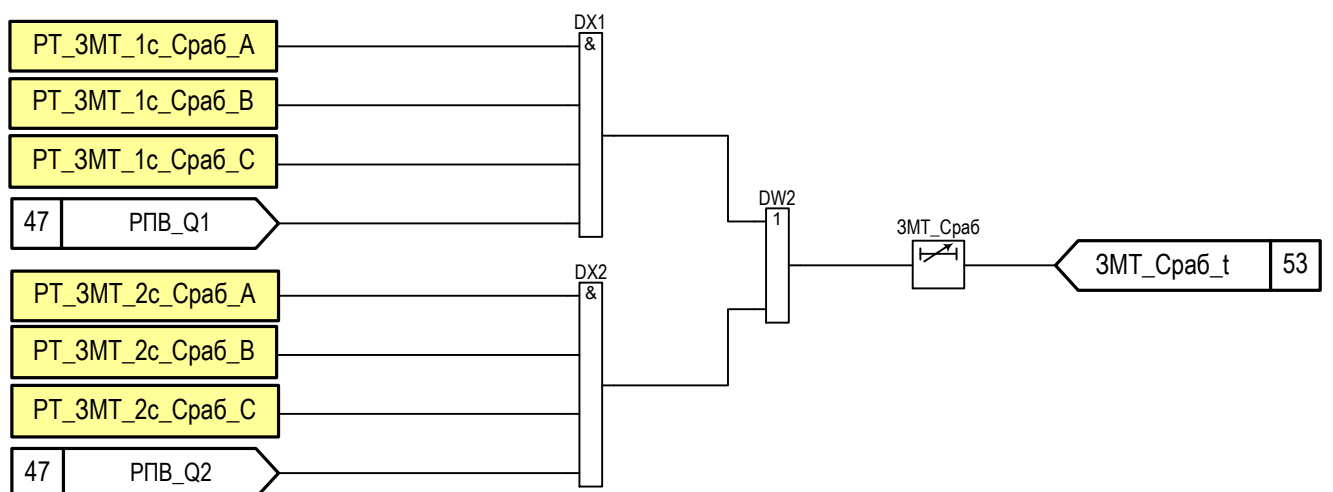


Рисунок 20 – Функциональная схема ЗМТ

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инд. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 32 – Выдержки времени ЗМТ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗМТ_Сраб	Технологическая регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМТ	1,5	0,2-100
ТМО1	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0-10

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

1.5.9 Защита от минимального напряжения (ЗМН)

1.5.9.1 Защита минимального напряжения предназначена для отключения части неответственных 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).

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

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

1.5.9.4 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. 1.5.3) или наличии внешнего дискретного сигнала «Блокировка ЗМН».

1.5.9.5 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 21. Выдержки времени ЗМН приведены 33.

Таблица 33 – Выдержки времени ЗМН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ЗМН-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-1	5	0,2 – 100
ТМО1	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10
ЗМН-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-2	10	0,2 – 100
ТМО2	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10

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

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инд. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

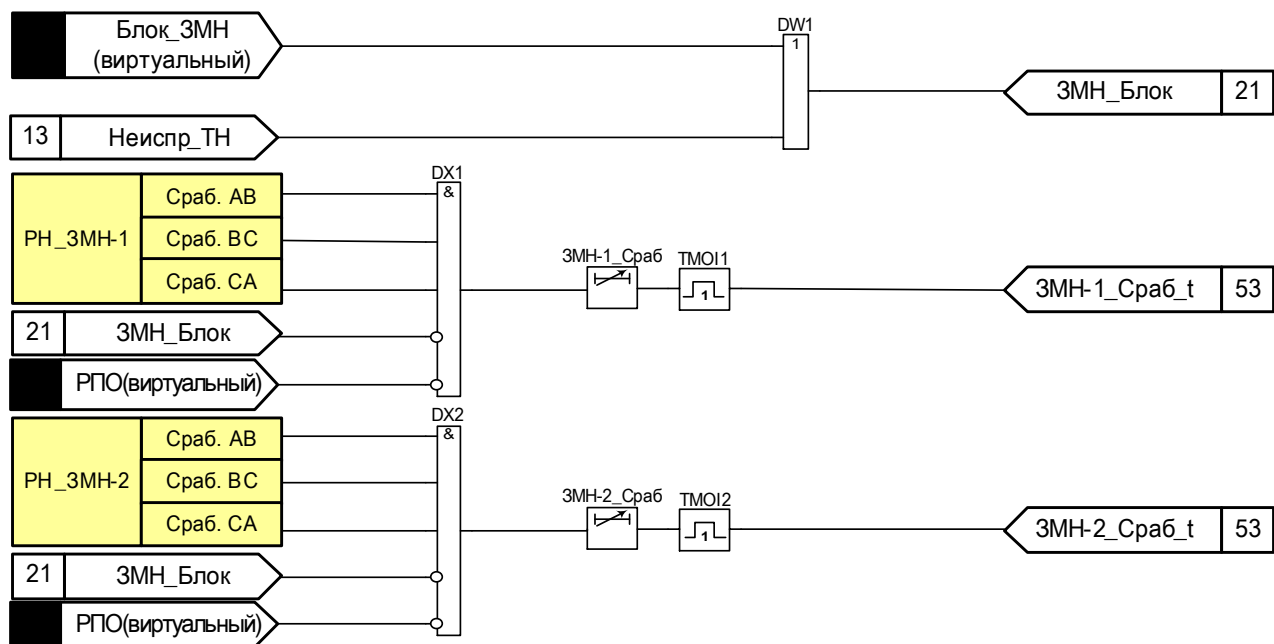


Рисунок 21 – Фрагмент функциональной схемы ЗМН

1.5.10 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

1.5.10.1 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).

1.5.10.2 ЗПН выполнена одноступенчатой. Защита выполнена с применением ИО максимального напряжения и независимой выдержки времени на срабатывание. 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 22. Выдержки времени ЗПН приведены в таблице 34. Характеристики ИО приведены в таблице 35.

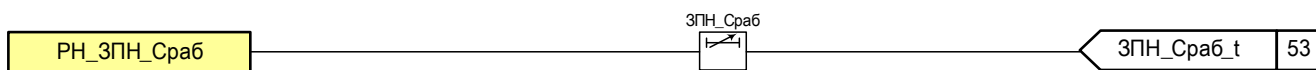


Рисунок 22 - Фрагмент функциональной схемы ЗПН

Таблица 34 – 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.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 35 – 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	

1.5.11 Контроль напряжения

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

1.5.11.2 В зависимости от состояния программной накладки «Выбор контроля напряжения» 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».

ИО подключаются к вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - УУ.

Характеристики ИО приведены в таблицах 20, 35. Формирование сигнала «Контроль отсутствия напряжения» блокируется при наличии неисправности цепей напряжения (см. рисунок 23). Программные накладки схемы контроля напряжения приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Программные накладки схемы контроля напряжения

Имя	Название	Состояние
Выбор_контр	Выбор контроля напряжения	1 - по дискретному сигналу
		0 - по аналоговому сигналу

Инт. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инт. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

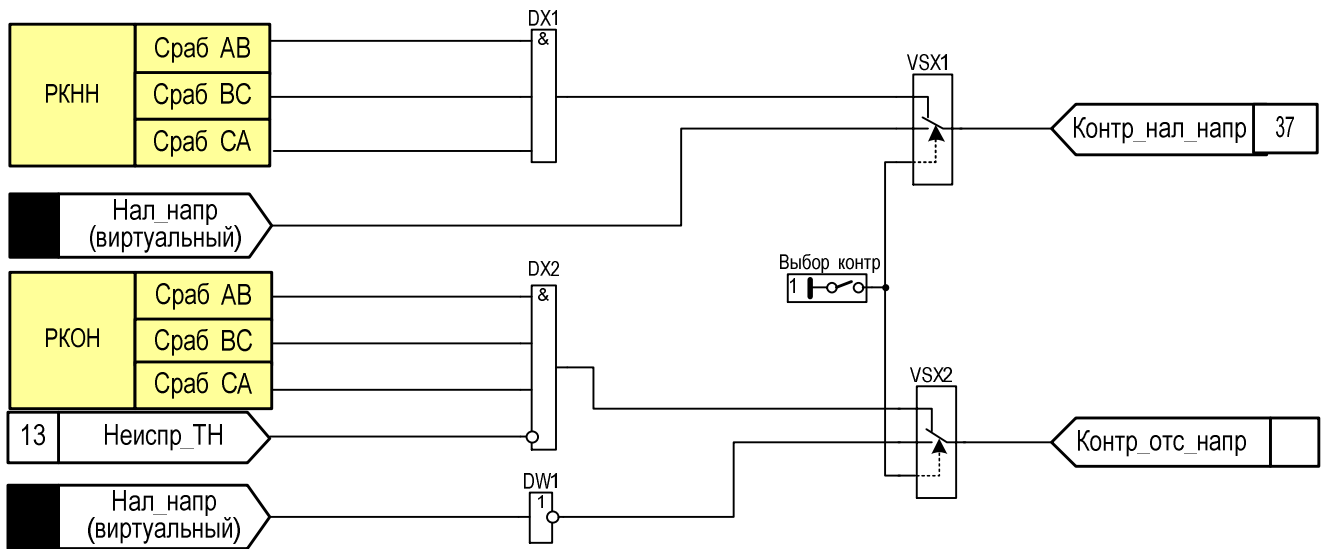


Рисунок 23 – Фрагмент функциональной схемы контроля напряжения

1.5.12 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

1.5.12.1 УРОВ служит для резервирования отказа выключателя при действии защит терминала.

1.5.12.2 Схема выполнена с применением асинхронного RS-триггера с приоритетом по R (DS1). Пусковым условием является общий сигнал «Пуск схемы УРОВ», который формируется посредством «Матрицы отключения». Сброс триггера происходит после возврата «РТ_УРОВ_1с» или «РТ_УРОВ_2с», 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 логического сигнала «Вывод_УРОВ» сигнал «УРОВ_Пуск» не формируется (см. рисунок 24).

1.5.12.3 Программные накладки и выдержки времени УРОВ приведены в таблицах 37 и 38 соответственно.

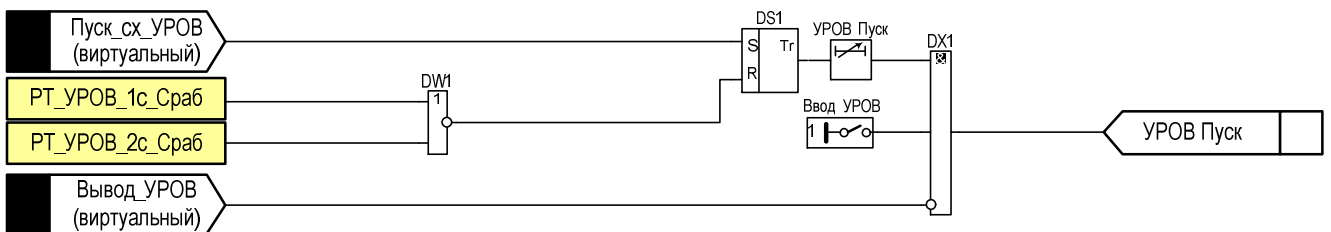


Рисунок 24 - Фрагмент функциональной схемы УРОВ

Таблица 37 – Программные накладки УРОВ

Имя	Название	Состояние
Ввод_УРОВ	Ввод УРОВ	1 - введено
		0 - выведено

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 38 – Выдержки времени УРОВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
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.

1.5.13 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

1.5.13.1 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). Функциональная схема организации ЗДЗ приведена на рисунке 26 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании). Программные накладные и выдержки времени ЗДЗ приведены в таблицах 39 и 40 соответственно.

1.5.13.2 Для увеличения надежности и отстройки от ложных срабатываний применяется контроль протекания тока КЗ, данная возможность может быть выведена с помощью соответствующей программной накладной. «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», не сформируется хотя бы один сигнал, свидетельствующий о наличии тока, то сформируется сигнализация о неисправности в цепи дуговой защиты.

1.5.13.3 ЗДЗ имеет две независимые выдержки времени на срабатывание (см. таблицу 40), воздействия после набора каждой из них могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28).

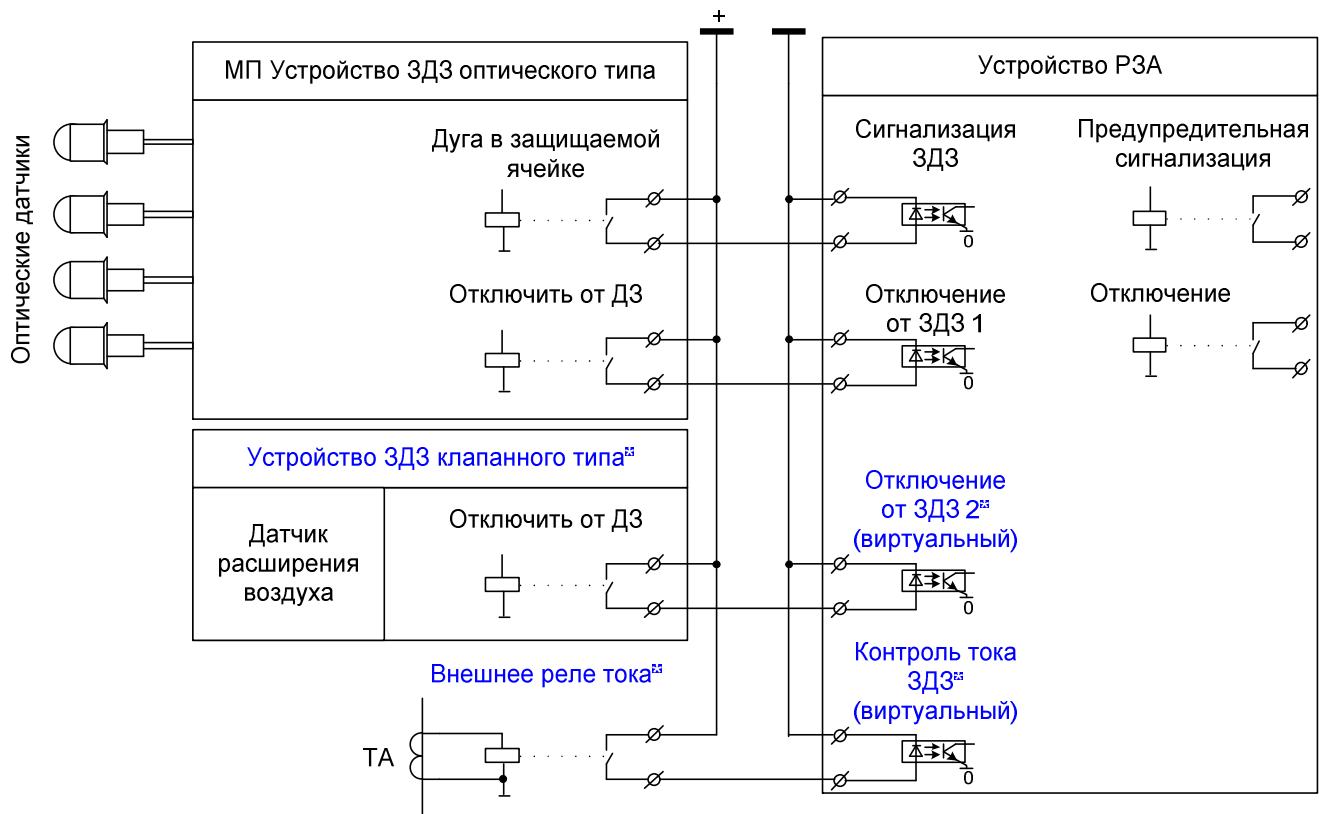
1.5.13.4 Для повышения удобства обслуживающего персонала при выявлении места возникновения дугового замыкания в терминалах предусмотрена возможность сигнализации о месте замыкания. Для этого используется дискретный вход «Сигнализация ЗДЗ», подключенный к централизованному устройству дуговой защиты. Для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

Таблица 39 – Программные накладные ЗДЗ

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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



⚠ Необходимость уточняется при конкретном проектировании

Рисунок 25 – Структурная схема ЗДЗ

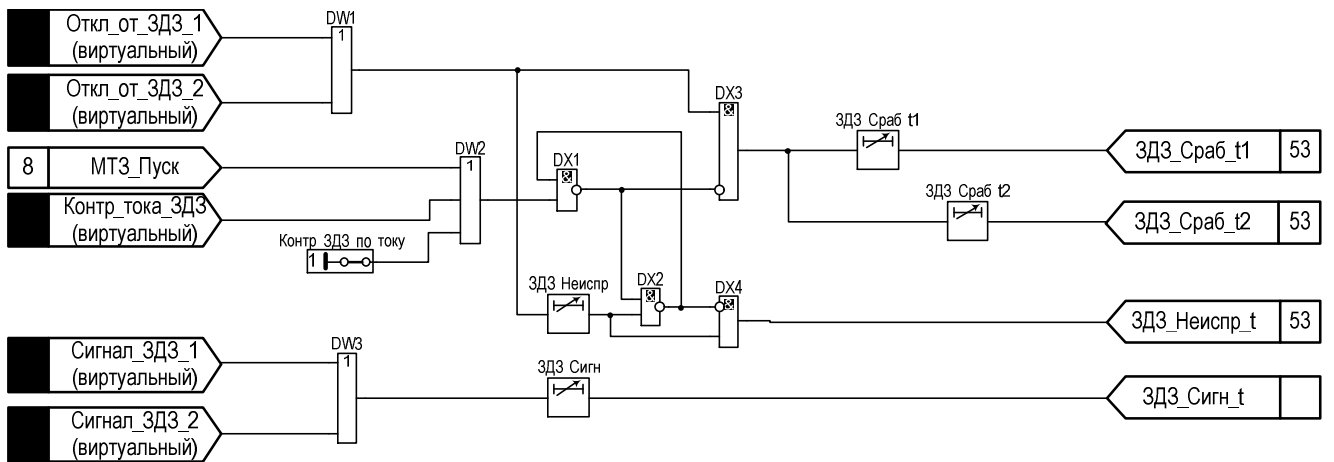


Рисунок 26 - Фрагмент функциональной схемы ЗДЗ

Таблица 40 – 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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 40

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.

1.5.14 Защита от обратной мощности (ЗОМ)

Защита от обратной мощности срабатывает, если активная мощность поступает от двигателя на шины, в течение времени срабатывания, заданного уставкой.

Уставка срабатывания по мощности задается во вторичных значениях (0,01-1)·Pн. Защита может работать на отключение выключателя или действовать на отдельное реле. Для того чтобы защита действовала на отдельное реле, необходимо задать уставку «Функция защиты от обратной мощности» - «Откл» и подключить к точке «Защита от обратной мощности» одно из программируемых реле.

Защита от обратной мощности срабатывает при появлении сигнала от ИО «POM_Сраб» (см. рисунок 27). Время срабатывания ЗОМ определяется выдержкой времени «ЗОМ_Сраб» (см. таблицу 41).

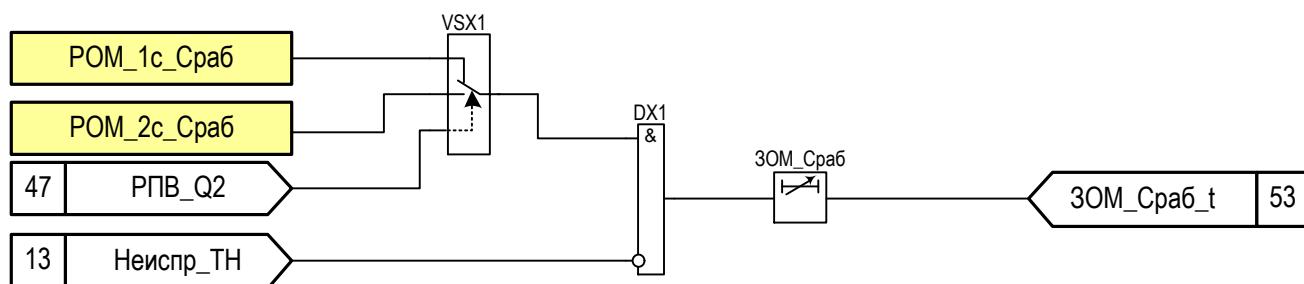


Рисунок 27- Функциональная схема ЗОМ

Таблица 41 – Выдержки времени ЗОМ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗОМ_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗОМ	1	0,2-100

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

1.5.15 Защита от тепловой перегрузки (ЗТП)

1.5.15.1 Защита от перегрузки выполнена на интегральном принципе с использованием модели нагрева/остывания двигателя, с учетом предварительного нагрева двигателя током нагрузки. В качестве входной величины используются фазные токи статора, а уставки характеризуют параметры двигателя по нагреву и остыванию. Защита действует эффективно при кратковременных или длительных перегрузках двигателя, предотвращая перегрев

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

изоляции обмоток и последующего снижения сопротивления изоляции. Имеется возможность запрета повторного включения двигателя, настраиваемую с помощью матрицы отключения.

1.5.15.2 Выходные цепи действуют на отключение («ЗТП_Ток_Перег»), сигнализацию («ЗТП_Сигн»), а также на срабатывание («ЗТП_Сраб»). Функциональная схема защиты от тепловой перегрузки представлена на рисунке 28. Выдержки времени ЗТП приведены в таблице 42.

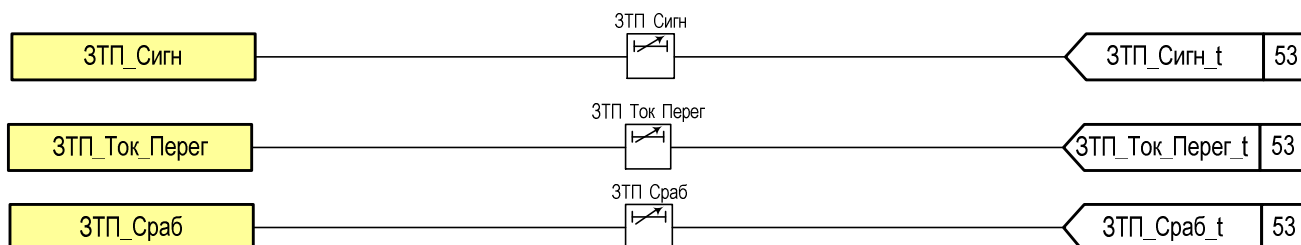


Рисунок 28– Функциональная схема ЗТП

Таблица 42 – Выдержки времени ЗТП

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗТП_Сигн	Выдержка времени срабатывания аварийной сигнализации	20	0,2-100
ЗТП_Ток_Перег	Выдержка времени срабатывания при перегрузке по току	0,5	0,2-100
ЗТП_Сраб	Выдержка времени срабатывания защиты на отключение	10	0,2-100

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

Сигнал «ЗТП_Ток_Перег» действует на отключение выключателя, сигнализацию на светодиодах, а также на матрицу отключений.

Сигнал «ЗТП_Сигн» действует на предупредительную сигнализацию, на светодиодную сигнализацию, а также на матрицу отключений.

Сигнал «ЗТП_Сраб» предназначен для предотвращения недопустимых перегрузок обмотки ротора током возбуждения. Срабатывает при достижении 100 % - го перегрева и воздействует на отключение двигателя.

1.5.16 Защита от минимальной частоты (ЗМЧ)

1.5.16.1 Защита минимальной частоты срабатывает, если частота меньше частоты срабатывания, заданного уставкой.

1.5.16.2 Защита от минимальной частоты имеет две ступени: ЗМЧ-1 и ЗМЧ-2. Срабатывание ЗМЧ происходит при появлении сигнала «ЗМЧ_Сраб» с выдержкой времени «ЗМЧ_Сраб» для каждой ступени ЗМЧ соответственно (см. рисунок 29). Выдержки времени ЗМЧ приведены в таблице 43.

1.5.16.3 ЗМЧ-1 служит для отключения электродвигателя при отклонении частоты питающей сети от 47,5 до 47,0 Гц, не более 1 мин в каждом отдельном случае и не более 360 мин в течение всего срока службы. ЗМЧ-2 служит для отключения электродвигателя при

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

отклонении частоты питающей сети от 47,0 до 46,0 Гц, не более 10 с в каждом отдельном случае и не более 60 мин в течение всего срока службы

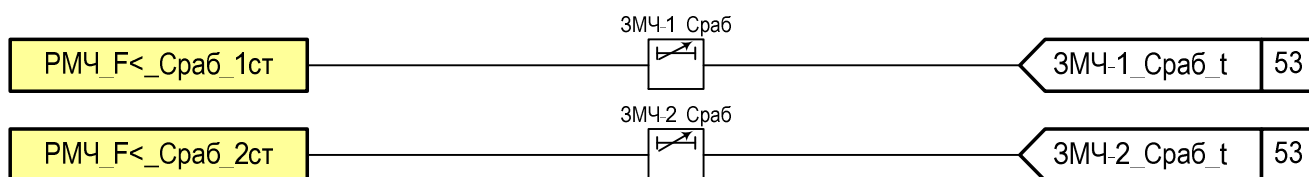


Рисунок 29 – Функциональная схема ЗМЧ

Таблица 43 – Выдержки времени ЗМЧ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗМЧ-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на задержку срабатывание	60	0,2-100
ЗМЧ-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на задержки срабатывание	10	0,2-100

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

1.5.17 Определение режима работы двигателя

Двигатель может находиться в трех режимах: «СТОП», «ПУСК» и «РАБОТА». Устройство определяет режим работы электродвигателя по изменению тока. При определении режима работы максимальный из фазных токов сравнивается с уставкой номинального тока нагрузки электродвигателя $I_{НАГР}$.

Режим «СТОП» определяется по факту снижения фазных токов $I < 0,1 \times I_{НАГР}$.

Режим «ПУСК» определяется по факту возрастания фазных токов с тока покоя $I < 0,1 \times I_{НАГР}$, до тока, превышающего $1,5 \times I_{НАГР}$ за время, не превышающее 100 мс. Окончание режима запуска определяется по снижению тока до $1,25 \times I_{НАГР}$.

Режим «РАБОТА» может следовать только за режимом «ПУСК» после снижения тока до $1,25 \times I_{НАГР}$ или после режима «СТОП», если ток превысил $0,1 \times I_{НАГР}$, но не достиг $1,5 \times I_{НАГР}$ за 100 мс.

Функциональные схемы определения режима работы двигателя 1-ой или 2-ой скорости приведены на рисунках 30 и 31 соответственно. Выдержки времени режима работы двигателя приведены в таблице 44.

Таблица 44 – Выдержки времени режима работы двигателя

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
DT2	Нерегулируемая выдержка времени на срабатывание	0,1	-
Зат_пуск_1с	Регулируемая выдержка времени затянутого пуска	1	0-100

Продолжение таблицы 44

Имя	Подп. дата
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
Зат_пуск_2с	Регулируемая выдержка времени на затянутый пуск второй скорости	1	0-100
DT3	Нерегулируемая выдержка времени на пуск второй скорости	0,1	-

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

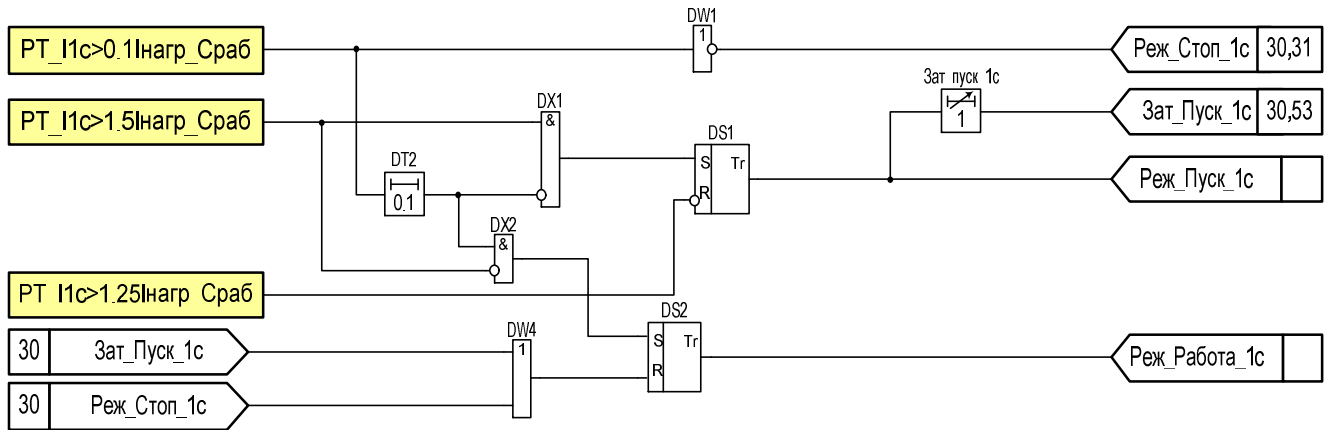


Рисунок 30 – Функциональная схема определения режима работы 1-ой скорости

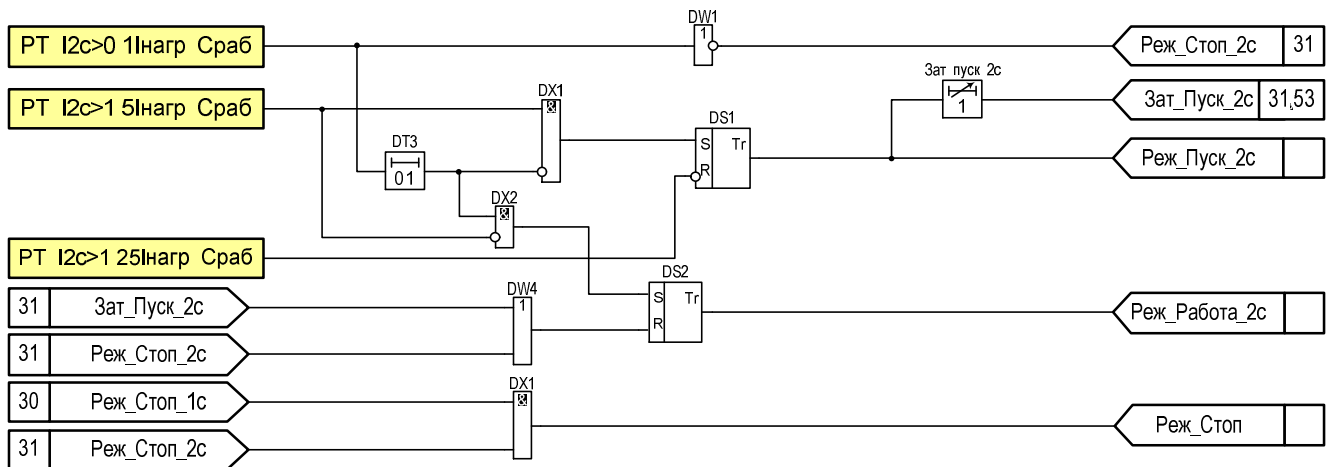


Рисунок 31 – Функциональная схема определения режима работы 2-ой скорости

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

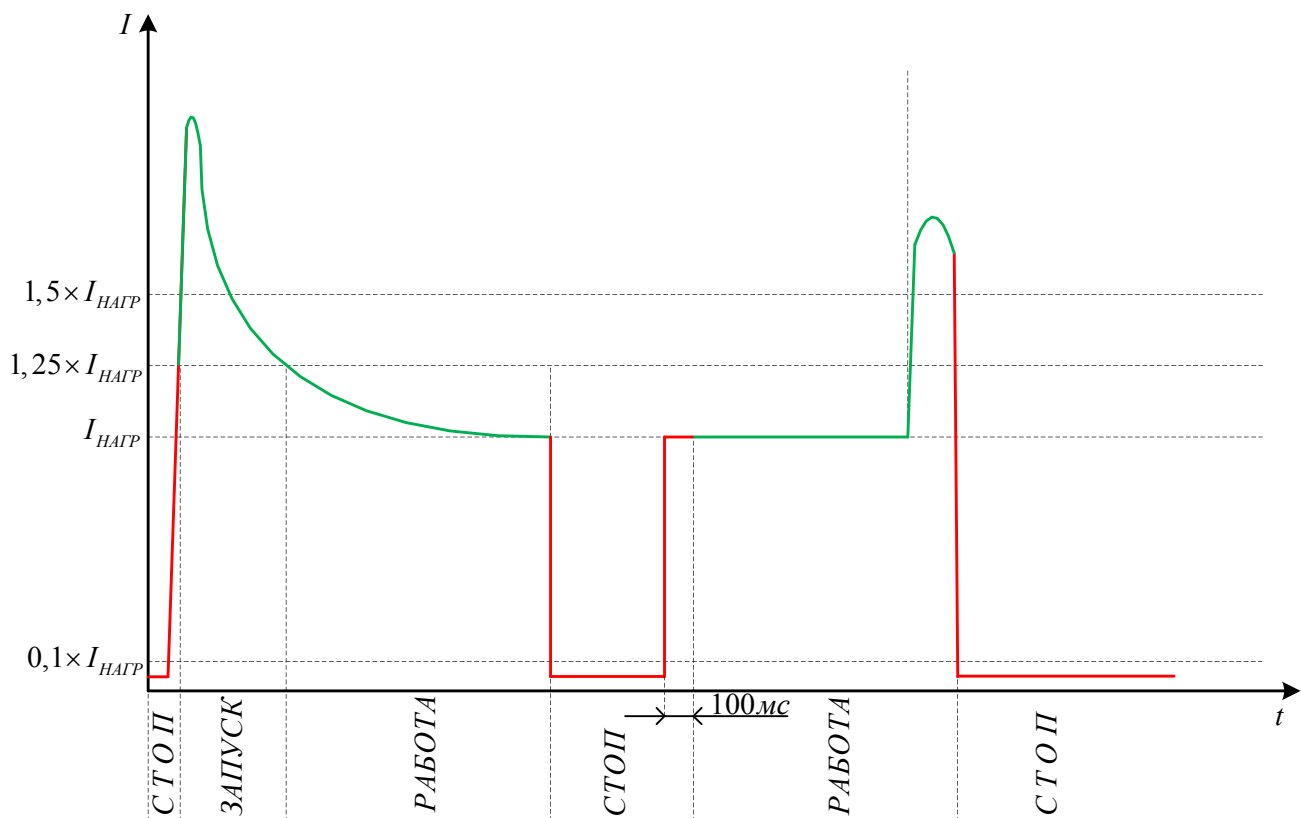


Рисунок 32 – Режим работы двигателя

1.5.18 Управление переключением скоростей

1.5.18.1 Управление переключением скоростей осуществляется путем подачи команд управления на устройство, выполняющее защиту первой скорости.

1.5.18.2 При получении команды «отключить» отключатся выключатели обеих скоростей. При получении команды «включить», когда двигатель остановлен (выключатели обеих скоростей отключены), включается выключатель первой скорости. При следующих командах «включить» осуществляется смена скорости, т.е. переход с первой скорости на вторую или со второй на первую.

1.5.18.3 Сигнал «Отключен» об отключенном положении выключателя образуется при отсутствии команд на переключение, сформированных с помощью триггеров DS6 и DS7.

1.5.18.4 Команда переключения с первой скорости на вторую формируется при получении сигнала «РПО_Q2» и сигнала «РПВ_Q1» с выдержкой времени «Зад_РПВ_Q1» (см. таблица 45) происходит формирование сигнала «Откл_1с_при_перек», если переключение успешное, то с выдержкой времени «Зад_пер_на_2с» происходит формирование сигнала «Перекл_на_2с» (см. рисунок 33).

1.5.18.5 Команда переключения с первой скорости на вторую блокируется при выполнении любого из следующих условий:

- выключатель второй скорости включен;
- присутствует сигнал «Команда_откл»;

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- присутствует сигнал неисправность ЦУ второй скорости «Неиспр_ЦУ_2»;
- присутствует сигнал задержка на включение второй скорости «Задержка_вкл_2с».

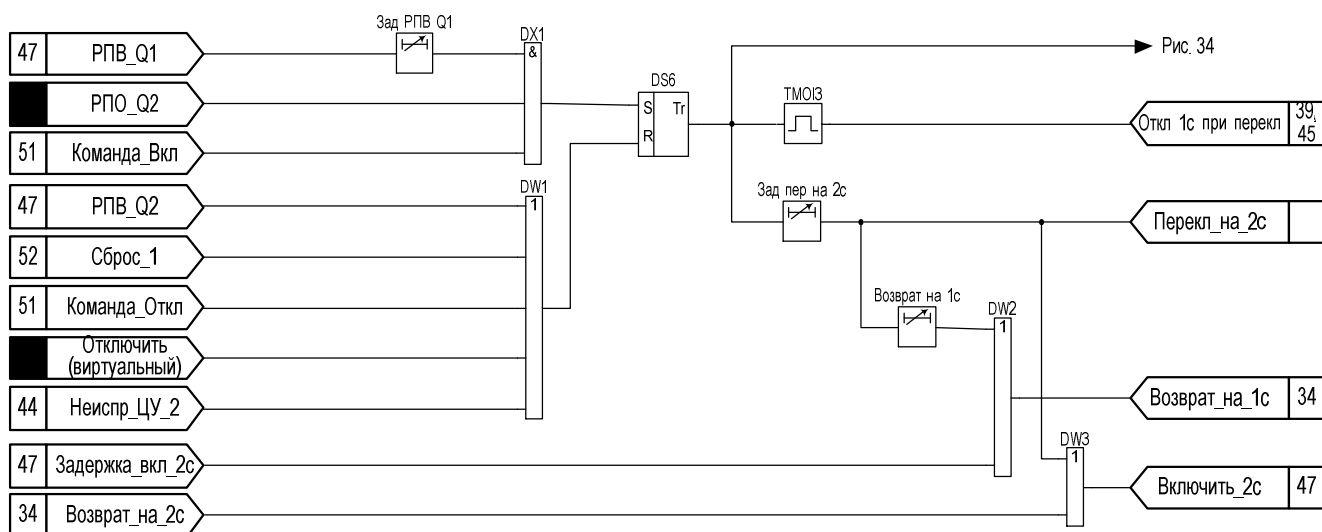


Рисунок 33 – Функциональная схема переключения с первой скорости на вторую

Таблица 45 – Выдержки времени на переключение с первой скорости на вторую

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Зад_РПВ_Q1	Регулируемая выдержка времени на повторный запуск первой скорости	1,1	0-100
Возрат_на_1с	Регулируемая выдержка времени на возврат первой скорости	2	0-100
Зад_пер_на_2с	Регулируемая выдержка времени на задержку переключения на вторую скорость	12	0-100
ТМО13	Моностабильная константа	1	0-10

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

1.5.18.6 Команда переключения со второй скорости на первую формируется при выполнении любого из следующих условий:

- наличие сигнала «Возрат_на_1с»;
- наличие сигнала отключения второй скорости «Команда_Откл»;
- наличие сигнала включения первой скорости «Команда_Вкл» с выдержкой времени «Зад_Ком_Вкл»;

1.5.18.7 Команда переключения со второй скорости на первую блокируется при выполнении любого из следующих условий:

- выключатель первой скорости включен;
- присутствует сигнал команда отключения первой скорости «Команда_откл»;
- присутствует сигнал неисправности ЦУ первой скорости «Неиспр_ЦУ_1»;

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- присутствует сигнал задержка на включение первой скорости «Задержка_вкл_1с».

Функциональная схема переключения со второй скорости на первую приведена на рисунке 34. Выдержки времени схемы переключения со второй скорости на первую приведены в таблице 46.

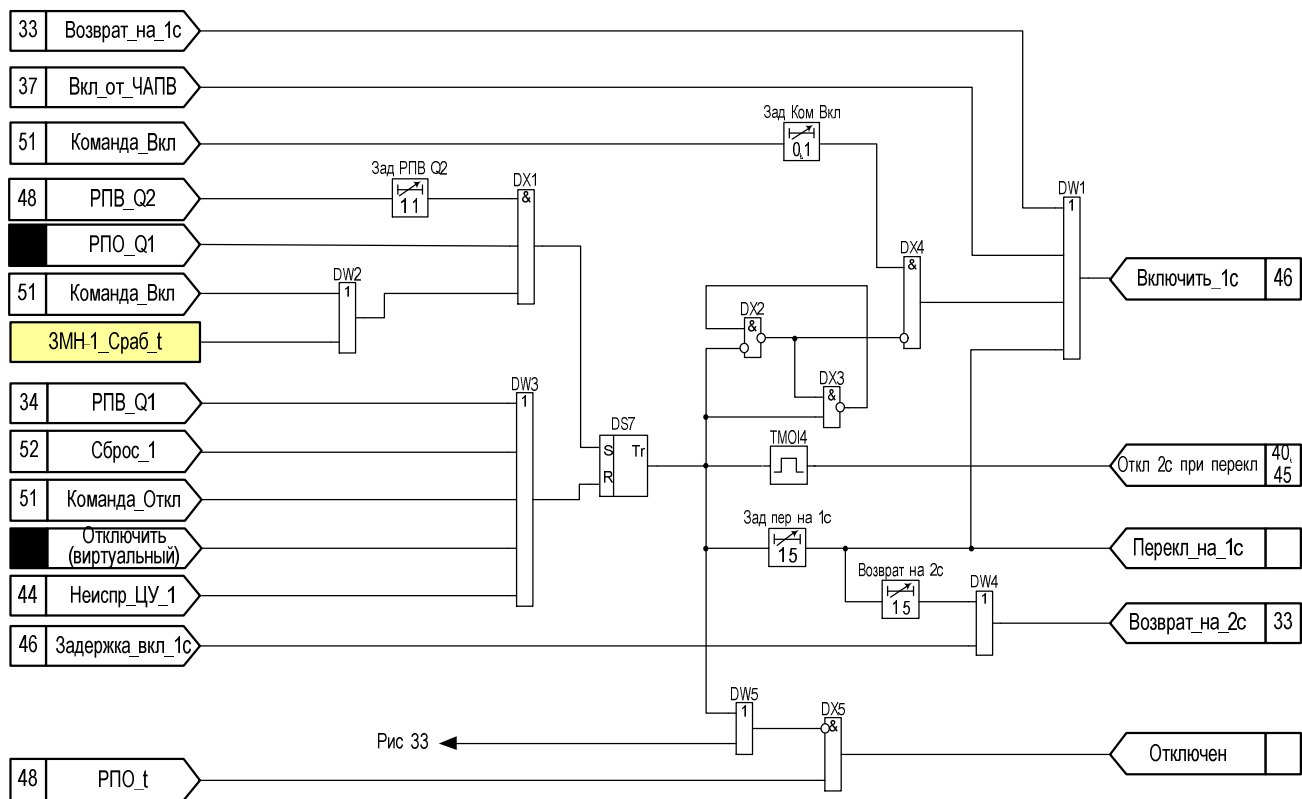


Рисунок 34 – Функциональная схема переключения со второй скорости на первую

Таблица 46 – Выдержки времени на переключение со второй скорости на первую

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Зад_пер_на_1с	Регулируемая выдержка времени на переключение первой скорости	0,1	0-100
Зад_РПВ_Q2	Регулируемая выдержка времени на повторный запуск второй скорости	1,1	0-100
Возврат_на_2с	Регулируемая выдержка времени на возврат второй скорости	2	0-100
Зад_Ком_Вкл	Регулируемая выдержка времени на задержку сигнала «Команда включить»	0,1	0-100
TMOI4	Моностабильная константа	1	0-10

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

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.19 Устройство автоматической частотной разгрузки (АЧР)

1.5.19.1 АЧР принимает сигналы с дискретного входа и после набора соответствующих выдержек времени 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.

1.5.19.2 Фрагмент функциональной схемы АЧР приведена на рисунке 35. Программные накладки и выдержки времени АЧР приведены в таблицах 47 и 48 соответственно.

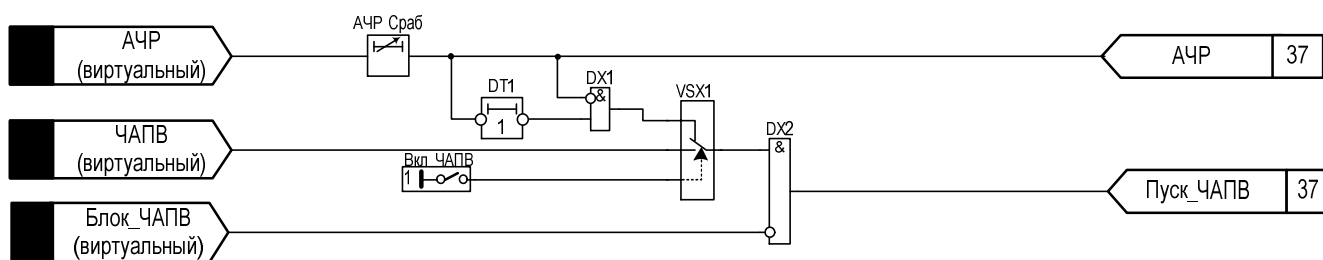


Рисунок 35 - Фрагмент функциональной схемы АЧР

Таблица 47 – Программные накладки АЧР

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

Таблица 48 – 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.

1.5.20 Частотное АПВ (ЧАПВ)

1.5.20.1 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.

1.5.20.2 ЧАПВ принимает сигналы с дискретных входов АЧР, РПВ_Q1, РПВ_Q2, со схемы запрета ЧАПВ (см. рисунок 36), со схемы АЧР и аварийного отключения в соответствии с рисунком 37.

Программные накладки и выдержки времени ЧАПВ приведены в таблицах 49 и 50 соответственно.

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

Инд. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 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 49 – Программные накладки ЧАПВ

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

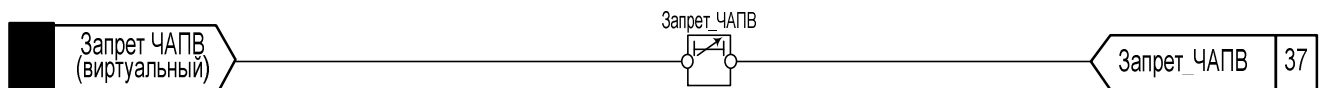


Рисунок 36 - Фрагмент функциональной схемы запрета ЧАПВ

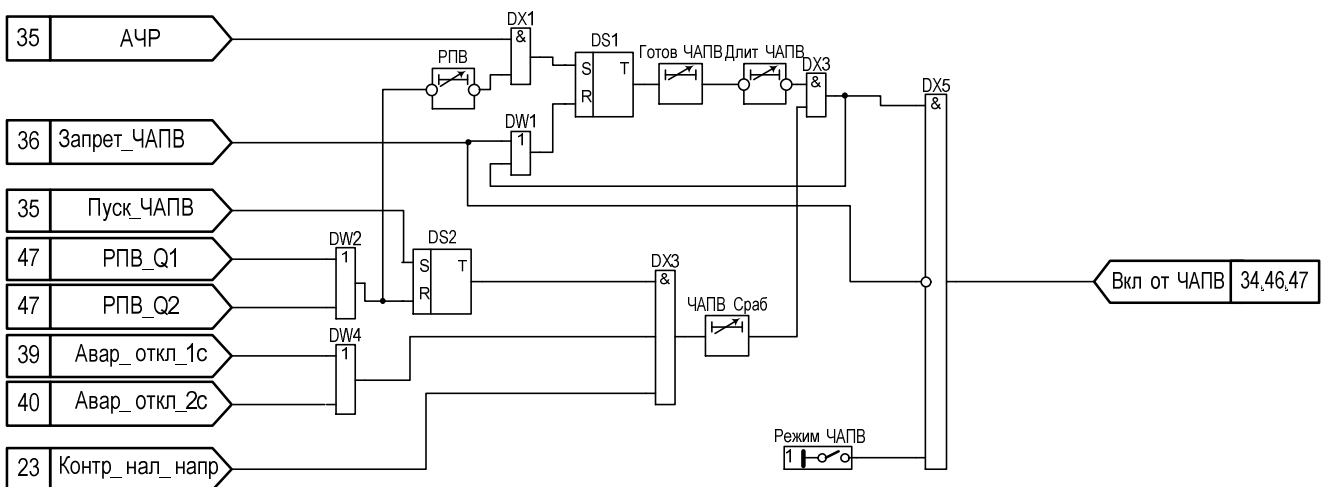


Рисунок 37 - Фрагмент функциональной схемы ЧАПВ

Таблица 50 – 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

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 50

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
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.

1.5.21 Цепи управления

1.5.21.1 Структурная схема подключения цепей управления (ЦУ) высоковольтным выключателем, управление которым основано на применении соленоидов управления, приведена на рисунке 43. Данная схема подключения цепей управления позволяет диагностировать ее исправность посредством контроля наличия и/или отсутствия сигналов «РПО» и «РПВ».

1.5.21.2 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 43, 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!

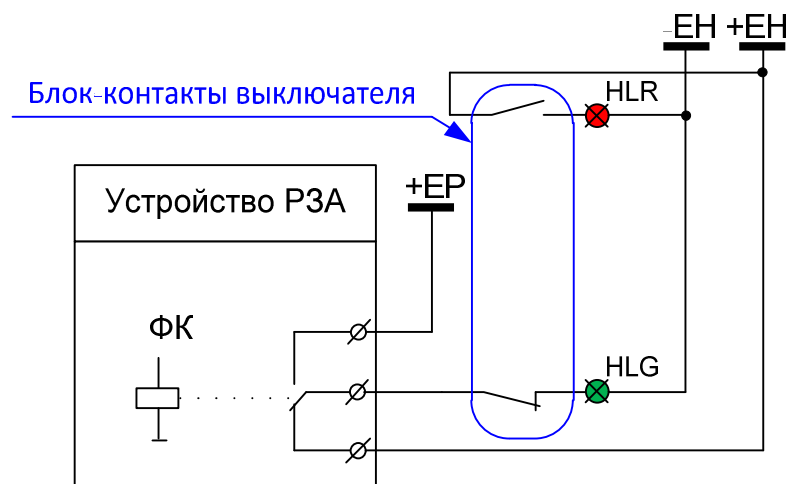
1.5.21.3 Варианты подключения ЦУ к терминалу приведены в 36-2016-РЗА.ТПР «Типовые проектные решения ячеек КРУ-6(10) кВ с микропроцессорным устройством ЭКРА 217».

1.5.21.4 Работа цепи управления выключателем представлена на рисунках 44 - 46.

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 световой сигнализации. Обобщенная структурная схема цепей световой сигнализации приведена на рисунке 38.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инд. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



EH – шина цепей сигнализации
 EP – шина мигания
 HLR – Сигнальная лампа – «Включено»
 HLG – Сигнальная лампа – «Отключено»

Рисунок 38 – Обобщенная структурная схема цепей световой сигнализации

1.5.21.5 Фиксация команды отключения формируется при первом включении выключателя по наличию сигнала РПВ_Q1, при этом RS-триггер устанавливается в рабочее состояние логической единицы. В случае отключения выключателя без команды выход RS-триггера остается в состоянии логической единицы, от выключателя приходит сигнал РПО_Q1, свидетельствующий о его отключении и на выходе элемента DX1 формируется сигнал «Аварийное отключение 1с». В случае, когда выключатель отключается по команде, RS-триггер устанавливается в состояние логического нуля и на выходе DX1 сигнал «Аварийное отключение 1с» не формируется (см. рисунок 39).

1.5.21.6 Фиксация команды отключения формируется при первом включении выключателя по наличию сигнала РПВ_Q2, при этом RS-триггер устанавливается в рабочее состояние логической единицы. В случае отключения выключателя без команды выход RS-триггера остается в состоянии логической единицы, от выключателя приходит сигнал РПО_Q2, свидетельствующий о его отключении и на выходе элемента DX2 формируется сигнал «Аварийное отключение 2с». В случае, когда выключатель отключается по команде, RS-триггер устанавливается в состояние логического нуля и на выходе DX2 сигнал «Аварийное отключение 2с» не формируется (см. рисунок 40).

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

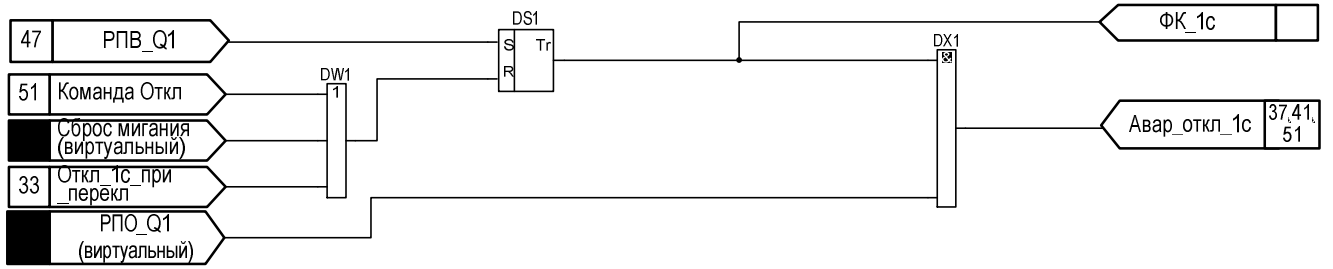


Рисунок 39 – Фрагмент функциональной схемы фиксации команд нормального и аварийного отключения первой скорости

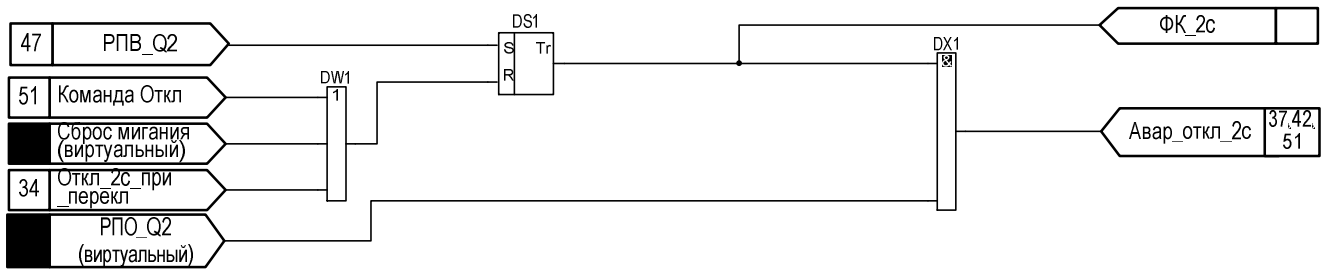


Рисунок 40 – Фрагмент функциональной схемы фиксации команд нормального и аварийного отключения второй скорости

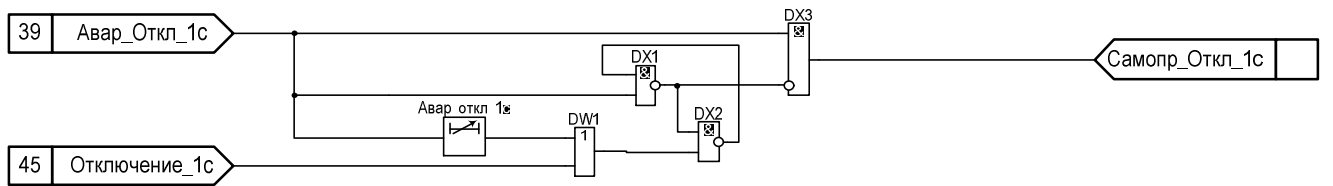


Рисунок 41 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигнала самопроизвольного отключения первой скорости

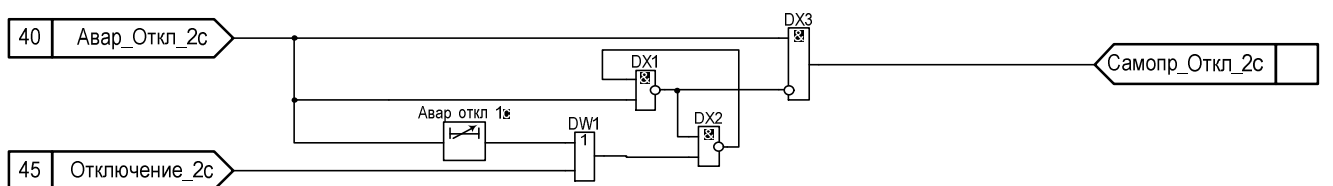


Рисунок 42 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигнала самопроизвольного отключения второй скорости

1.5.21.7 Функциональная схема формирования сигнала самопроизвольного отключения выполнена в соответствии с рисунком 41 и 42 для первой и второй скорости соответственно.

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

1.5.21.9 Если сигналу «Аварийное отключение_1с» предшествует сигнал «Отключение_1с», то выход блокируется, и сигнал самопроизвольного отключения

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

выключателя не формируется. Если сигнал «Аварийное отключение_1с» появляется раньше, чем сигнал «Отключение_1с», то на выходе схемы формируется сигнал самопроизвольного отключения выключателя от внешнего устройства.

1.5.21.10 Если сигналу «Аварийное отключение_2с» предшествует сигнал «Отключение_2с», то выход блокируется, и сигнал самопроизвольного отключения выключателя не формируется. Если сигнал «Аварийное отключение_2с» появляется раньше, чем сигнал «Отключение_2с», то на выходе схемы формируется сигнал самопроизвольного отключения выключателя от внешнего устройства.

1.5.21.11 Предусмотрена работа контроля цепей управления в соответствии с рисунком 44.

Выходной сигнал «Неиспр_ЦУ_1» первой скорости формируется по следующим причинам:

- одновременное присутствие или отсутствие в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ_1» сигналов «РПО_Q1», «РПВ1_Q1» и «РПВ2_Q1»;
- наличие на дискретных входах терминала одновременно сигналов «РКО» и «РКВ» в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ_1»;
- наличие сигнала отключения «Автомат_ШП_1»;
- протекание тока по катушкам отключения или включения выключателя в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ_1», при котором формируются сигналы «Задержка отключения 1» и «Задержка включения 1» в соответствии с рисунками 35 и 36;
- наличие на дискретном входе сигнала «Привод не готов 1» в течение выдержки времени «Неиспр_прив_1»;
- наличие на дискретном входе сигнала «Блокировка управления».

Выходной сигнал «Неиспр_ЦУ_2» первой скорости формируется по следующим причинам:

- одновременное присутствие или отсутствие в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ_2» сигналов «РПО_Q2», «РПВ1_Q2» и «РПВ2_Q2»;
- наличие на дискретных входах терминала одновременно сигналов «РКО» и «РКВ» в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ_2»;
- наличие сигнала отключения «Автомат_ШП_2»;
- протекание тока по катушкам отключения или включения выключателя в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ_2», при котором формируются сигналы «Задержка отключения 2» и «Задержка включения 2» в соответствии с рисунками 35 и 36;
- наличие на дискретном входе сигнала «Привод не готов 2» в течение выдержки времени «Неиспр_прив_2»;
- наличие на дискретном входе сигнала «Блокировка управления».

Выдержки времени схемы контроля ЦУ приведены в таблице 52.

Инд. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВНИМАНИЕ: ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ «АВТОМАТ_ШП», «ПРИВОД_НЕ_ГОТОВ» ИМЕЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГРАММНОЙ ИНВЕРСИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДОВ ТЕРМИНАЛА ЧЕРЕЗ ДИСПЛЕЙ ТЕРМИНАЛА ИЛИ КОМПЛЕКС ПРОГРАММ EKRASMS-SP (СМ. СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РУКОВОДСТВА ЭКРА.650321.001 РЭ И ЭКРА.00006-07 34 01). КОНТРОЛЬ СИГНАЛА «РПВ 2» ВЫВОДИТСЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ЛОГИЧЕСКОЙ НАКЛАДКОЙ (СМ. ТАБЛИЦУ 51)!

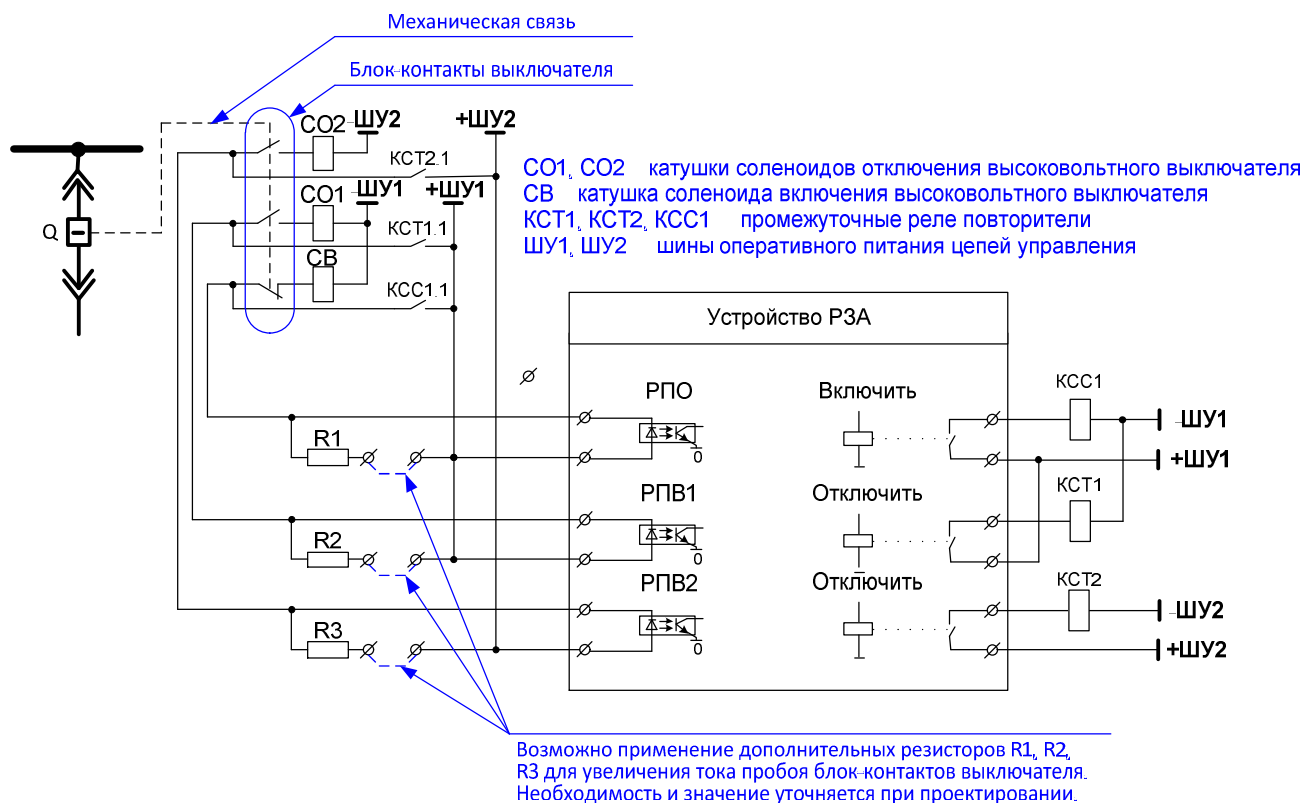


Рисунок 43 – Обобщенная структурная схема соединений цепей управления высоковольтного выключателя с применением катушек управления

Таблица 51 – Программные накладки контроля ЦУ

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

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инд. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

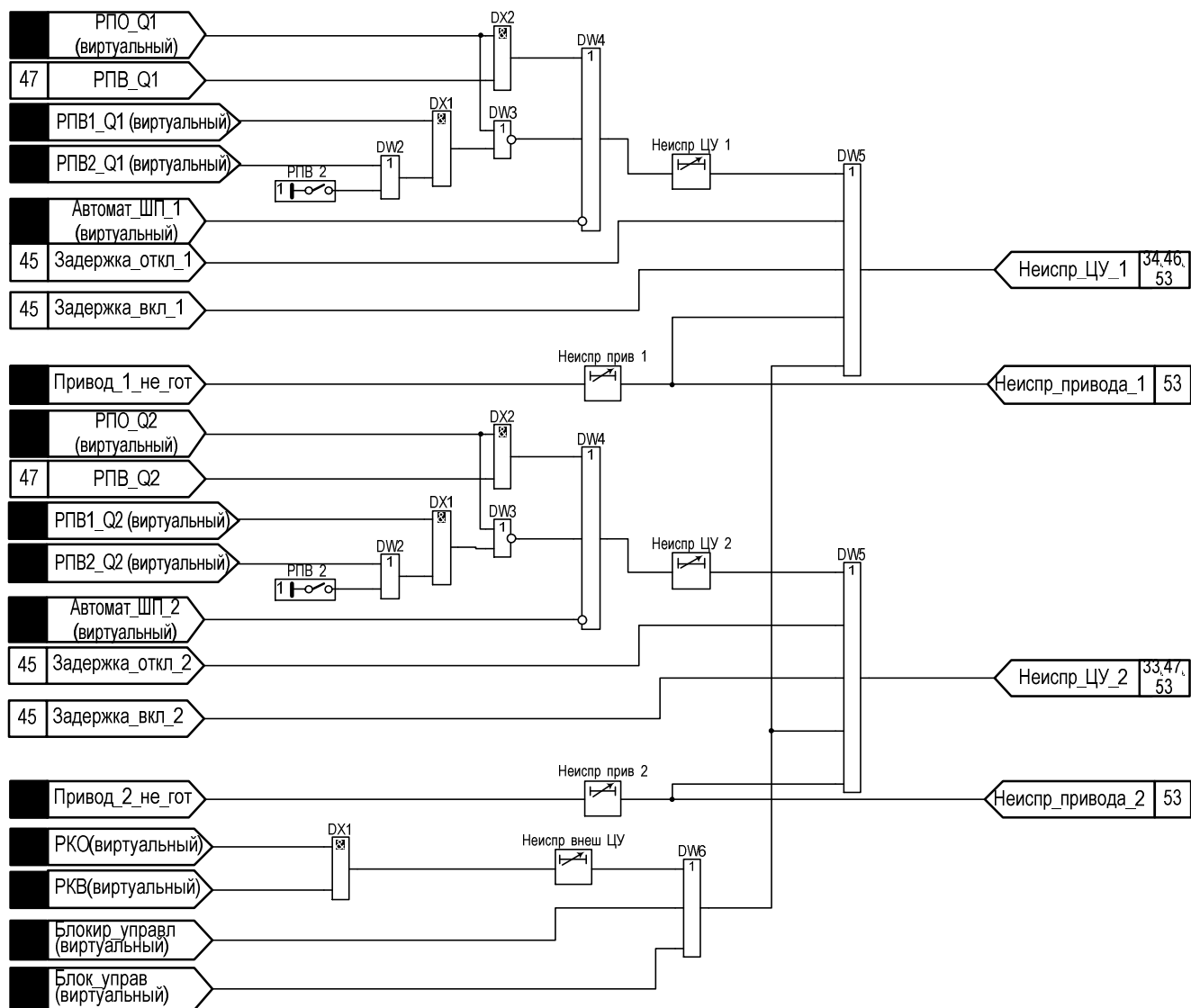


Рисунок 44 – Фрагмент функциональной схемы контроля цепей управления

Таблица 52 – Выдержки времени контроля ЦУ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Неиспр_ЦУ_1	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ первой скорости»	2	2-20
Неиспр_ЦУ_2	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ второй скорости»	2	2-20
Неиспр_прив_1	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ» при длительном наличии сигнала неисправность привода	20	0-40

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 52

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Неиспр_прив_2	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ» при длительном наличии сигнала неисправность привода	20	0-40
Неиспр_внеш_ЦУ	Выдержка времени на формирование сигнала «Неисправность ЦУ»	2	0,2-100

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

1.5.22 Цепи отключения выключателя

1.5.22.1 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.

1.5.22.2 Функциональная схема цепей отключения выключателя приведена на рисунке 45.

1.5.22.3 Сигнал «Отключить_1с» формируется в соответствии с матрицей отключений.

1.5.22.4 Если отсутствует сигнал «Блокировка управления», то на выходе узла отключения формируется сигнал «Отключение_1с». 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.

1.5.22.5 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_1с» (см. таблицу 53), предусмотренной для надежного отключения выключателя, снимается подхват сигнала отключения, блокируется действие сигнала «Задержка отключения 1с». Если реле РПО не срабатывает, то с регулируемой выдержкой времени «Огран_сигн_Откл_1с» после возникновения сигнала отключения формируется сигнал «Задержка_откл_1с», который свидетельствует об отказе выключателя.

1.5.22.6 Сигнал на отключение может выдаваться как импульсно, так и непрерывно. Это осуществляется с помощью логической накладки «Выд_ком_откл_1с» (см. таблицу 54).

Инт. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Работа цепи отключения второй скорости происходит аналогично первой скорости. Функциональная схема цепей отключения выключателя второй скорости приведена на рисунке 34. Сигнал «Отключить_2с» формируется в соответствии с матрицей отключений.

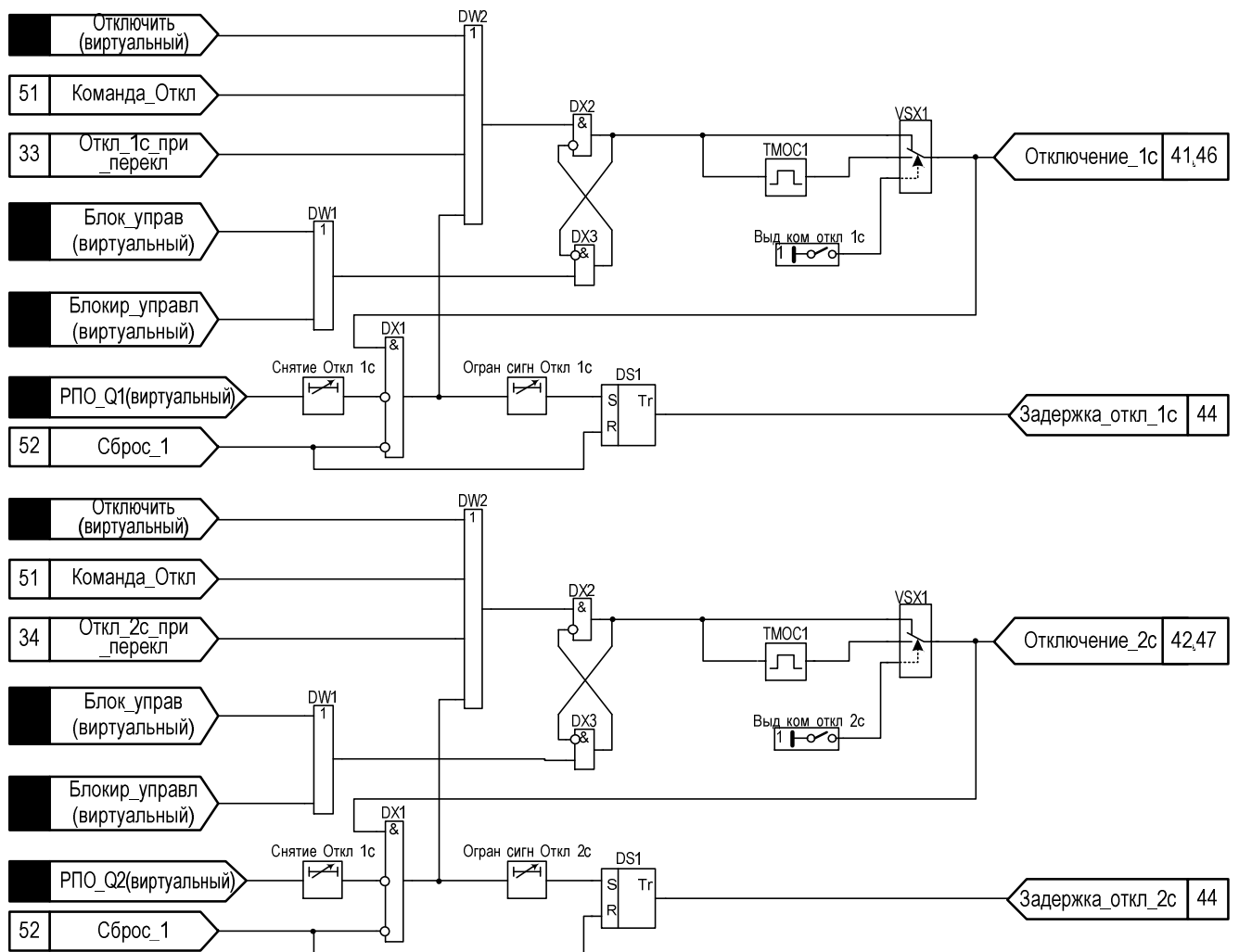


Рисунок 45 – Фрагмент функциональной схемы ЦО

Если отсутствует сигнал «Блокировка управления», то на выходе узла отключения формируется сигнал «Отключение_2с». 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.

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_2с», предусмотренной для надежного отключения выключателя, снимается подхват сигнала отключения, блокируется действие сигнала «Задержка отключения 2с». Если реле РПО не срабатывает, то с регулируемой выдержкой времени «Огран_сигн_Откл_2с» после

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

возникновения сигнала отключения формируется сигнал «Задержка_откл_2с», который свидетельствует об отказе выключателя.

1.5.22.7 Сигнал на отключение может выдаваться как импульсно, так и непрерывно. Это осуществляется с помощью логической накладки «Выд_ком_откл_2с».

Таблица 53 – Выдержки времени контроля ЦО

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
Снятие_Откл_1с	Регулируемая выдержка времени для подхвата сигнала «Отключение 1с»	0,1	0,1 – 20
Огран_сигн_Откл	Регулируемая выдержка времени для ограничения длительности сигнала «Отключение 1с» информирования сигнала «Задержка отключения 1с»	3	0,2 – 100
ТМОС1	Длительность импульса	1	0 – 10
Снятие_Откл_2с	Регулируемая выдержка времени для подхвата сигнала «Отключение 2с»	0,1	0,1 – 20
Огран_сигн_Откл	Регулируемая выдержка времени для ограничения длительности сигнала «Отключение 2с» информирования сигнала «Задержка отключения 2с»	3	0,2 – 100
ТМОС2	Длительность импульса	1	0 – 10

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

Таблица 54 – Программные накладки ЦО

Имя	Название	Состояние
Выд_ком_откл_1с	Выдача команды на отключение первой скорости	1 - импульсно
		0 - непрерывно
Выд_ком_откл_2с	Выдача команды на отключение второй скорости	1 - импульсно
		0 - непрерывно

1.5.23 Цепи включения выключателя

Функциональная схема цепей включения выключателя приведена на рисунке 46.

Программные накладки схемы цепей включения приведена в таблице 55.

Сигнал «Включение_1с» формируется при возникновении следующих ситуаций:

- появление команды «Включение_1с»;
- появление сигнала «Вкл_от_ЧАПВ».

Узел включения выключателя первой скорости блокируется при возникновении следующих ситуаций:

- появление сигнала «Отключение_1с»;
- появление сигнала «Блокировка управления»;
- появление сигнала «Привод_1_не_гот»;
- появление сигнала «Неиспр_ЦУ_1»;

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

- появление сигнала «Запрет_вкл_1с»;
- появление сигнала «Блокировка включения».

При отсутствии блокирующих сигналов и наличии команды на включение формируется сигнал «Включение_1с», 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_1с» (см. таблицу 56) обеспечивается подхват сигнала «Включения_1с» 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_1с» сигнал РПВ не формируется, по истечении выдержки времени «Огран_сигн_вкл_1с» формируется сигнал «Задержка включения_1с», который свидетельствует об отказе выключателя.

Сигнал «Включение_2с» формируется при возникновении следующих ситуаций:

- появление команды «Включение_2с»;
- появление сигнала «Вкл_от_ЧАПВ».

Узел включения выключателя первой скорости блокируется при возникновении следующих ситуаций:

- появление сигнала «Отключение_2с»;
- появление сигнала «Блокировка управления»;
- появление сигнала «Привод_2_не_гот»;
- появление сигнала «Неиспр_ЦУ_2»;
- появление сигнала «Запрет_вкл_2с»;
- появление сигнала «Блокировка включения».

При отсутствии блокирующих сигналов и наличии команды на включение формируется сигнал «Включение_2с», 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_2с» обеспечивается подхват сигнала «Включения_2с» 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_2с» сигнал РПВ не формируется, по истечении выдержки времени «Огран_сигн_вкл_2с» формируется сигнал «Задержка включения_2с», который свидетельствует об отказе выключателя.

Таблица 55 – Программные наклейки ЦВ

Имя	Название	Состояние
Контроль_тележки_1	Контроль тележки 1	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Инт. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Продолжение таблицы 55

Имя	Название	Состояние
Контроль_тележки_2	Контроль тележки 2	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

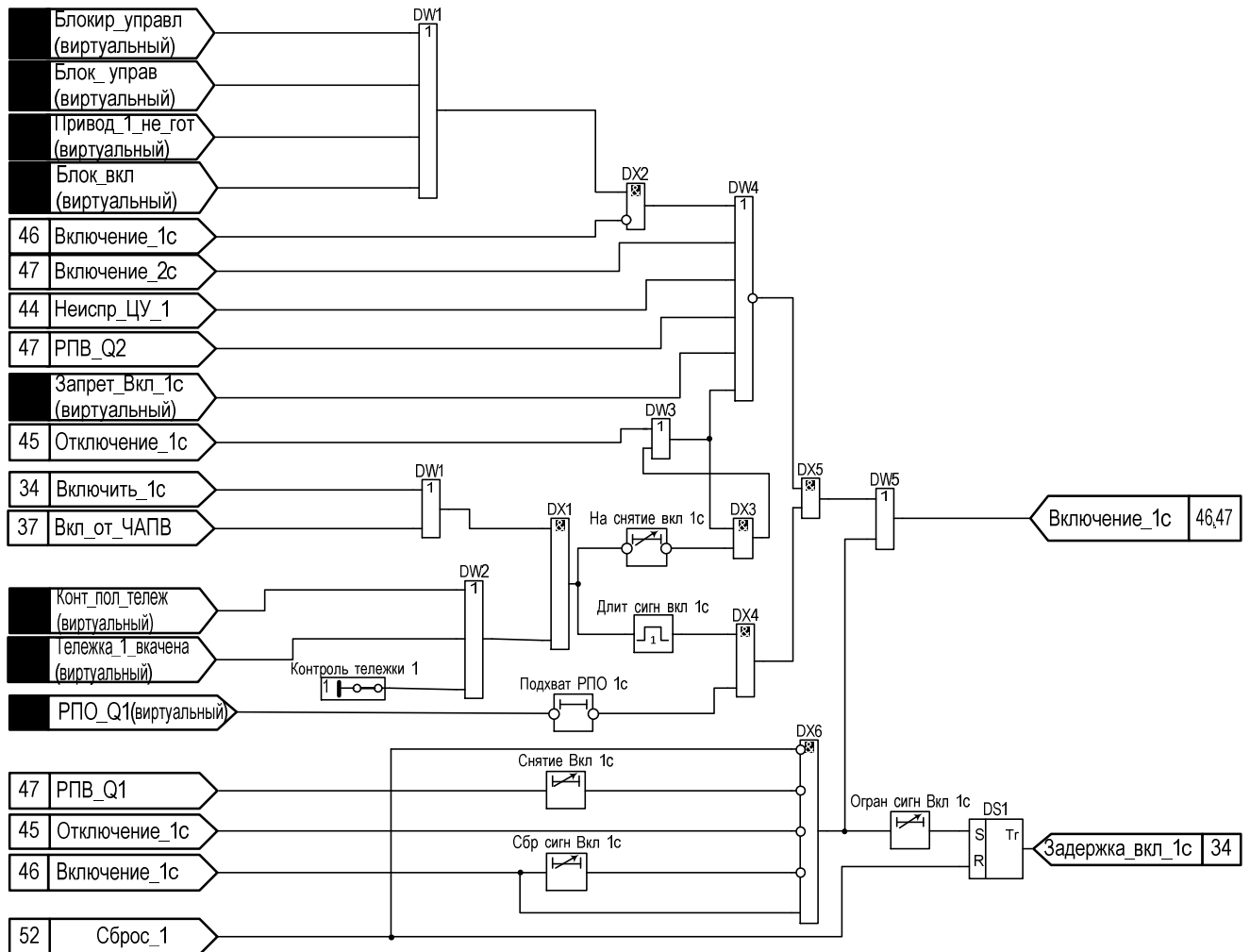


Рисунок 46 – Фрагмент функциональной схемы ЦВ первой скорости

Таблица 56 – Выдержки времени ЦВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
На_снятие_вкл_1с	Регулируемая выдержка времени на возврат минимальной длительности сигнала «Включение» первой скорости	1	0-100
Длит_сигн_вкл_1с	Регулируемая выдержка времени на длительность сигнала «Включение» первой скорости	1	0-10
Подхват_РПО_1с	Регулируемая выдержка времени на задержку РПО первой скорости	0,2	0,2-100

Подп. дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Петрова 31.07.17
Инв. № подл.
038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 56

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Снятие_вкл_1с	Регулируемая выдержка времени на снятие сигнала «Включение» первой скорости	0,1	0-100
Огран_сигн_вкл_1с	Регулируемая выдержка времени для ограничения длительности сигнала «Включение» и формирования сигнала "Задержка включения" первой скорости	1,5	0,1-10
Сброс_сигн_вкл_1с	Регулируемая выдержка времени для подхвата сигнала «Включение» первой скорости	2	0-10
На_снятие_вкл_2с	Регулируемая выдержка времени на возврат минимальной длительности сигнала «Включение» второй скорости	1	0-100
Длит_сигн_вкл_2с	Регулируемая выдержка времени на длительность сигнала "Включение" второй скорости	1	0-10
Подхват_РПО_2с	Регулируемая выдержка времени на задержку РПО второй скорости	0,2	0,2-100
Снятие_вкл_2с	Регулируемая выдержка времени на снятие сигнала «Включение» второй скорости	0,1	0-100
Огран_сигн_вкл_2с	Регулируемая выдержка времени для ограничения длительности сигнала «Включение» и формирования сигнала «Задержка включения» второй скорости	1,5	0,1-10
Сброс_сигн_вкл_2с	Регулируемая выдержка времени для подхвата сигнала «Включение» второй скорости	2	0-10

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

Имя	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17

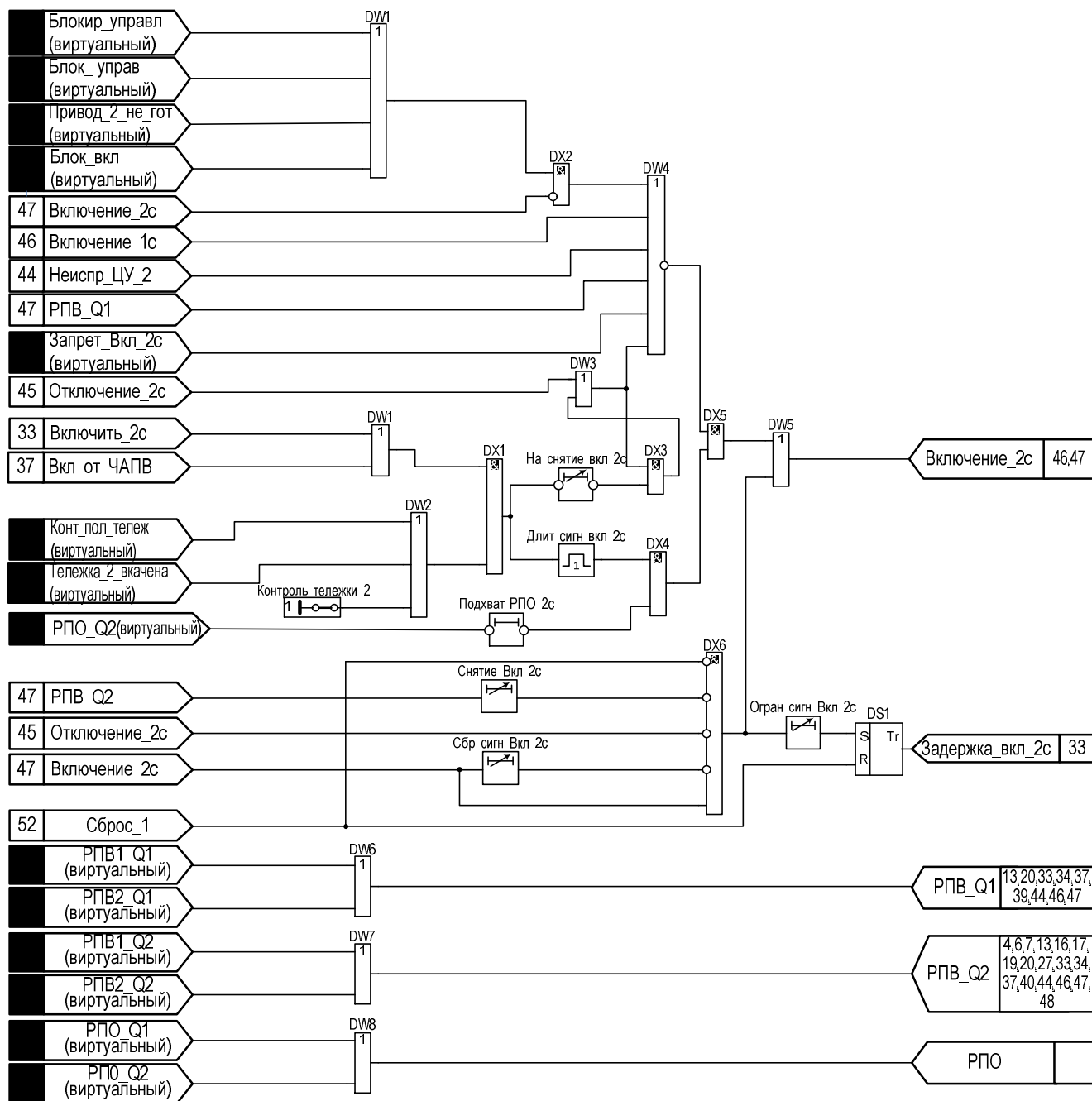


Рисунок 47 – Фрагмент функциональной схемы ЦВ второй скорости

1.5.24 Внешнее отключение и подхват РПО

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

1.5.24.2 В соответствии с приведенной функциональной схемой (см. рисунок 48) сигнал «Внешнее отключение» формируется при срабатывании одноименных дискретных входов. При этом один из них является «жестко» привязанным, а еще два конфигурируемы. Для корректной работы защит и/или функций, использующих в своей работе подхват сигнала «РПО», обязательным условием является превышение величины выдержки времени

Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

«РПО_1с» и «РПО_2с» (см. таблицу 57) максимального значения выдержек времени на срабатывание соответствующих защит и/или функций.

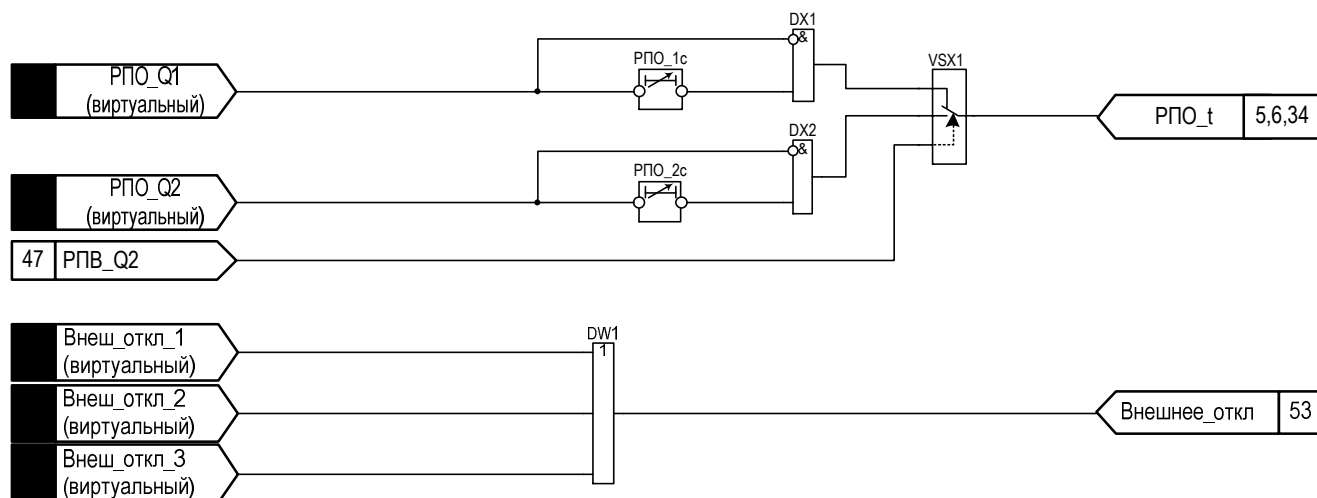


Рисунок 48 – Фрагмент функциональной схемы подхвата РПО и ограничения длительности сигнала внешнего отключения

1.5.24.3 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 57 – Выдержки времени схемы подхвата РПО

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
РПО_1с	Регулируемая выдержка времени на возврат для подхвата сигнала РПО первой скорости	2	0,1 – 10
РПО_2с	Регулируемая выдержка времени на возврат для подхвата сигнала РПО второй скорости	2	0,1 – 10

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

1.5.25 Формирование сигналов команд «Отключить» и «Включить»

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

1.5.25.2 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»). Пример схемы подключения оперативных ключей управления приведен на рисунках 49 и 50 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании). Учет сигнала «Дистанционное управление» вводится с помощью программной накладки «Контроль сигнала дистанционное управление» (см. таблицу

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

58). 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».

1.5.25.3 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 58). Для исключения несанкционированной коммутации выключателя при работе с клавиатурой терминала формирование команд управления осуществляется при нажатии сочетания клавиш «F + O» для отключения и «F + I» для включения.

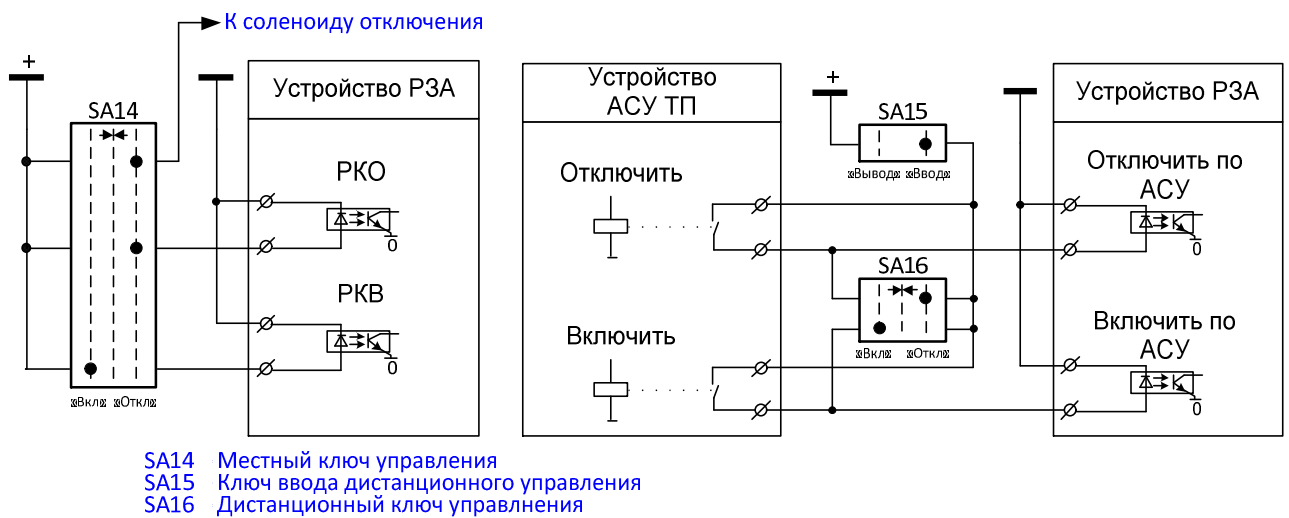


Рисунок 49 – Пример схемы подключения оперативных ключей управления. Вариант 1

Таблица 58 – Программные накладки 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 включателя при наличии сигнала «Аварийное отключение»	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

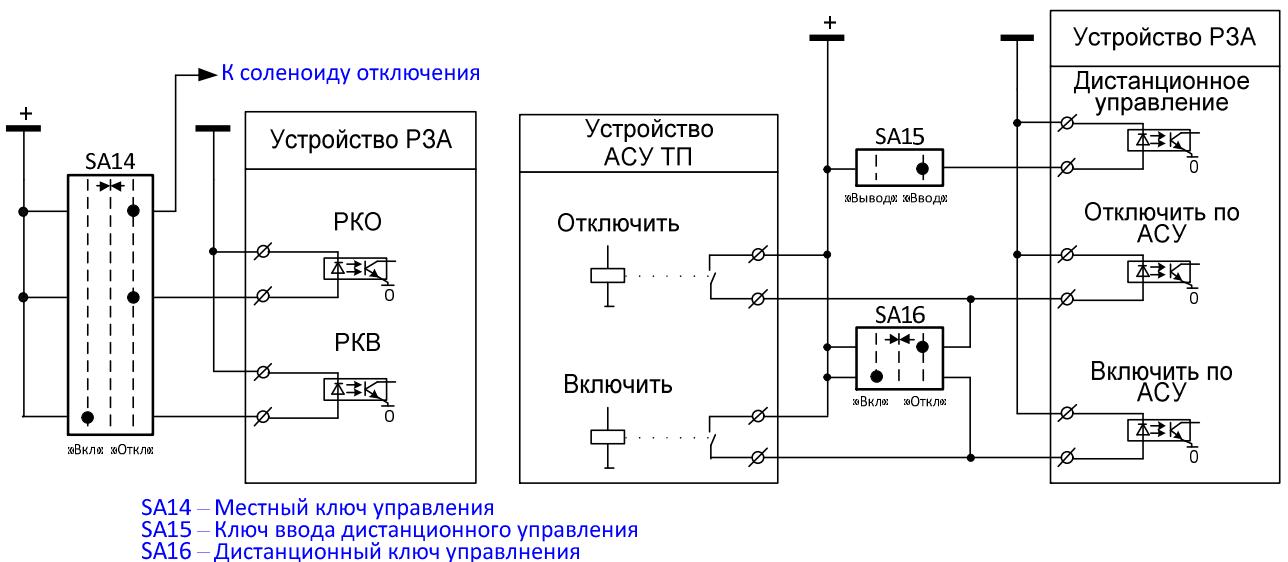


Рисунок 50 – Пример схемы подключения оперативных ключей управления. Вариант 2

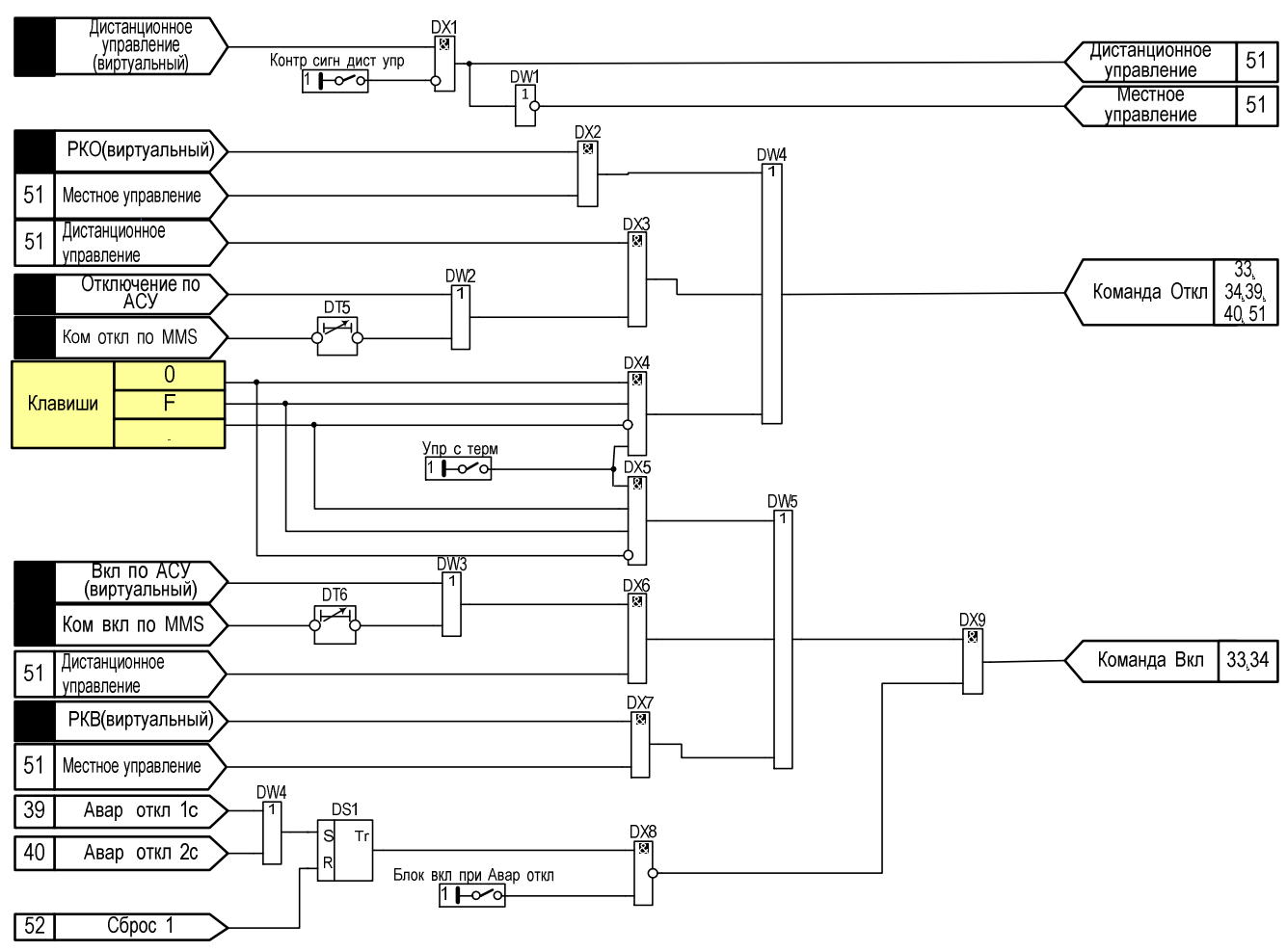


Рисунок 51 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигналов команд «Отключить» и «Включить»

1.5.26 Формирование сигнала «Сброс»

1.5.26.1 Сигнал «Сброс» предназначен для перевода схемы ЦУ в начальное состояние (сброс триггеров фиксации неисправности ЦУ). Сигнал «Сброс 1» формируется по факту наличия дискретного входного сигнала «С13», формируемого по факту срабатывания

Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

специализированного дискретного входа терминала «Сброс 1». Длительность сигнала «Сброс 1» ограничивается с помощью формирователя импульса с прерыванием ТМО11.

1.5.26.2 Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов приведен на рисунке 52. Выдержки времени формирования сигнала сброс приведены в таблице 59. Программные накладные схемы формирования сигнала сброс приведены в таблице 60.

1.5.26.3 Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов приведен на рисунке 52. Выдержки времени формирования сигнала сброс приведены в таблице 59. Программные накладные схемы формирования сигнала сброс приведены в таблице 60.

Таблица 59 – Выдержки времени формирования сигнала Сброс

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ТМО14	Моностабильная константа	1	0,1 – 10
ТМО15	Моностабильная константа	1	0,1 – 10

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

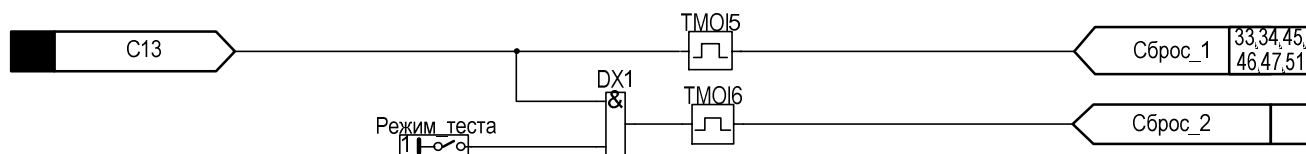


Рисунок 52 – Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов

Таблица 60 – Программные накладные формирования сигнала «Сброс»

Имя	Название	Состояние
Режим_теста	Режим теста	1-введен
		0-выведен

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);
- 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 – производная пауза – отключение», выполняемых без тока в главной цепи выключателя при номинальном напряжении на выводах цепей управления.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

$$R_{ост} < R_{доп}, \quad (23)$$

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 61, 62). Значение токов и допустимое количество соответствующих коммутации берутся из документации завода производителя выключателя (по соответствующим экспериментальным кривым).

Таблица 61 – 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	$I_{откл,j}$	$n_{доп,откл,j}(I_{откл,j})$	$n_{откл,нач,j}(I_{откл,j})$	$n_{откл,нач,j}(I_{откл,j})$	$n_{откл,нач,j}(I_{откл,j})$

Таблица 62 – 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);

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

– «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!

Остаточный ресурс для каждой фазы выключателя определяется по выражению

$$R_{OCT} = R_{НАЧ} - \sum R_{ОТКЛ,i} - \sum R_{ВКЛ,i}, \% \quad (24)$$

$$R_{ОТКЛ,i} = \frac{1}{N_{откл.доп.,i}} \cdot 100, \% \quad (25)$$

$$R_{ВКЛ,i} = \frac{1}{N_{вкл.доп.,i}} \cdot 100, \% \quad (26)$$

где $R_{НАЧ}$ - начальный коммутационный ресурс, %;

$R_{ОТКЛ,i}$ - расход коммутационного ресурса i -го отключения, %;

$R_{ВКЛ,i}$ - расход коммутационного ресурса i -го включения, %;

$N_{откл.доп.,i}$ - допустимое количество отключений при соответствующем токе отключения;

$N_{вкл.доп.,i}$ - количество допустимых отключений при токе отключения $I_{откл,i}$;

$n_{откл,доп}(I_{max})$ - допустимое количество включений при соответствующем токе включения;

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

Инва. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инва. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 53).

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. 038/Э7	Подп. и дата Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						Лист	
					1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17	ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ	
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Матрица отключения

Входы матрицы	Выход матрицы (M)	Цепь отключения																						
		VO1.1 Пуск сх УРОВ	VO1.2 Блок управ	VO1.3 Отключить	VO1.4 Запрет_вкл_1с	VO1.5 Запрет_вкл_2с	VO1.6 Неисправность	VO1.7 Запрет_ЧАПВ	M_Flex_1	M_Flex_2	M_Flex_3	M_Flex_4	M_Flex_5	M_Flex_6	M_Flex_7	M_Flex_8	M_Flex_9	M_Flex_10	M_Flex_11	M_Flex_12	M_Flex_13	M_Flex_14	M_Flex_15	M_Flex_16
МТЗ-1 Сраб t1	МТЗ-1 сраб. t1	+																						
МТЗ-1 Сраб t2	МТЗ-1 сраб. t2	+																						
РТ МТЗ-2 1с Откл	РТ МТЗ-2 1с Откл																							
РТ МТЗ-2 2с Откл	РТ МТЗ-2 2с Откл																							
МТЗ-2 Сраб t1	МТЗ-2 сраб. t1	+																						
МТЗ-2 Сраб t2	МТЗ-2 сраб. t2	+																						
РТ МТЗ-3 1с Откл	РТ МТЗ-3 1с Откл																							
РТ МТЗ-3 2с Откл	РТ МТЗ-3 2с Откл																							
МТЗ-3 Сраб t	МТЗ-3 сраб. t																							
Неиспр ТН	Неисправность ТН																							
ЗОЗЗ Сраб t	ЗОЗЗ сраб.	+																						
ЗОЗЗ-2 Сраб t	ЗОЗЗ-2 сраб.	+																						
ЗОМ Сраб t	ЗОМ сраб.	+																						
ЗТП Сигн t	ЗТП сигн.																							
ЗТП Ток Перег t	ЗТП токовая перегрузка																							
ЗТП Сраб t	ЗТП сраб.	+																						
ЗНР Сраб t	ЗНР сраб.	+																						
ЗМЧ-1 Сраб t	ЗМЧ-1 сраб.	+																						
ЗМЧ-2 Сраб t	ЗМЧ-2 сраб.	+																						
ЗМТ Сраб t	ЗМТ сраб.	+																						
ЗМН-1 Сраб t	ЗМН-1 сраб.	+																						
ЗМН-2 Сраб t	ЗМН-2 сраб.	+																						
ЗГН Сраб t	ЗГН сраб.	+																						
Зат пуск 1с	Затянутый пуск 1с	+																						
Зат пуск 2с	Затянутый пуск 2с	+																						
ЗДЗ Сраб t1	ЗДЗ сраб. t1	+																						
ЗДЗ Сраб t2	ЗДЗ сраб. t2	+																						
ЗДЗ Неиспр t	ЗДЗ неиспр.																							
АЧР	АЧР																							
Неиспр ЦУ 1	Неисправность ЦУ 1-ой скорости																							
Неиспр ЦУ 2	Неисправность ЦУ 2-ой скорости																							
Неиспр привода 1	Неиспр. привода 1-ой скорости																							
Неиспр привода 2	Неиспр. привода 2-ой скорости																							
Внешнее откл	Внешнее отключение	+																						
P Q1 0%	Ресурс выкл. Q1=0%		+																					
P Q2 0%	Ресурс выкл. Q2=0%		+																					

Рисунок 53 – Матрица отключения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.6 Состав терминала и конструктивное выполнение

1.6.1 Конструктивно терминал выполнен в виде кассеты с набором унифицированных блоков, защищенных от внешних воздействий металлическими плитами.

1.6.2 На передней плите терминала расположены органы индикации в виде светодиодов и символьного дисплея, кнопки управления и Ethernet порт (RG-45) для подключения ПК (см. 1.2.20).

1.6.3 На задней плите терминала расположены клеммные соединители для присоединения внешних цепей, один разъем с двумя портами RS485 и один или два (при наличии МЭК 61850-8-1) порта Ethernet для связи терминала с внешними цифровыми устройствами (АСУ ТП, АСДУ и АРМ) (см. приложение В).

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. 038/Э7	Подп. и дата Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					
					1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
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.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

89

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.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					Лист
							1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
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.

Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					Лист
							1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

Рекомендуется периодически сравнивать показания токов и напряжений с другими приборами, 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.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17	ЭКРА.656122.036/217 0503 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 63.

Таблица 63 - 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
	Группа металлолома по ГОСТ Р 54564 - 2011
	M5
	Возможность демонтажа деталей и узлов при списании изделия
	Частично
ЭКРА 217(А) 0501	0,1929

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

93

Приложение А

(обязательное)

Карта заказа ЭКРА 217(А) 0503

(терминал защит, автоматики, управления выключателями и сигнализации двухскоростного электродвигателя мощностью менее 5 МВт)

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 0503 – 61	<input type="checkbox"/> E1 =110	<input type="checkbox"/> УХЛ3.1 (типовое исполнение)
	<input type="checkbox"/> E2 =220	<input type="checkbox"/> УХЛ3.1 (до минус 40 °С, без дисплея)
<input type="checkbox"/> АЭС ЭКРА 217А 0503 – 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
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"/> SNTP
		<input checked="" type="checkbox"/> МЭК 60870-5-104
		<input type="checkbox"/> МЭК 61850-8-1 (MMS+GOOSE)
Резервирование*	-	<input checked="" type="checkbox"/> Сетевого подключения – LinkBackUp
		<input checked="" type="checkbox"/> Сети АСУ ТП - PRP (IEC 62439-3)

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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Инв. № подл.	038/Э7

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

4. Характеристики терминала

Параметры	Значение
Номинал аналоговых входов (тока)	<input type="checkbox"/> 1 А <input type="checkbox"/> 5 А (типовой)
Номинал аналоговых входов (напряжения)	100 В*
Функции защит (типовой набор)	Трехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных повреждений. Комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка). Контроль исправности вторичных цепей ТН. Контроль исправности вторичных цепей ТТ. Защита от несимметричного режима. Защита от однофазных замыканий на землю. Защита минимального напряжения. Защита от повышения напряжения. Защита от дуговых замыканий. Устройство резервирования отказа выключателя с контролем тока. Защита минимального тока. Защита минимальной частоты. Защита от обратной мощности. Защита от тепловой перегрузки
Функции автоматики (типовой набор)	Определение режима работы первой скорости. Определение режима работы второй скорости. 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

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

5. 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	
<input type="checkbox"/> 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».
------------------	---

6. 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)

Инт. № подл.	038/Э7
Взам. инв. №	
Инт. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

95

Приложение Б

(справочное)

Характеристические кривые зависимых выдержек времени

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

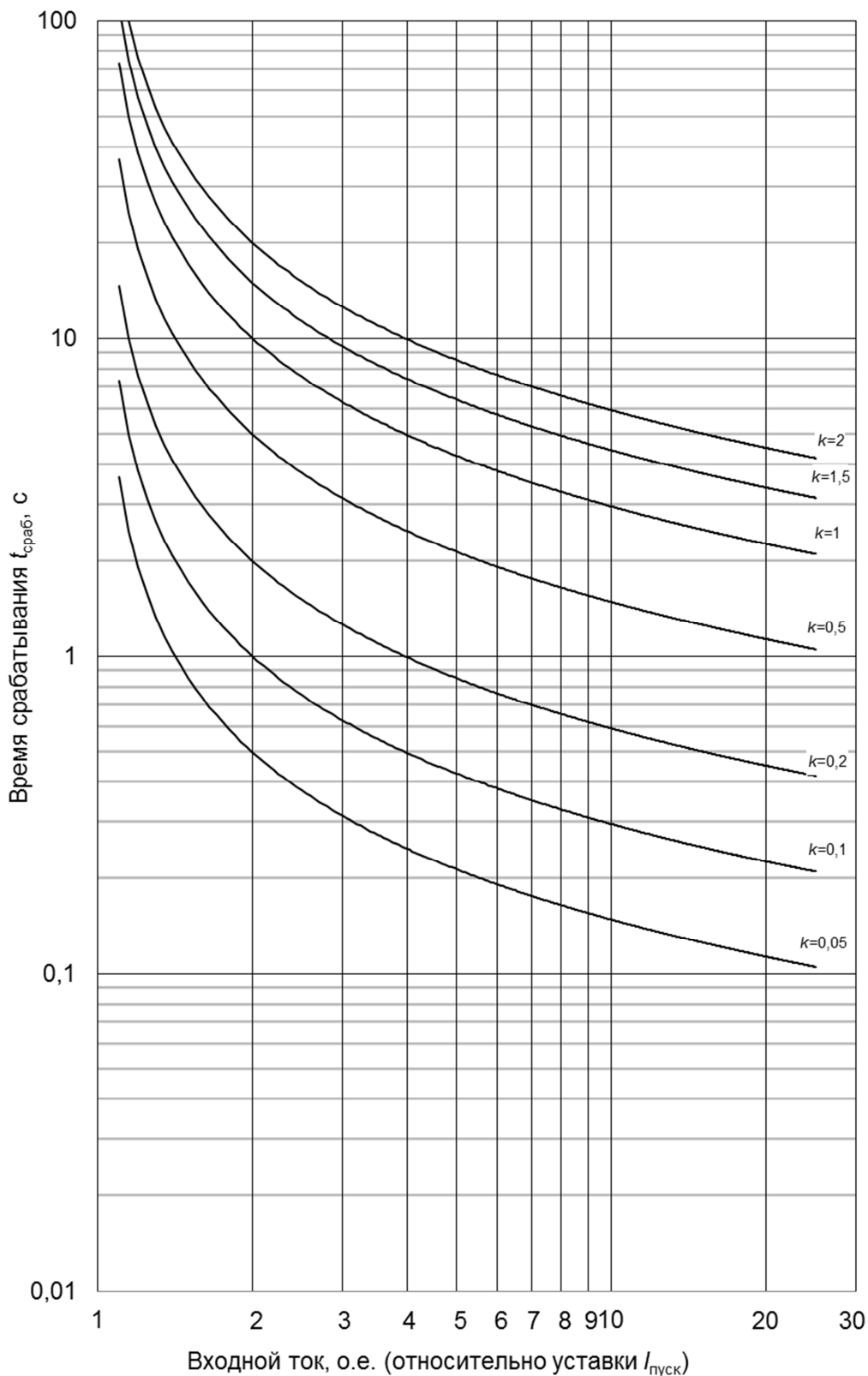


Рисунок Б.1 – Нормально инверсная МЭК

Инд. № подл.	038/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

97

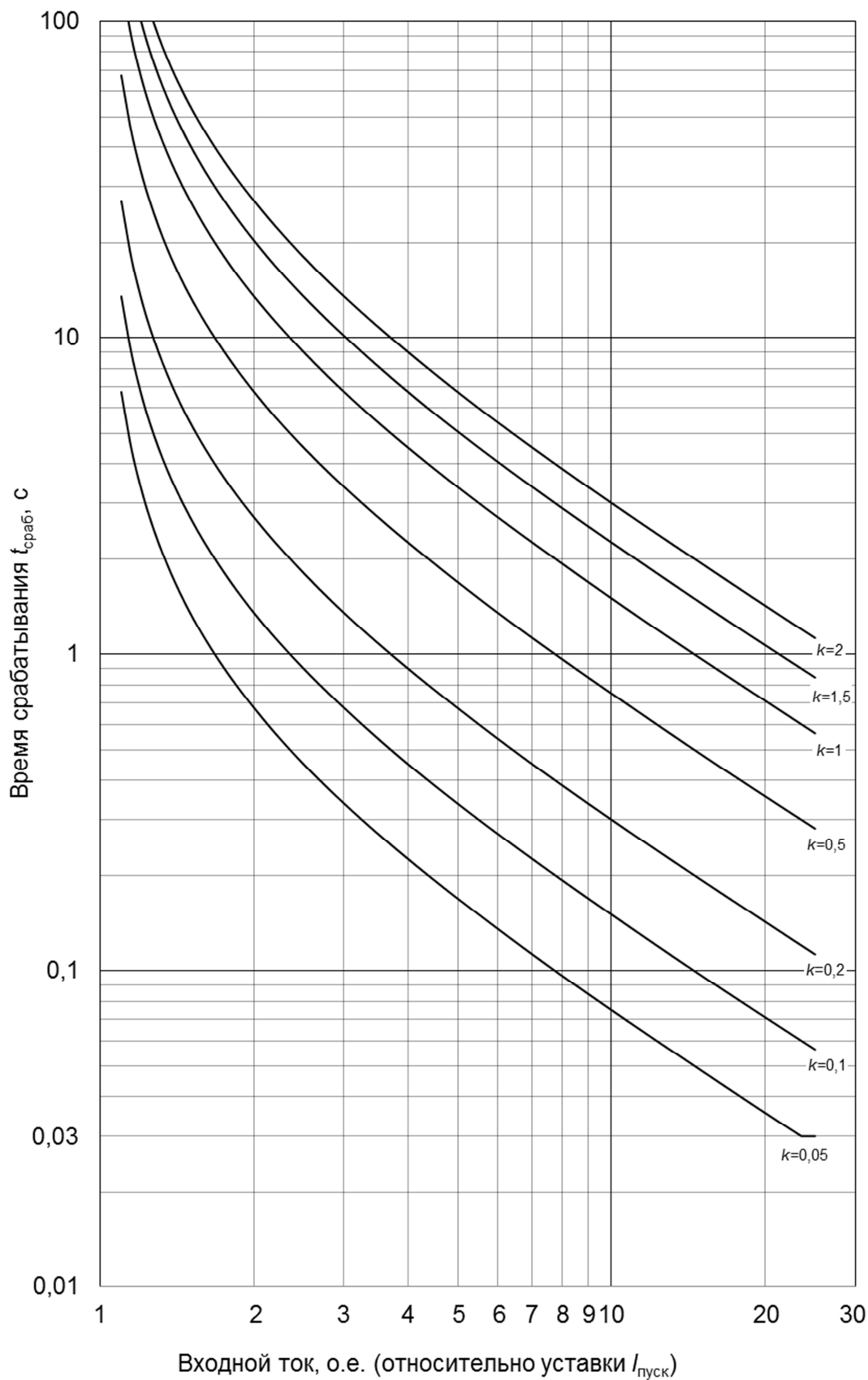
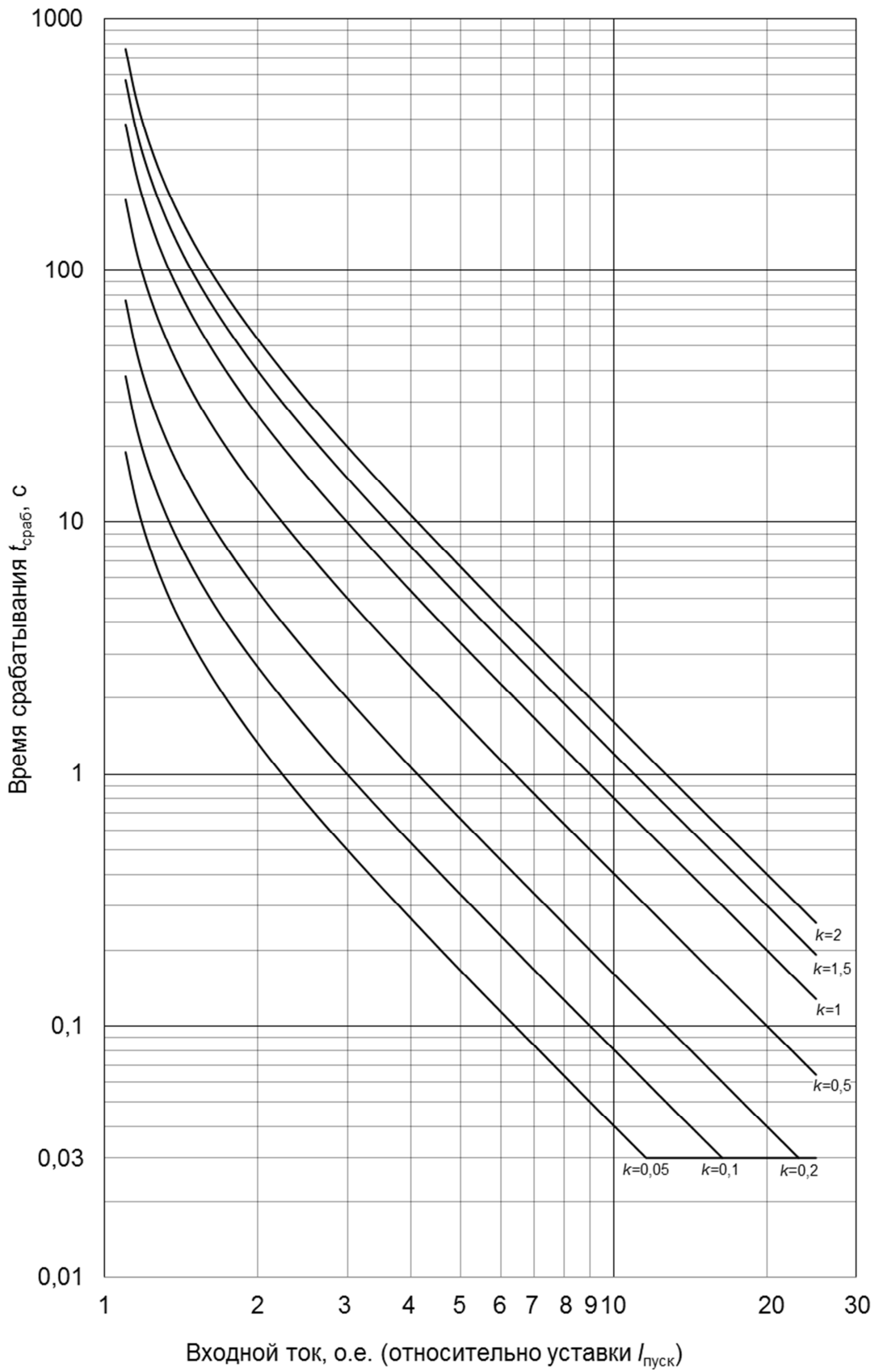


Рисунок Б.2 – Сильно инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

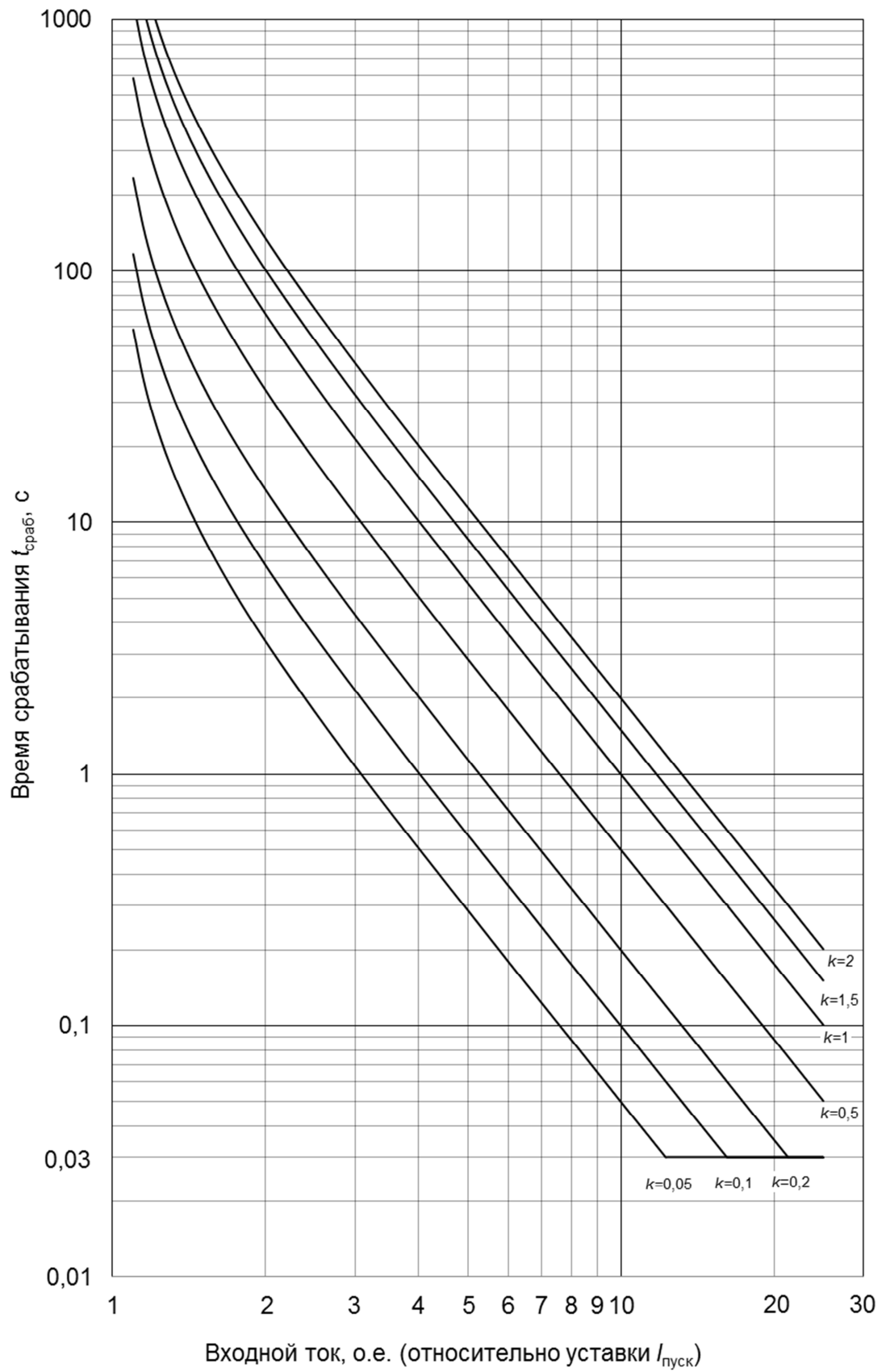


Рисунок Б.4 – Ультра инверсная МЭК

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

100

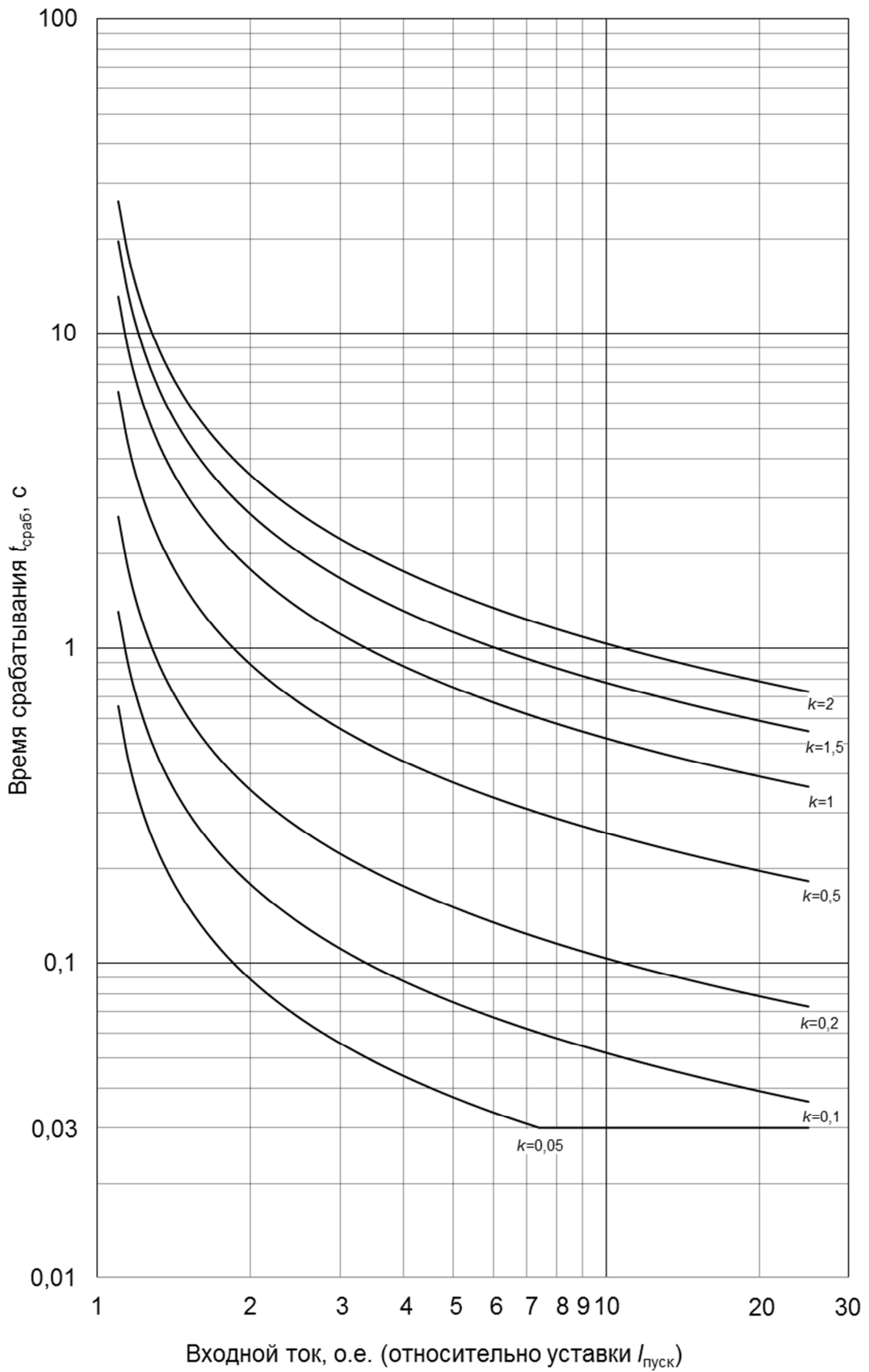


Рисунок Б.5 – Быстро инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

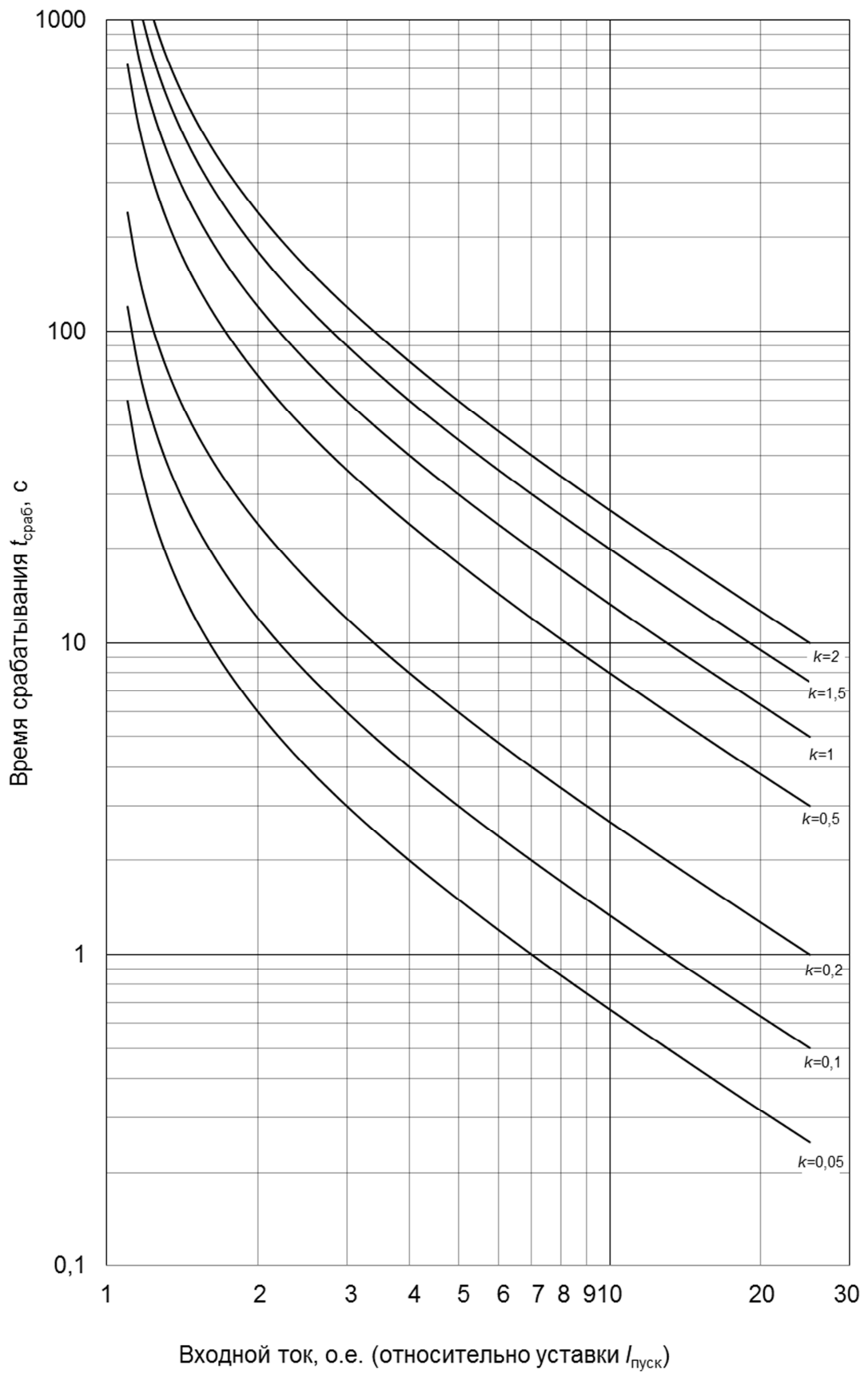


Рисунок Б.6 – Длительно инверсная МЭК

Инв. № подл.	038/Э7	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
Подп. и дата	Петрова 31.07.17			

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

102

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

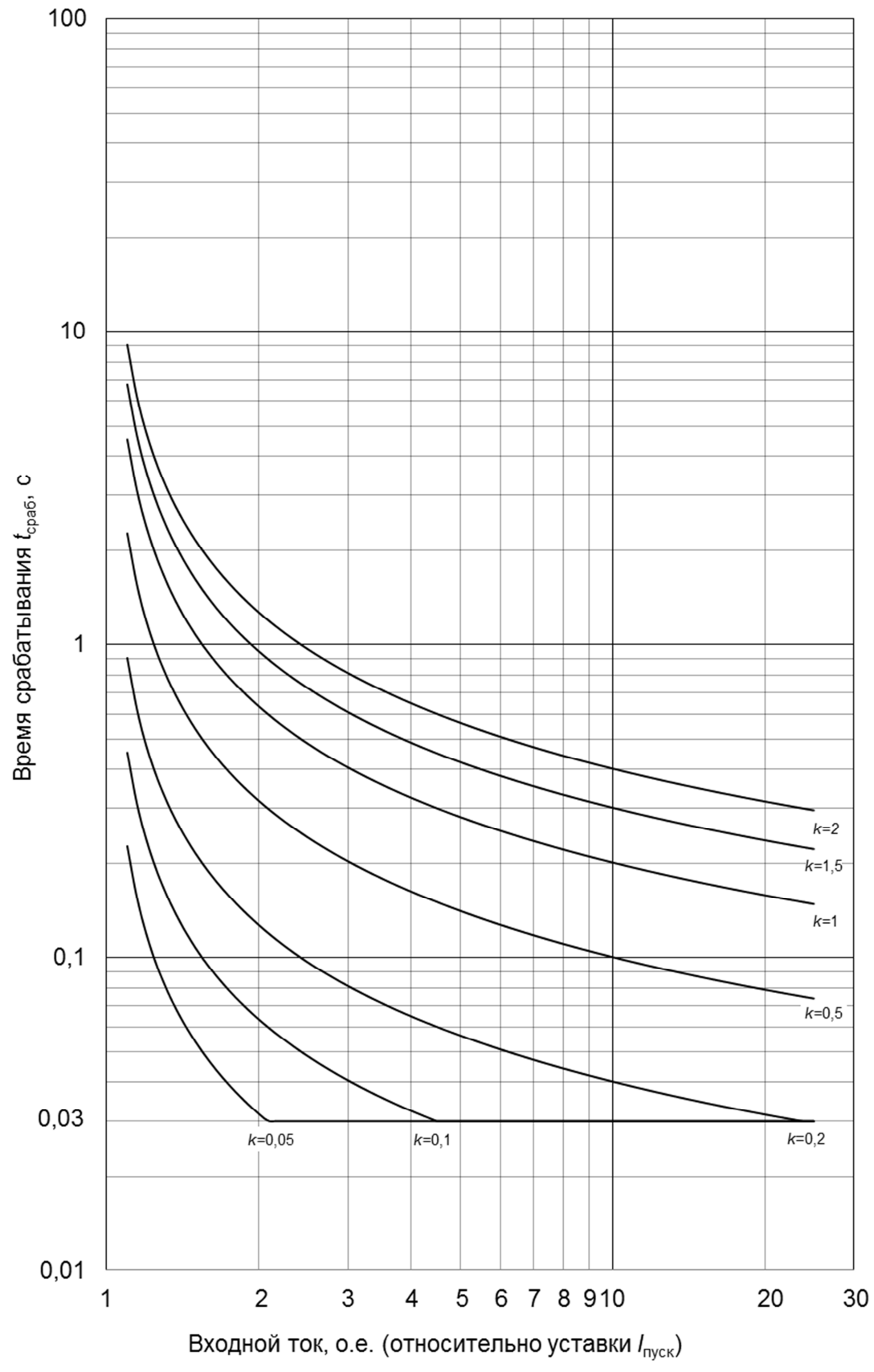


Рисунок Б.7 – Нормально инверсная ANSI

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

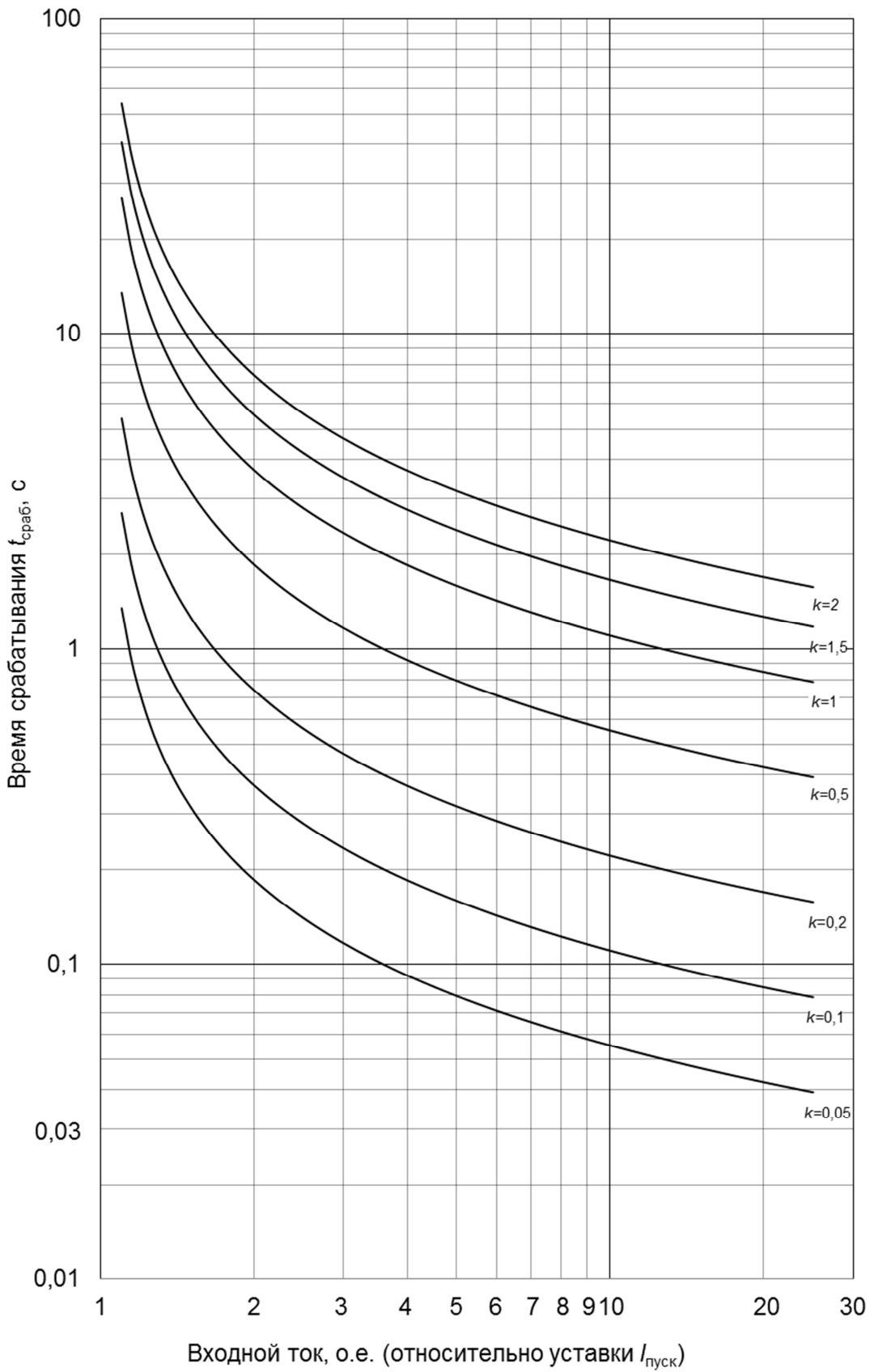


Рисунок Б.8 – Умеренно инверсная ANSI

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

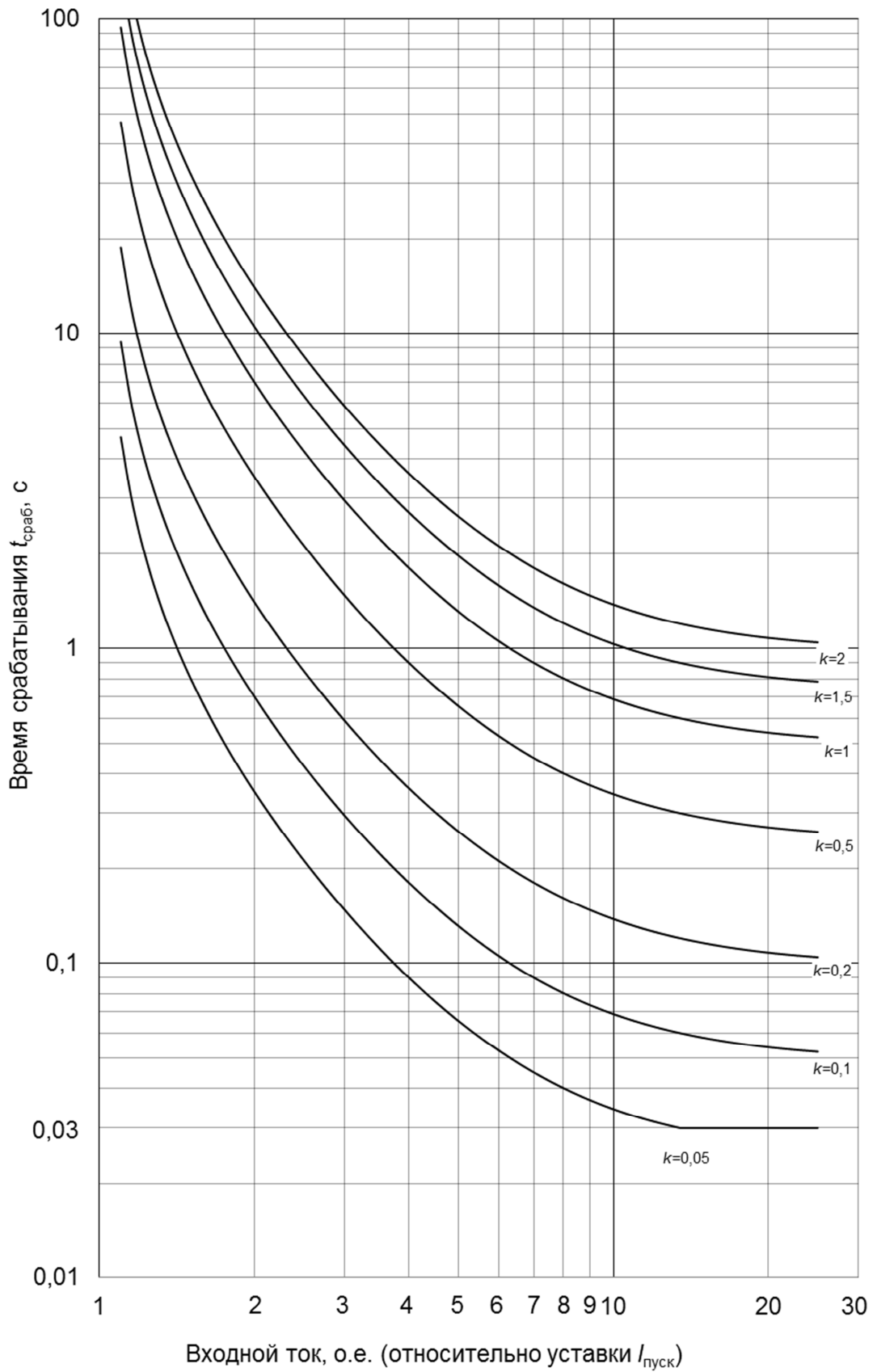
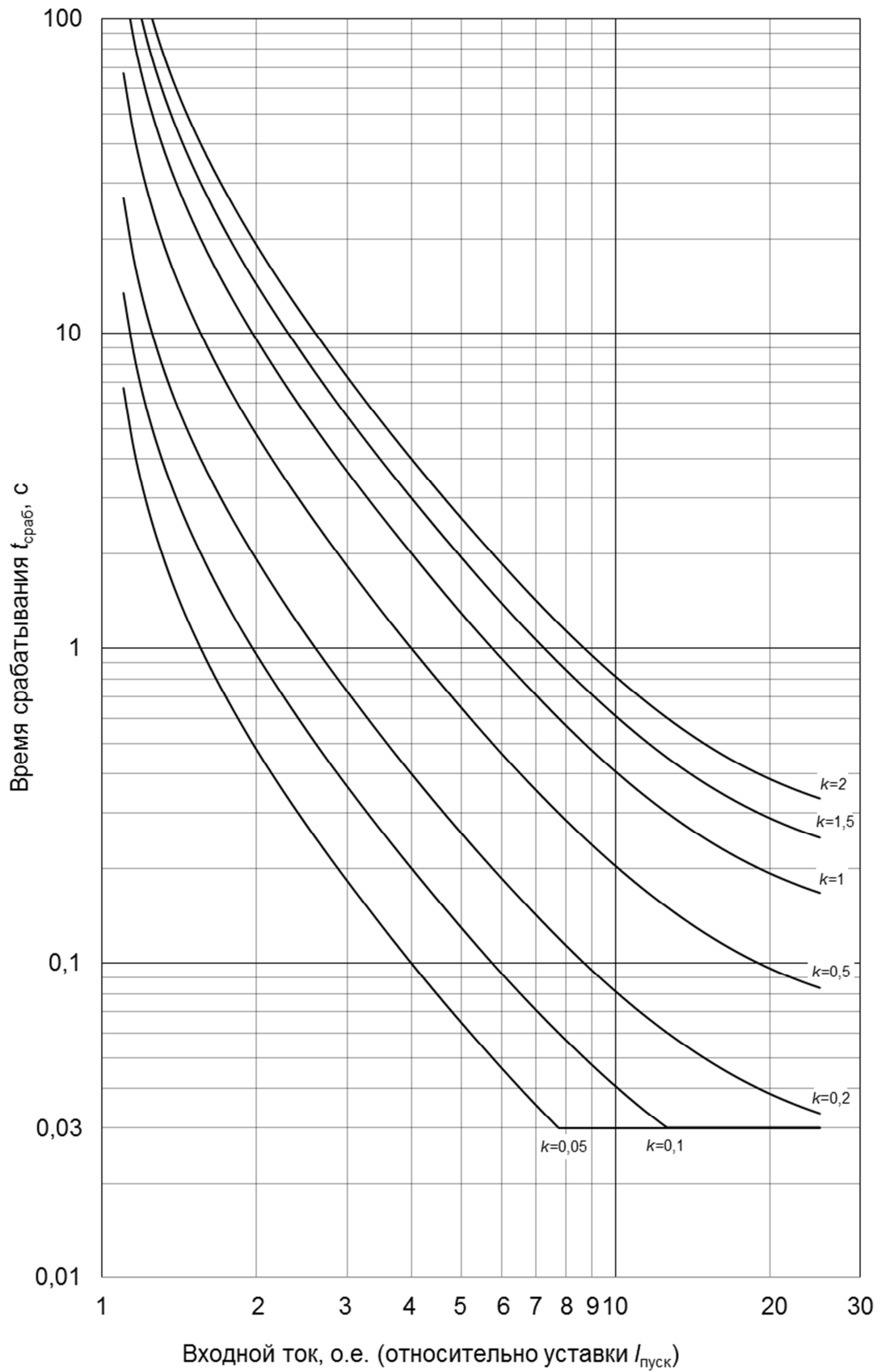


Рисунок Б.9 – Сильно инверсная ANSI

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ



Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

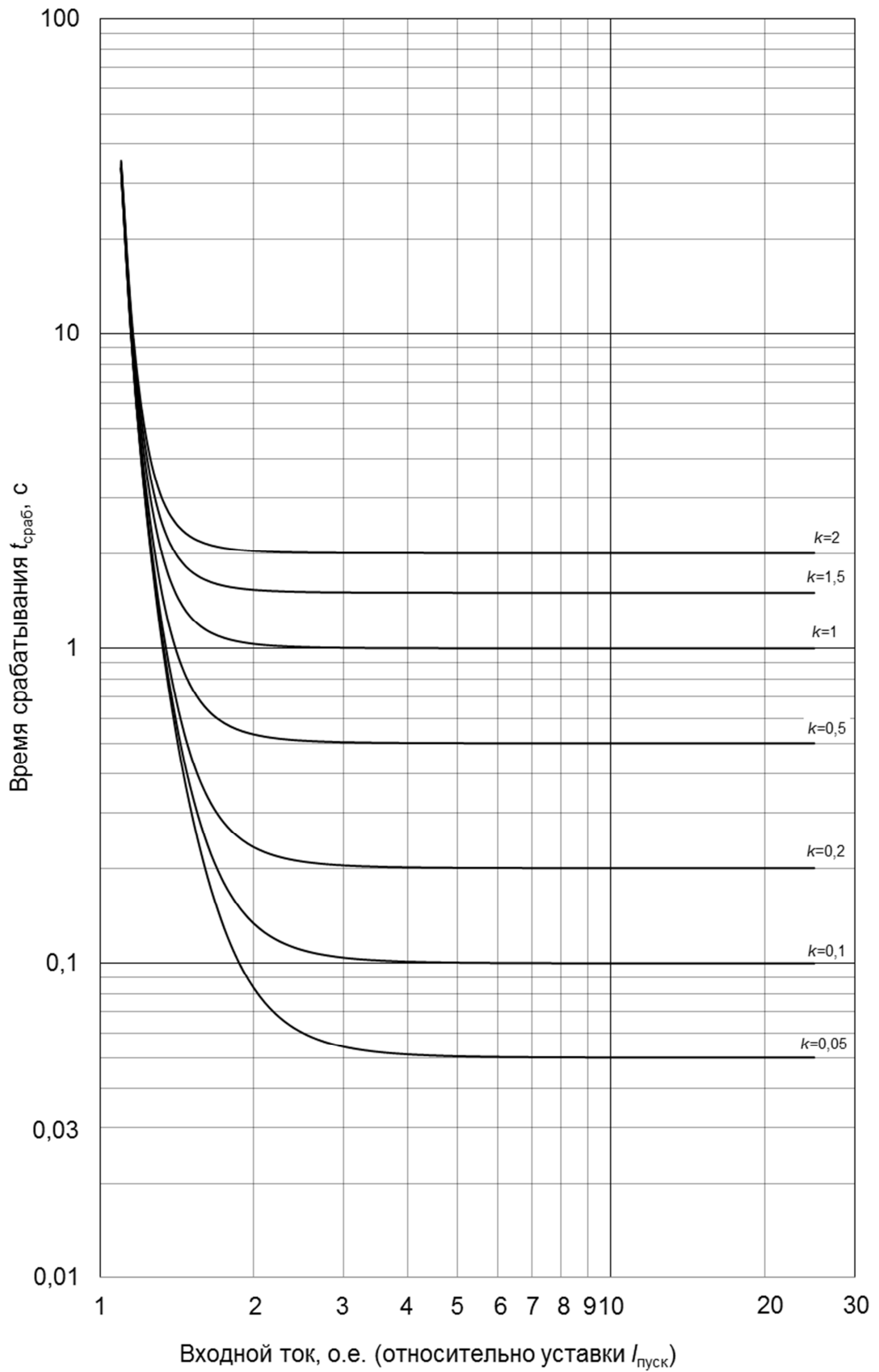


Рисунок Б.11 – Крутая (типа реле РТВ-I)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Лист

107

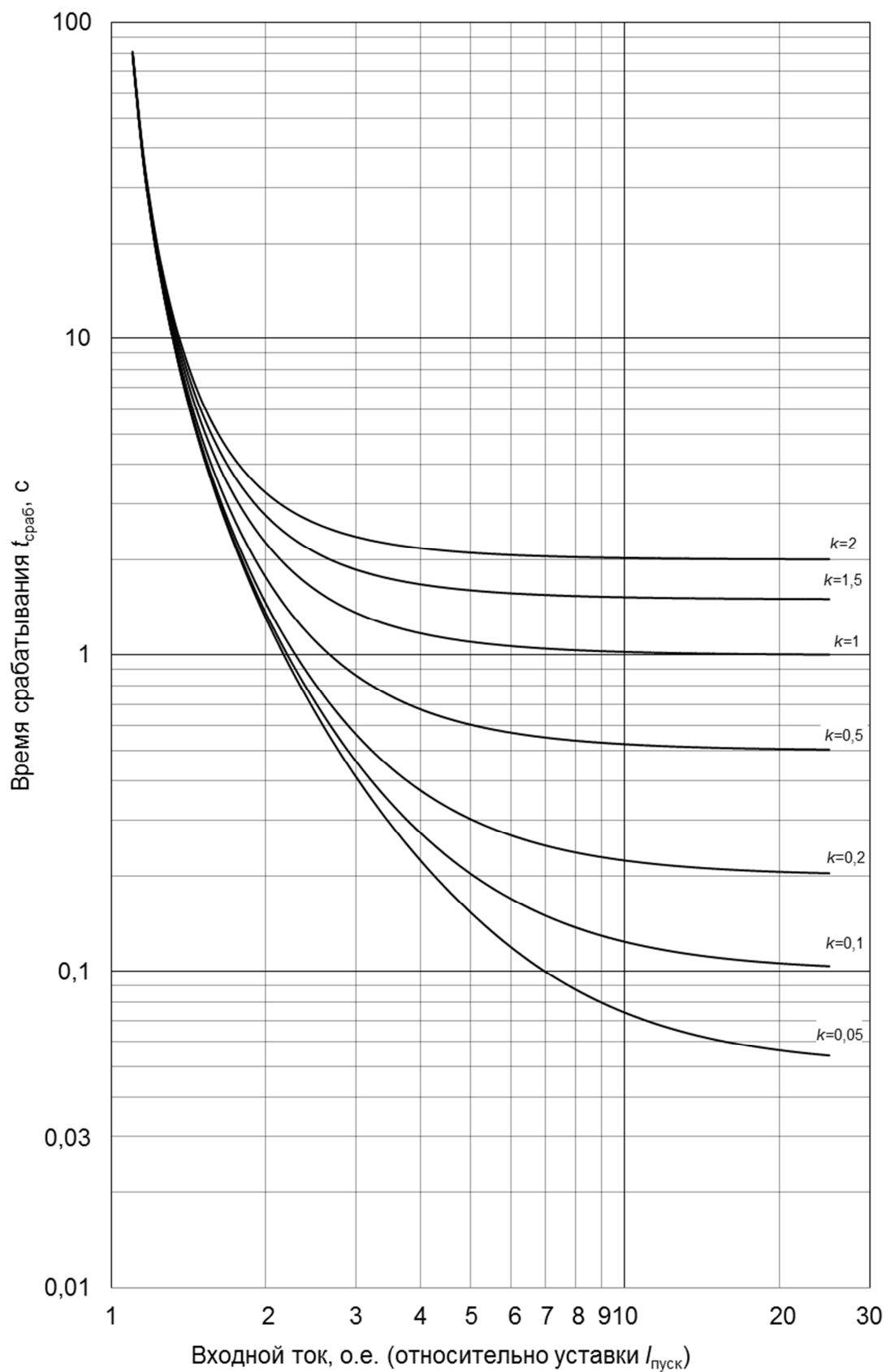


Рисунок Б.12 – Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Б.2 Характеристические кривые зависимых выдержек времени на возврат

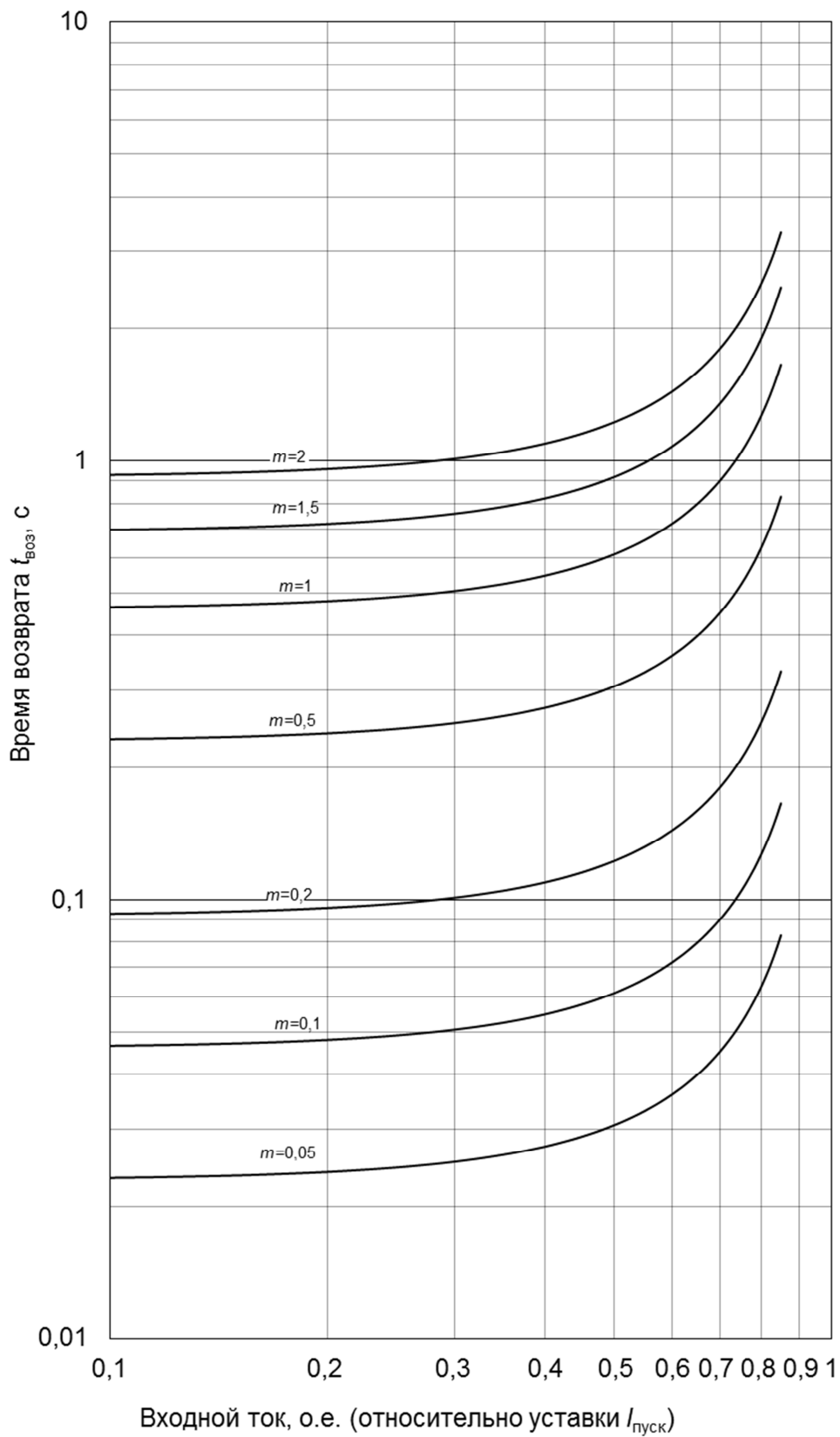
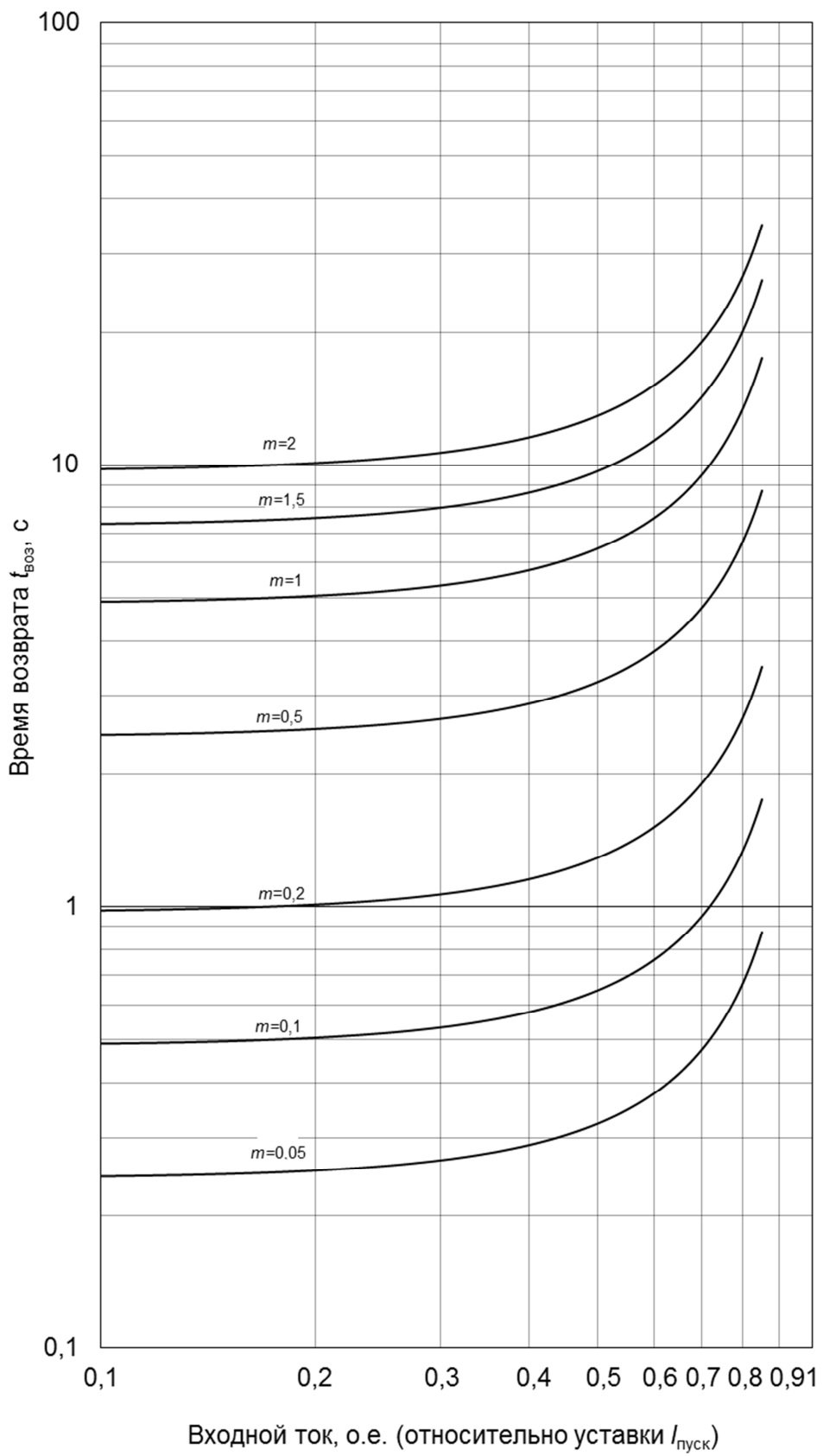


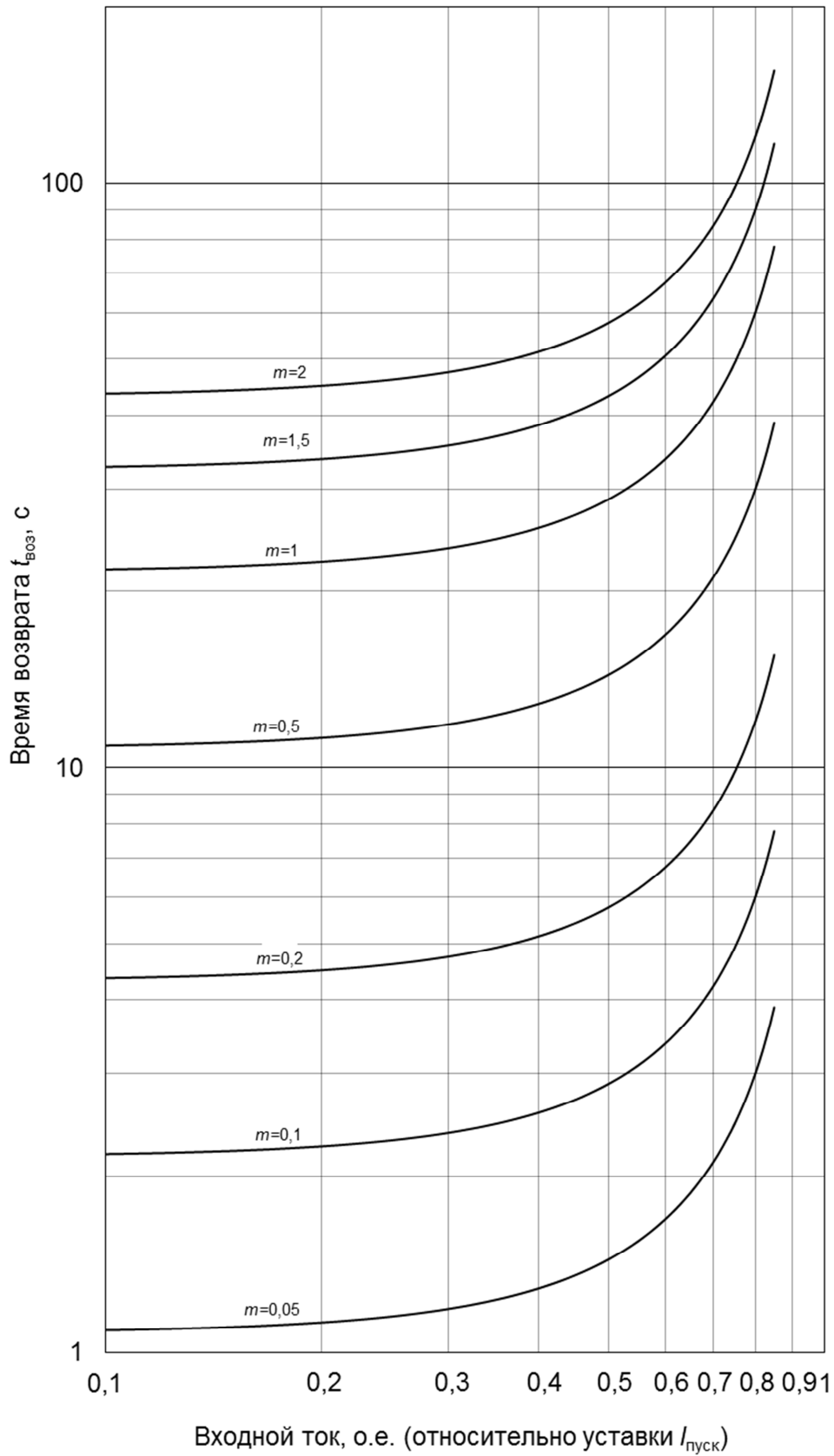
Рисунок Б.13- Нормально инверсная ANSI

Инв. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
038/Э7	Петрова 31.07.17			
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

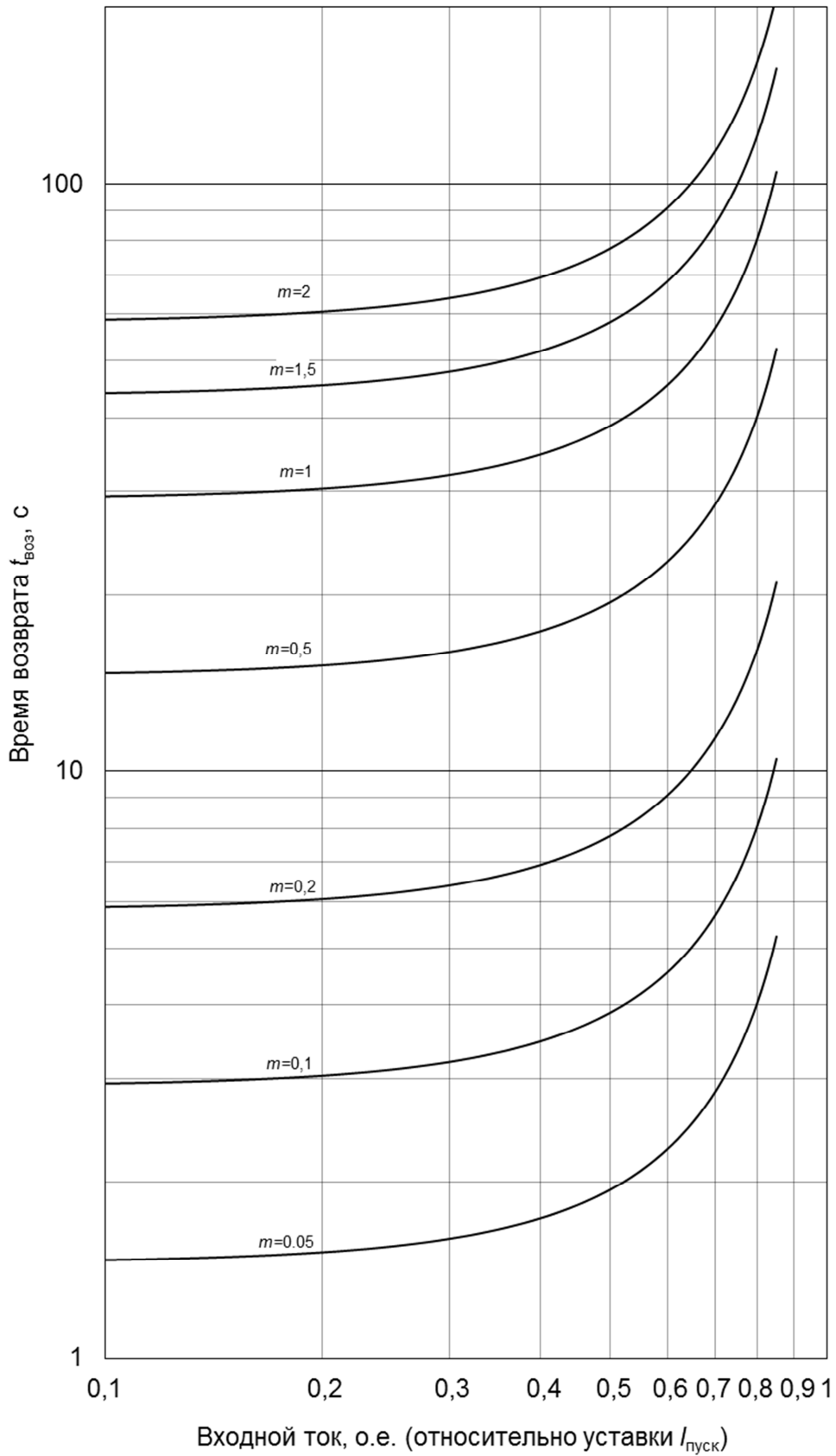


Рисунок Б.16 – Чрезвычайно инверсная ANSi

Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Приложение В

(справочное)

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

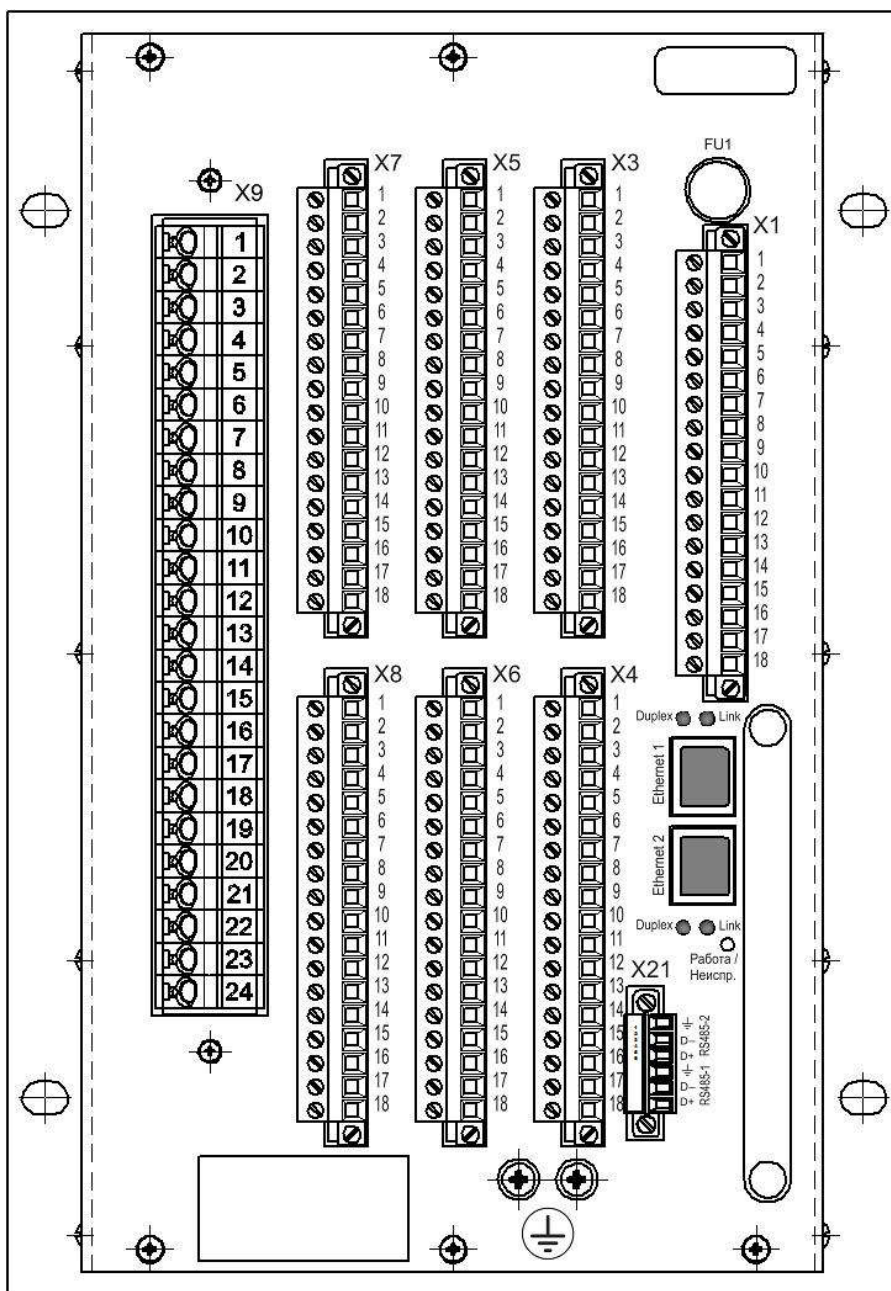


Рисунок В.1

Инд. № подл.	038/Э7	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
Изм.	1	Лист	№ докум.	Подп.
	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Инд. № подл.	038/Э7	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
Изм.	1	Лист	№ докум.	Подп.
	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ

Перечень принятых сокращений и обозначений

1 Принятые сокращения

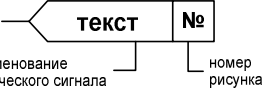

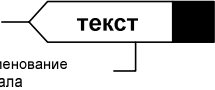



АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
ВВВ	Выдержки времени на возврат
ВВС	Выдержки времени на срабатывание
ВН	Высшее напряжение
ДГР	Дугогасящий реактор
КЗ	Короткое замыкание
КИН	Контроль исправности цепей напряжения
КНН	Контроль наличия напряжения
КОН	Контроль отсутствия напряжения
НН	Низшее напряжение
ПпН	Пуск по напряжению
ПО	Пусковой орган
ПСИ	Приемо-сдаточные испытания
ПТЭ	Правила технической эксплуатации
РЗиА	Релейная защита и автоматизация
РМЧ	Реле минимальной частоты
РНМ	Реле направления мощности
РКНН	Реле контроля наличия напряжения
РКОН	Реле контроля отсутствия напряжения
РКВ	Реле команды «Включить»
РКО	Реле команды «Отключить»
РН	Реле напряжения
РОМ	Реле обратной мощности
РПВ	Реле положения «Включено»
РПО	Реле положения «Отключено»
РТ	Реле тока
РУ	Распределительное устройство
РФК	Реле фиксации команды
ТЗНП	Токовая защита нулевой последовательности
ТН	Измерительный трансформатор напряжения

Инд. № подл.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТОНП	Токовая отсечка нулевой последовательности
ТТ	Измерительный трансформатор тока
ТТНП	Трансформатор тока нулевой последовательности
ЦВ	Цепь включения
ЦО	Цепь отключения
ЦУ	Цепь управления
ШП	Шины питания
ЭД	Электродвигатель
ANSI	Американский Национальный Институт Стандартов
IEC	Международная электротехническая комиссия, МЭК

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.	038/Э7
Подп. и дата	Петрова 31.07.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Список литературы

- 1 ОРТ.135.006 ТИ «Трансформаторы напряжения трехфазной антирезонансной группы НАЛИ-СЭЩ-6(10)»
- 2 1ГТ.769.060 РЭ «Трехфазные группы 3х3НОЛП.06»
- 3 Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – Санкт-Петербург, 2003
- 4 Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Издание 7
- 5 ООО НПП «ЭКРА», Техническое описание, Измерительный орган тока с зависимой и независимой выдержкой времени – 3I_t, 2014
- 6 Н.В. Чернобровов, Релейная защита, Учебное пособие
- 7 В.А. Андреев, Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов, 4-е изд. перераб. и доп. – Москва, Высш. шк., 2006
- 8 РД 34.20.501-95, Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей российской федерации
- 9 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждено приказом Министерства энергетики РФ 13.01.2003 N6

Инв. № подл.	038/Э7	Подп. и дата	Петрова 31.07.17			Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
1	Зам.	ЭКРА.1530-2017	Петрова	31.07.17	ЭКРА.656122.036/217 0503 РЭ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 116			

