



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

**ТЕРМИНАЛ ЗАЩИТ, АВТОМАТИКИ, УПРАВЛЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ И
СИГНАЛИЗАЦИИ КАБЕЛЬНОЙ ИЛИ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ К БСК
ЭКРА 217(А) 1601**

Руководство по эксплуатации
ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

EAC

Инв. № подл. 017/Э7	Подп. и дата Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
------------------------	----------------------------------	--------------	--------------	------------

Перв. примен.

Справ. №

Подп. дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

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.

Метрологическая экспертиза
проведена

Т.М. Прохорова
14.06.2017

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

№	Зам.	№ докум.	Подп.	Дата
1	Петрова	ЭКРА.1164-2017	<i>Петрова</i>	14.06.17
Разраб.	Петрова		<i>Петрова</i>	14.06.17
Пров.	Воробьев		<i>Воробьев</i>	14.06.17
Н. контр.	Курочкина		<i>Курочкина</i>	14.06.17
Утв.	Пашковский		<i>Пашковский</i>	14.06.17

Терминал защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии к БСК
ЭКРА 217(А) 1601
Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
А	2	110

ООО НПП «ЭКРА»

Подп. и дата
Петрова 14.06.17

Инв. № подл.
017/37

Содержание

1	Описание и работа.....	6
1.1	Назначение.....	6
1.2	Технические данные и характеристики.....	6
1.3	Параметрирование аналоговых входов.....	12
1.4	Требования к трансформаторам тока.....	16
1.5	Характеристики защит и функций.....	18
1.6	Состав терминала и конструктивное выполнение.....	80
1.7	Средства измерений, инструмент и принадлежности.....	81
1.8	Маркировка и пломбирование.....	81
1.9	Упаковка.....	81
2	Использование по назначению.....	82
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	82
2.2	Подготовка терминала к использованию.....	82
2.3	Работа с терминалом.....	82
2.4	Возможные неисправности и методы их устранения.....	83
3	Техническое обслуживание терминала.....	84
3.1	Общие указания.....	84
3.2	Меры безопасности.....	84
3.3	Рекомендации по техническому обслуживанию терминала.....	84
3.4	Проверка работоспособности изделий, находящихся в работе.....	84
4	Транспортирование и хранение.....	86
4.1	Требования к условиям хранения, транспортирования.....	86
4.2	Способ утилизации.....	86
	Приложение А (обязательное) Карта заказа ЭКРА 217(А) 1601 (терминал защит, автоматике, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии к БСК).....	87
	Приложение Б (справочное) Характеристические кривые зависимых выдержек времени.....	90
	Приложение В (справочное) Расположение клеммных колодок и разъемов на задней панели терминала ЭКРА 217(А).....	106
	Перечень принятых сокращений и обозначений.....	107
	Список литературы.....	109

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17			Инв. № дубл.		Подп. дата	
Взам. инв. №		Инв. № подл.		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Инв. № подл.	
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ				Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					3

Настоящим руководством по эксплуатации (далее – РЭ) следует руководствоваться при изучении, монтаже и эксплуатации цифровых микропроцессорных устройств дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии ЭКРА 217(А) 1601 (далее - терминалы) совместно со следующими схемами:

- схема электрическая подключения ЭКРА.656122.036/217 1601 Э5;
- схема электрическая функциональная ЭКРА.656122.036/217 1601 Э2;
- бланк уставок ЭКРА.656122.036/217 1601 Д4.

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

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

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

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

Таблица 1 – Общая эксплуатационная документация

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

Инд. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 14.06.17

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 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.	017/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17				5
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ					

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Терминал ЭКРА 217(А) 1601 – унифицированное микропроцессорное устройство, применяемое в качестве комплексной системы защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии к БСК.

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

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

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

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

1.2 Технические данные и характеристики

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

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

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

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

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

1.2.6 Основные номинальные параметры терминала указаны в таблице 2.

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

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата				
							1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ			Лист	6	

Таблица 2 – Основные номинальные параметры терминала

Наименование параметра	Значение
Номинальный переменный ток аналоговых входов - $I_{НОМ}$, А*: - для фазных величин; - для нулевой последовательности (для ЗОЗЗ-1); - для нулевой последовательности (для ЗОЗЗ-2)	5 или 1 0,6 или 0,2 0,15 или 0,05
Рабочий диапазон входных цепей переменных токов, А: - фазных величин; - нулевой последовательности для реализации ЗОЗЗ-1; - нулевой последовательности для реализации ЗОЗЗ-2	(0,05 – 40,0) $I_{НОМ}$ (0,005 – 2,5) $I_{НОМ}$ (0,05 – 40,0) $I_{НОМ}$
Термическая стойкость входных цепей переменного тока, А: - для фазных величин: при длительном воздействии; при токовом воздействии в течение 1,0 с; - для нулевой последовательности: при длительном воздействии; при токовом воздействии в течение 10 с	3,0 $I_{НОМ}$ 100,0 $I_{НОМ}$ 10,0 $I_{НОМ}$ 30
Номинальное напряжение постоянного (переменного) тока аналоговых входов - $U_{НОМ}$, В	100
Рабочий диапазон напряжений переменного тока аналоговых входов, В	0 – 264
Входные цепи переменного напряжения выдерживают без повреждений, В - все цепи длительно; - цепи напряжения 3Uo в течение 1 мин	300 500
Номинальная частота аналоговых сигналов переменного тока $f_{НОМ}$, Гц	50
Номинальное оперативное напряжение постоянного тока - $U_{ПИТ.НОМ}$, В**	220 или 110
Номинальное оперативное напряжение переменного тока - $U_{ПИТ.НОМ}$, В**	220
Количество аналоговых входов: - для подключения к вторичным цепям ТТ; - для подключения к вторичным цепям ТТНП; - для подключения к дополнительной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда»; - для подключения к дополнительной обмотке ТН, собранной по схеме «разомкнутый треугольник»; - резерв (не задействованные в типовой версии): тока; напряжения	6 2*** 3 1 0 0
Количество дискретных входов	24
Количество дискретных выходов	24
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69**	УХЛЗ.1; расширенный УХЛЗ.1 (до -40 °С, без дисплея); О4
Электрические интерфейсы, поддерживаемые терминалом**	RS485 Ethernet

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Подп. дата
		Петрова 14.06.17	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

7

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Значение
Протоколы обмена, поддерживаемые терминалом**	Modbus RTU Modbus TCP МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 МЭК 61850-8-1 (MMS+GOOSE)
Программная поддержка синхронизации времени внутренних часов терминала	SNTP, IRIG-B
Аппаратная поддержка синхронизации времени внутренних часов терминала	1PPS, IRIG-B
Средняя основная погрешность срабатывания всех выдержек времени на любой уставке, кроме защит с зависимой время-токовой характеристикой, не более $\pm 2\%$ от значения уставки или ± 20 мс в зависимости от того, какая из величин больше.****	
<p>*Номинальный ток аналогового входа задается программно на заводе изготовителе, при эксплуатации данный параметр может быть изменен.</p> <p>**При размещении заказа на производство, требуемое значение указывается в карте заказа (см. приложение А).</p> <p>***Чувствительный и стандартный аналоговые входа, с возможностью выбора варианта подключения.</p> <p>**** Без учета времени срабатывания выходного реле терминала, которое составляет не более 10 мс и времени обработки данных в терминале, которое составляет не более 20 мс.</p>	

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

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

1.2.9 Характеристики необходимые для расчета уставок приведены в таблице 3. Таблица 3 – Характеристики необходимые для расчета уставок

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

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

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

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

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

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

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

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

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

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

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

1.2.19 Размеры и масса терминала

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2.27 Показатели надежности приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

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

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

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

1.2.31 Терминал ЭКРА 217(А) 1601 выполняет следующие функции:

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Инв. № дубл.	
		Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

а) в части защит:

- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ);
- комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка);
- контроль исправности вторичных цепей ТН;
- контроль исправности вторичных цепей ТТ;
- защита от несимметричного режима (ЗНР);
- защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1);
- защита от двойных однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2);
- защита от дуговых замыканий (ЗДЗ);
- защита от перегрузки (ЗП);
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- небалансная защита (НБЗ);
- защита от перегрузки батареи токами высших гармоник (ЗВГ);
- устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ);

б) в части автоматики управления:

- автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ);
- однократное и двукратное трехфазное автоматическое повторное включение (АПВ);
- ограничение времени между включениями;
- автоматика управления выключателем (АУВ).

в) в части измерения, осциллографирования, регистрации:

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

г) в части связи с АСУ ТП:

Инв. № подл.	017/ЭТ	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата Петрова 14.06.17	Подп. дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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

д) дополнительные возможности:

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

Подробное описание дополнительных возможностей приведено в ЭКРА.650321.001 РЭ.

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

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

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

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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

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

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

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

1.2.40 Взаимосвязь между блоками, входящими в состав устройства ЭКРА 217(А) 1601, показана в функциональной схеме (ФС). Связь с внешними устройствами показана в схеме подключения терминала. Сведения содержащиеся в данном РЭ могут отличаться от сведений в ФС на конкретное устройство, по причине возможного наличия дополнительных требований, связанных с особенностью конкретного проекта (данные требования указываются в картах заказа).

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

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

Внимание!	Для повышения помехоустойчивости и исключения ложных срабатываний (в соответствии с ГОСТ Р 51317.6.5 – 2006 (МЭК 61000-6-5:2001)) каждый из дискретных входов имеет независимую выдержку времени на срабатывание (по умолчанию равную 15 мс) и выдержку времени на возврат (по умолчанию равную 6 мс). Использование данных выдержек времени оправдано, если их значения не ухудшают быстродействия защит. Изменение параметров дискретного входа терминала доступно через дисплей терминала или комплекс программ EKRASMS-SP (см. соответствующие руководства ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01).
------------------	---

1.3 Параметрирование аналоговых входов

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

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

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

Задание базовых токов и напряжений, а так же коэффициента трансформации векторов доступно через дисплей терминала или комплекс программ EKRASMS-SP

Ив. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	Лист 12
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

(см. соответствующее руководства ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01) в пункте «Уставки -> «Уставки векторов».

1.3.2 Пример задания параметров аналоговых входов тока

Исходные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные

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

1.3.2.1 Расчет и задание параметров аналоговых входов IY

Номинальный коэффициент трансформации ТТ [1] рассчитывается по формуле

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

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

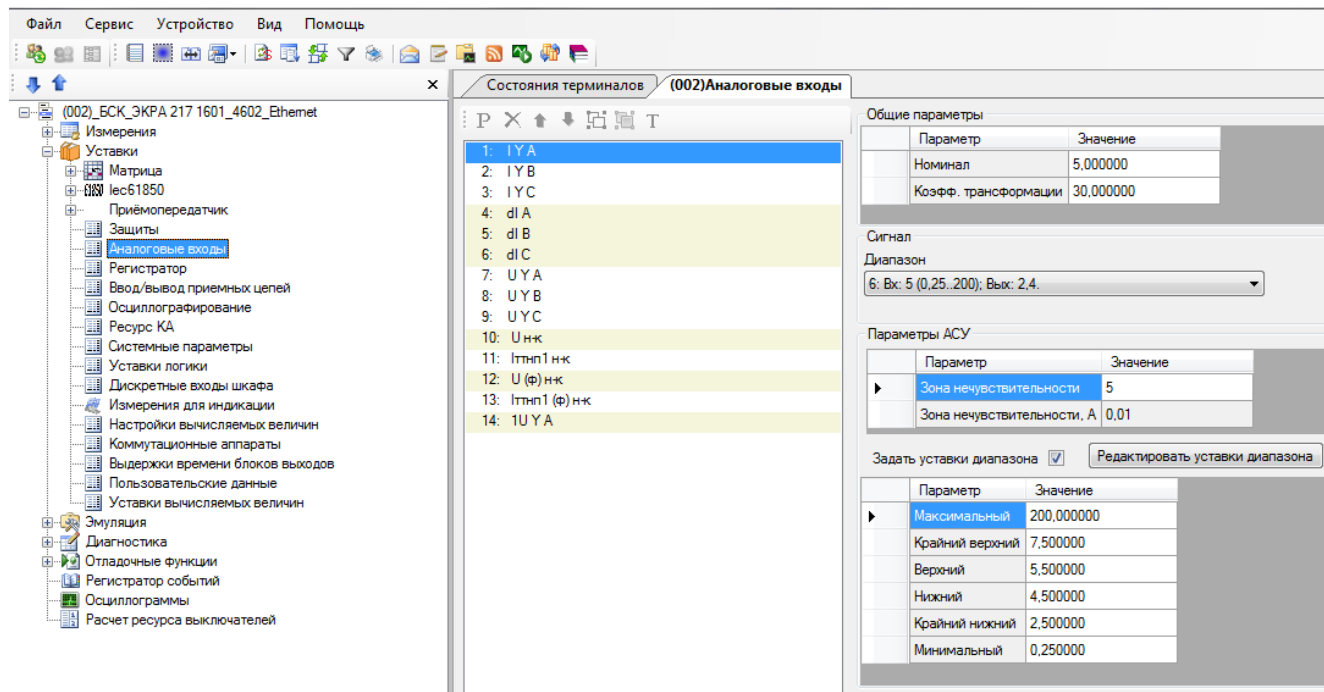


Рисунок 1 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной токовой цепи (IY)

Инв. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

Аналоговый вход используется для реализации функции контроля исправности вторичных токовых цепей ТТ ((КИТ, см. 1.5.9) и защиты от двойных однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2, см. 1.5.6).

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

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

Аналоговый вход используется для реализации защиты от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1, см.1.5.5).

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

Для входа Iттпп1 (ф) н-к в терминал необходимо ввести следующие параметры: номинал 0,6 А (либо 0,2 А); фактический коэффициент трансформации (у ТТНП) – 30.

1.3.2.4 Расчет и задание параметров аналоговых входов dl

Аналоговый вход используется для реализации небалансной защиты (НБЗ, см. 1.5.15) и защита от перегрузки батареи токами высших гармоник (ЗВГ, см. 1.5.16). Номинальный ток данного аналогового входа задается равным номинальному току аналогового входа терминала - 1 А.

В терминал необходимо ввести следующие параметры, задающие базовый ток. Для группы (dl): номинальный (базисный) ток – 1 А; коэффициент трансформации – 30.

1.3.3 Пример задания параметров аналоговых входов напряжения

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

Исходные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные [2]

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

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

Инд. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 ($U_{доп}$) $100 / 3 = 33,3$ В [2].

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{ТНдоп} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.доп.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / 3} = 103,9. \quad (2)$$

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

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

Исходные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные [3]

Параметр	Значение
Тип ТН	ЗНОЛ-6
Схема соединения обмоток	Yв/Yн/Δ
Номинальное напряжение (фазное) первичной обмотки $U_{ном.перв.}$, 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

Расчет и задание параметров

Расчет величины номинальных напряжений выполняется аналогично примеру 1.

Коэффициент трансформации основной обмотки рассчитывается по формуле

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

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{ТНдоп} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.втор.доп.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100} = 34,64. \quad (4)$$

В терминал вносятся следующие параметры, задающие базовое напряжение.

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата		
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
										Лист
										15

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

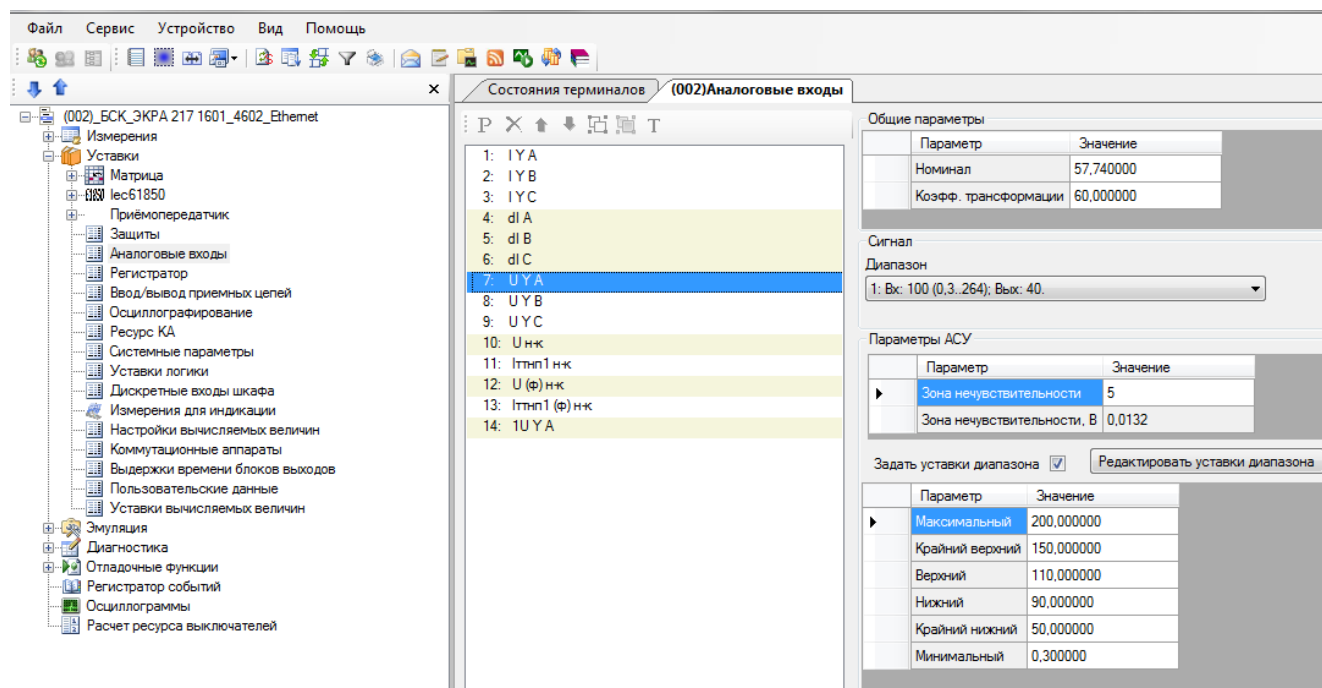


Рисунок 2 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной цепи напряжения (UY)

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);
- 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:

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

– точную работу ИО защиты в конкретных расчетных условиях, для чего полная погрешность ТТ не должна превышать 10 % от $I_{1\text{ расч.}}$;

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

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

1.4.1.3 При выборе ТТ необходимо руководствоваться рекомендациям завода производителя ТТ.

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

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

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

1.4.2.3 Цепи тока нулевой последовательности могут быть подключены и к кабельному ТТНП с разрезным магнитопроводом, например, типа ТРЗЛ, выпускаемого серийно общепромышленным способом. Однако, следует иметь в виду, что у такого ТТНП даже при тщательной шлифовке и сжатии соприкасающихся поверхностей после сборки разъемного магнитопровода, сопротивление ветви намагничивания резко уменьшается по сравнению с первоначальным (до разрезания), что неблагоприятно сказывается на чувствительности защиты от замыкания на землю и является причиной значительного увеличения ЭДС и тока небаланса у ТТНП такого типа. Поэтому по своим магнитным свойствам ТТНП с разрезным магнитопроводом приближается к магнитопроводу со сплошным немагнитным зазором. В схеме замещения такого ТТНП, ветвь намагничивания стали шунтируется дополнительной ветвью, соответствующей зазору, что и приводит к уменьшению результирующего сопротивления ветви намагничивания.

1.4.2.4 С целью снижения величины тока небаланса ($I_{нб}$) у кабельных ТТНП предпочтение рекомендуется отдавать конструкциям ТТНП с неразъемным тороидальным магнитопроводом и равномерной намоткой вторичной обмотки на магнитопровод ТТНП с размещением трехфазного кабеля (либо конструкции из пучка сближенных между собой трех

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

однофазных кабелей) примерно по центру окна ТТНП и его закрепления с помощью конструктивных элементов, внешних по отношению к ТТНП. Для объектов с особо сложными условиями выполнения защиты от замыкания на землю (где ожидаемая величина емкостного тока замыкания на землю $I_{сз}$ не превышает от 1 до 2 А), наилучшим вариантом является проведение замера непосредственно на объекте тока небаланса у кабельного ТТНП при 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 $I_{л0}$ предусмотрены несколько отдельных аналоговых входов ($I_{ТТНП1}$, и $I_{ТТНП2}$, см. схему подключения внешних цепей к терминалу).

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

1.5 Характеристики защит и функций

1.5.1 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.5.1.1 МТЗ имеет три ступени: МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3. 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 12, 13.

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ		

1.5.1.2 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 заграбление 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
МТЗ-3_Напр_при_Неисп_ТН	Действие направленной МТЗ-3 при неисправности ТН	1 - Авт. переключение на ненаправленную работу
		0 - Запрет работы
МТЗ-3_Конт_напр	Контроль направленности МТЗ-3	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
МТЗ-3_Пуск_по_напр	Пуск по напряжению МТЗ-3	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

1.5.1.3 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 1.5.1.8, 1.5.1.9 соответственно. Функциональные схемы ступеней МТЗ представлены на рисунках 3, 4, 5.

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

Внимание! Для корректной работы МТЗ-1, в режиме «Автоматическое заграбление уставки», обязательным условием является превышение величины времени ввода заграбления (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

Имя	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
017/ЭТ					

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист
19

Продолжение таблицы 8

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

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

1.5.1.5 Вторая и третья ступени MT3 могут быть выполнены как с зависимыми время-токовой характеристиками срабатывания, так и с независимыми. Полный перечень характеристических кривых приведен в таблицах 14, 15, вид характеристических кривых приведен в приложении Б, остальные параметры приведены в пункте 1.5.1.9. Выдержки времени MT3-2 и MT3-3 приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Выдержки времени MT3-2, MT3-3

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
MT3-2_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание MT3-2	1	0,1 – 20
MT3-2_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание MT3-2	1,5	0,1 – 20
MT3-3_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание MT3-3	1	0,2 – 100
MT3-3_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание MT3-3	1,5	0,2 – 100

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

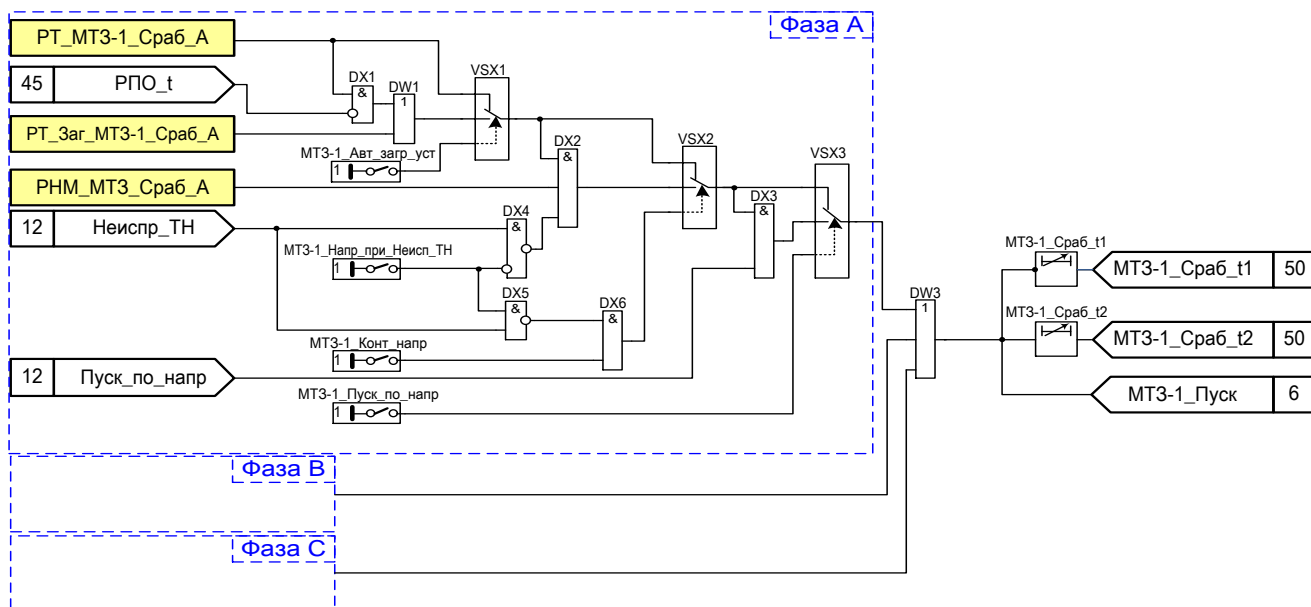


Рисунок 3 – Фрагмент функциональной схемы МТ3-1

1.5.1.6 Для второй и третьей ступеней МТ3 предусмотрена возможность автоматического ускорения срабатывания при включении выключателя с уставкой времени срабатывания «Ускор_МТ3» (см. таблицу 11). Ускорение ступеней МТ3-2 и МТ3-3 вводится

Подп. дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Петрова 14.06.17
Инв. № подл.
017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

автоматически при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения программной накладки (см. таблицу 10). Функциональные схемы ступеней ускорения МТЗ-2 и МТЗ-3 представлены на рисунке 6.

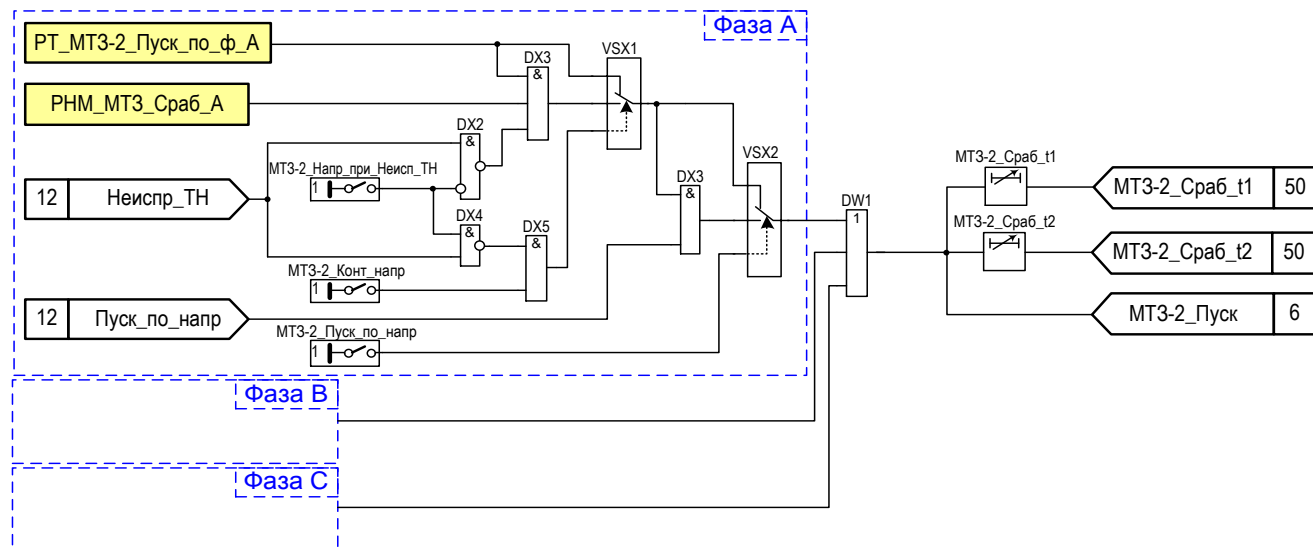


Рисунок 4 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-2

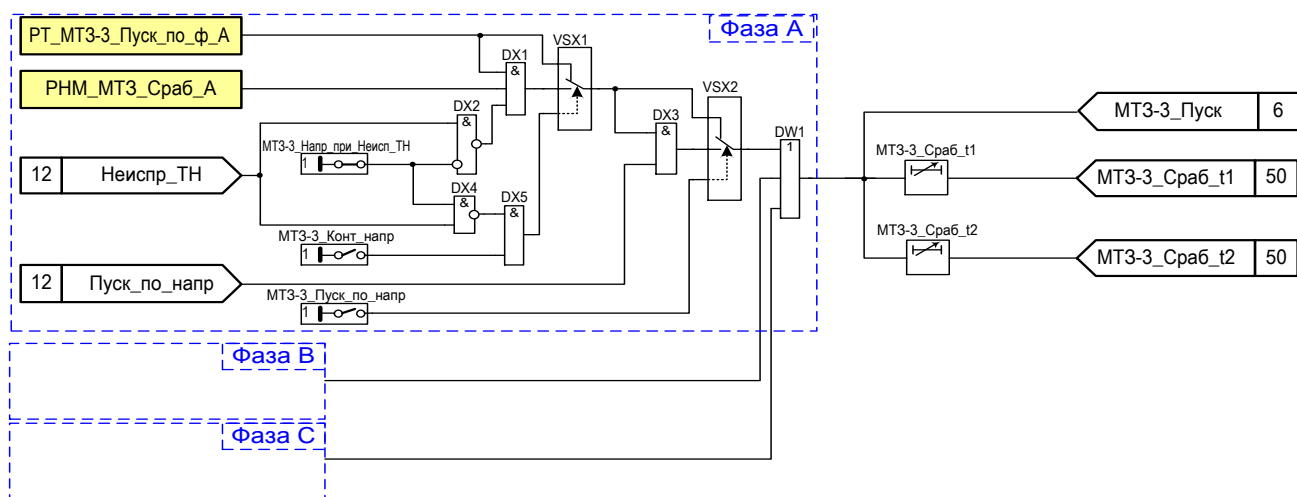


Рисунок 5 – Фрагмент функциональной схемы МТЗ-3

Внимание!

Для корректной работы МТЗ-2 и/или МТЗ-3 в режиме ускорения, обязательным условием является превышение величины времени ввода (выдержка времени «РПО_t», см. 1.5.24 над выдержкой времени – «Ускор_МТЗ» (см. таблицу 11).

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

Таблица 10 – Программные накладки «Пуска МТЗ» и «Ускорения МТЗ»

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

Имп. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

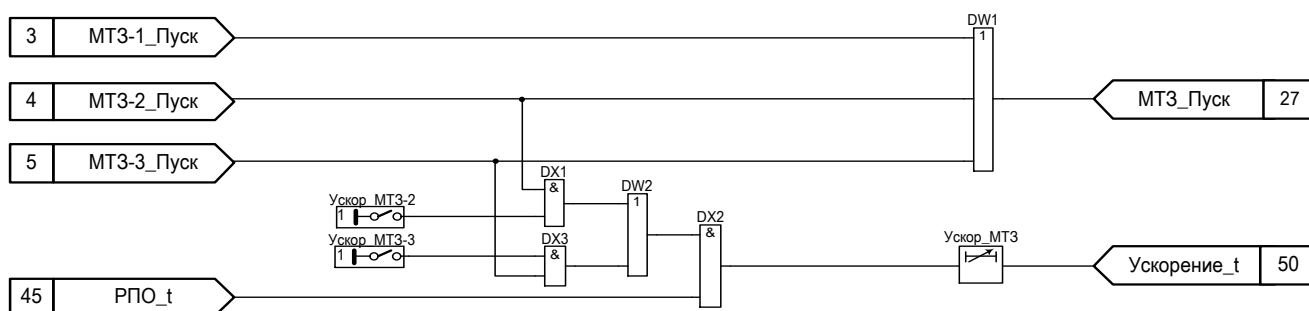


Рисунок 6 – Фрагмент функциональной схемы «Пуска МТЗ» и «Ускорения МТЗ»

Таблица 11 – Выдержки времени ускорения

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

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

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

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

1.5.1.8 Принцип действия ИО МТЗ-1

1.5.1.8.1 ИО «РТ МТЗ-1» и «РТ Заг МТЗ-1» реализованы однотипно и имеют независимую время-токовую характеристику срабатывания. Основные характеристики приведены в таблице 12.

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

Таблица 12 – 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	

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

Петрова 14.06.17

017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 12

Наименование параметра	Значение
- 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

*Iном – 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).

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

1.5.1.9.1 ИО МТЗ-2, МТЗ-3 реализованы однотипно. Пример характеристики срабатывания зависимой время-токовой характеристики приведен на рисунке 8. Основные параметры приведены в таблице 13. Функционально-логическая схема ИО приведена на рисунке 7.

1.5.1.9.2 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.

1.5.1.9.3 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 14, 15. Кривые МЭК соответствуют стандарту IEC 60255-4 (ГОСТ 27918-88 (МЭК 255-4-76)), кривые ANSI – стандарту IEEE Std C37.112-1996.

1.5.1.9.4 При выборе независимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС»-«1», см. таблицу 14) ИО срабатывает при превышении I_{\max} уставки « $I_{\text{пуск}}$ » (в данном режиме уставка « $I_{\text{пуск}}$ » – является уставкой срабатывания). Возврат ИО определяется коэффициентом возврата $K_{\text{воз}}$. (см. таблицу 13).

1.5.1.9.5 При выборе зависимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС» - не равна единице, см. таблицу 14). При превышении значения тока I_{\max} уставки « $I_{\text{пуск}}$ » формируется сигнал «Пуск» с указанием фазы с максимальным значением тока и начинается отчет выдержки времени на срабатывание. В диапазоне значений тока I_{\max} от $I_{\text{пуск}}$ до $1,1 \cdot I_{\text{пуск}}$ кривые зависимых выдержек времени на срабатывание имеют горизонтальный участок с фиксированным временем срабатывания $t_{\text{сраб}}(1,1 I_{\text{пуск}})$ (см. рисунок 8). При значении тока I_{\max} больше чем $1,1 \cdot I_{\text{пуск}}$ $t_{\text{сраб}}$ рассчитывается в соответствии с заданной характеристической кривой. Характеристические кривые зависимых выдержек времени на срабатывание могут быть

Инд. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

ограничены минимальным временем срабатывания, задаваемым уставкой «Т_{мин}» (см. рисунок 8).

1.5.1.9.6 Текущее значение счетчика времени отображается в виде параметра «Q», значение которого соответствует отношению времени прошедшему с момента пуска к расчётному времени срабатывания при данном токе I_{max} (см. рисунок 8).

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

1.5.1.9.8 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, %.

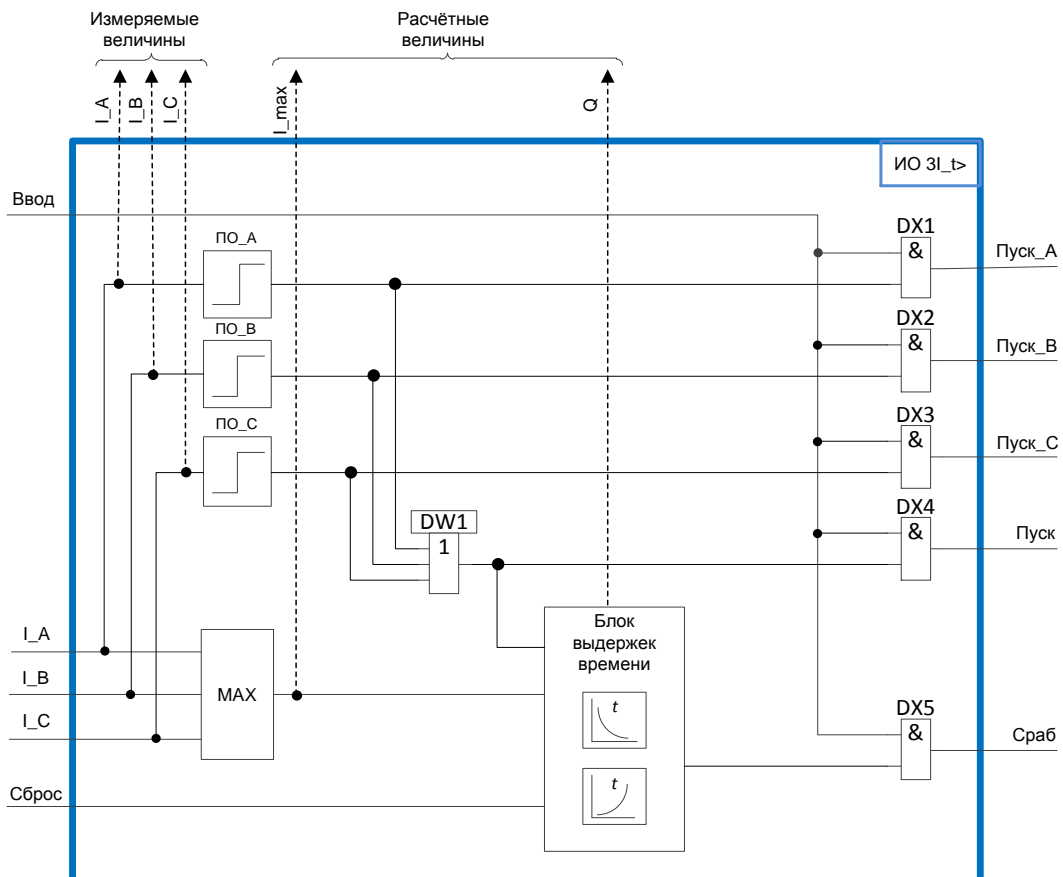


Рисунок 7 – Функционально-логическая схема ИО МТ3-2, МТ3-3

Инов. № подл.	017/ЭТ
Изм.	Лист
Зам.	№ докум.
ЭКРА.1164-2017	Петрова
14.06.17	Дата
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

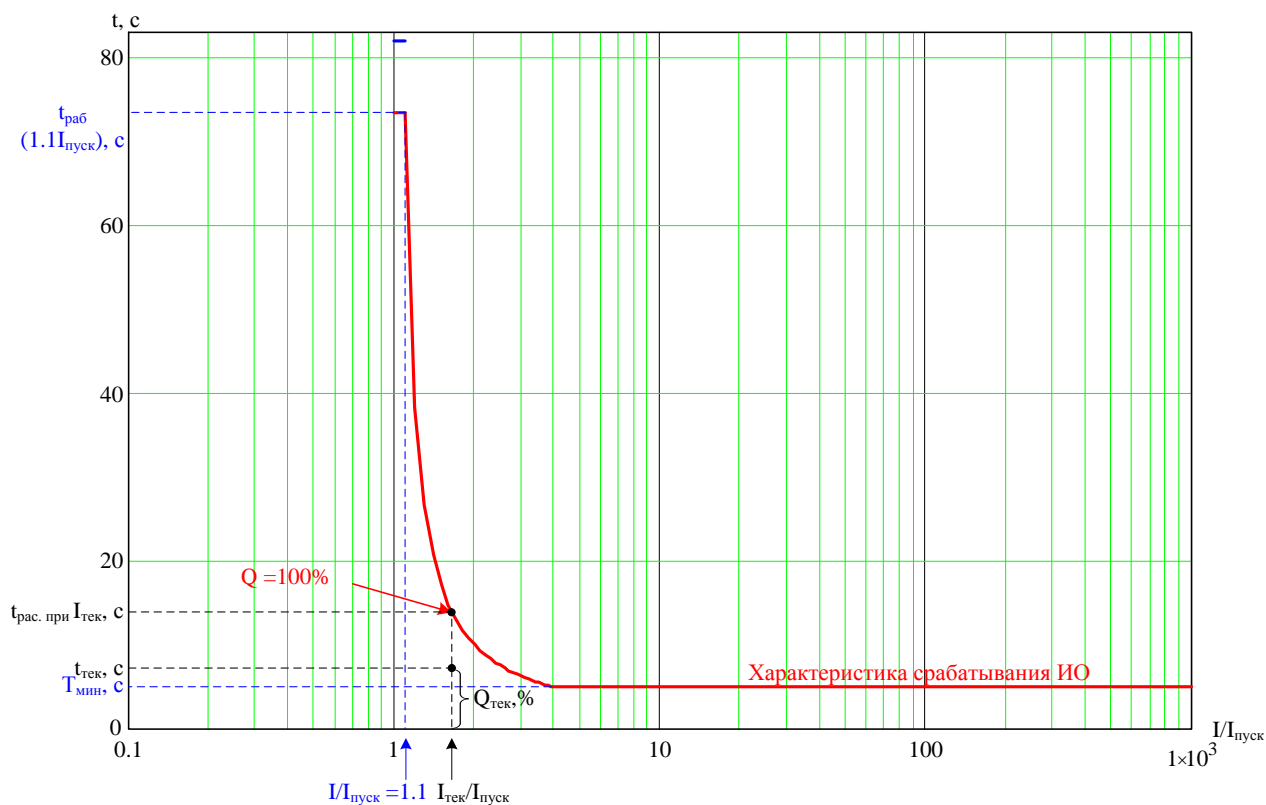


Рисунок 8 – Обобщенный пример характеристической кривой выдержки времени на срабатывание

Таблица 13 – Характеристики трехфазного ИО тока «РТ МТЗ-2», «РТ МТЗ-3»

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

Инв. № подл. 017/ЭТ	Подп. и дата Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Продолжение таблицы 13

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

Таблица 14 – 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)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{80}{\left(\frac{I}{I_{пуск}}\right)^2 - 1}$

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Лист
		Взам. инв. №		
Инв. № дубл.		Подп. дата		Лист
Подп. дата				
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ				26

Продолжение таблицы 14

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
5	Ультра инверсная МЭК (IEC Ultra inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{315}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{2,5} - 1}$
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)	$t_{сраб} = \frac{1}{30 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1\right)^3} + k$

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Продолжение таблицы 14

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
13	Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)	$t_{сраб} = \frac{1}{20 \cdot \left[\frac{\left(\frac{I}{I_{пуск}} - 1 \right)^{1.8}}{6} \right]} + k \cdot t_{сраб} = \frac{1}{20 \left(\frac{\left(\frac{I}{I_{пуск}} - 1 \right)^{1.8}}{6} \right)} + k$
14	Пользовательская кривая, задаваемая уравнением	$t_{сраб} = k \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{пуск}} - C \right)^E - D} + B \right] \quad t_{сраб} = k \cdot \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{пуск}} - C \right)^E - D} + B \right]$
15	Пользовательская кривая, задаваемая по точкам	Количество точек от 6 до 9 (аппроксимация кубическими сплайнами)

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

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

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

I – измеренный ток;

$I_{пуск}$ – уставка, пусковой ток;

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

Таблица 15 - Описание характеристических кривых выдержек времени на возврат

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

Ив. № подл.	017/ЭТ
Изм.	Лист
Взам. инв. №	№ докум.
Инв. № дубл.	Подп.
Подп. и дата	Дата
Петрова 14.06.17	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 15

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.

1.5.1.10 Принцип действия «ИО РНМ МТЗ»

1.5.1.10.1 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 16.

1.5.1.10.2 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 $\phi_{\text{MЧ}}$ является биссектрисой угла задаваемого сектора (см. рисунок 9). За базовый вектор выбирается вектор соответствующего напряжения. Угол сдвига фаз тока относительно базового напряжения считается положительным при отстающем токе (по часовой стрелке, см. рисунок 9). [6, 7].

Ив. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.1.10.3 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 9) [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).

1.5.1.10.4 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 16). Уставки порогов чувствительности по току и напряжению являются регулируемыми и могут быть измерены при необходимости.

1.5.1.10.5 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_{BC} и U_{CA} выполняется аналогично

$$\dot{U}_{РНМ_{BC}}(t) = \dot{U}_{BC}(t) + 0,2 \cdot \dot{U}_{BC}(t - 40 \text{ мс}), \quad (5)$$

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

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

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ			

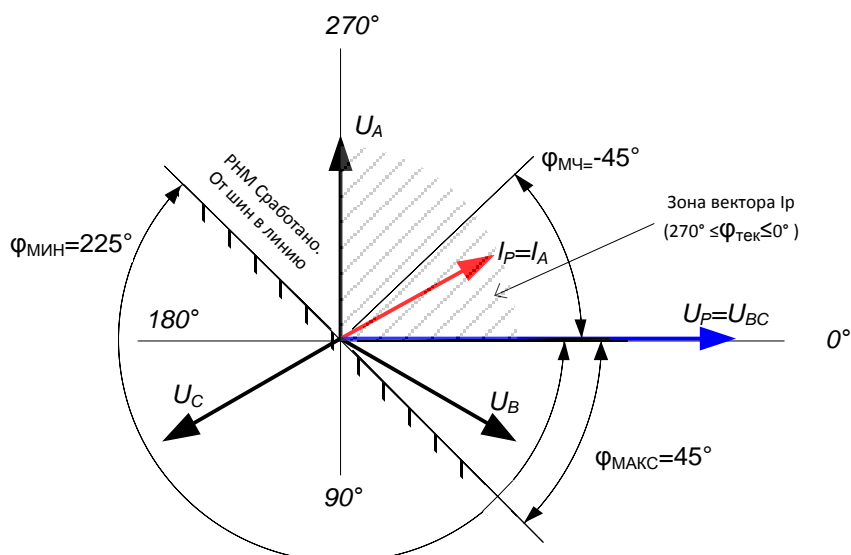


Рисунок 9 – Векторная диаграмма РНМ. Пример для I_A и U_{BC} .

1.5.1.10.6 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} .

Таблица 16 – Характеристики трехфазного «РНМ МТЗ»

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
фтах и фтпн - 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 14.06.17
Инв. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Текущая защита: 5. РНМ МТЗ

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

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

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

1.5.2 Дополнительные ИО РТ

1.5.2.1 Реле тока используются в качестве резервных реле тока, которые при необходимости могут быть задействованы в проекте. Каждое из реле имеет свою независимую выдержку времени на срабатывание (см. таблицу 17). Сигнал срабатывания доступен в матрице отключения.

1.5.2.2 Функциональная схема дополнительных реле тока представлена на рисунке 11.

Таблица 17 - Выдержки времени реле тока

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

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

Инв. № подл. 017/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 14.06.17
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

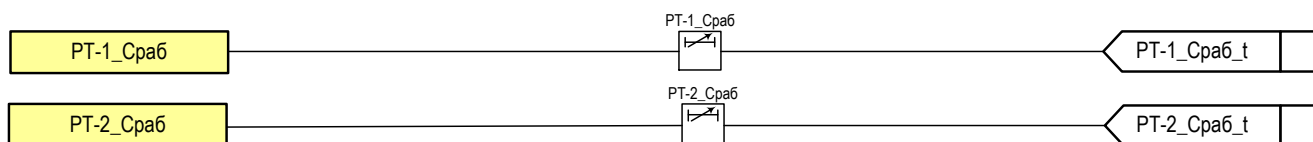


Рисунок 11 - Функциональная схема реле тока

1.5.3 Комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка)

1.5.3.1 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 12.

1.5.3.2 Пуск по напряжению формируется:

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

1.5.3.3 Пуск по напряжению автоматически выводится при отключенном положении выключателя. Характеристики ИО «U2>», «РН ПпН» приведены в таблицах 21 22, соответственно.

1.5.4 Контроль исправности цепей напряжения

1.5.4.1 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 12). Выдержки времени и программные накладки схемы контроля исправности ТН приведены в таблицах 18, 19 соответственно.

1.5.4.2 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).

Характеристики ИО «КИН» приведены в таблице 20.

* 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 [10].

Инв. № подл.	017/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17				33
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Подп. дата					

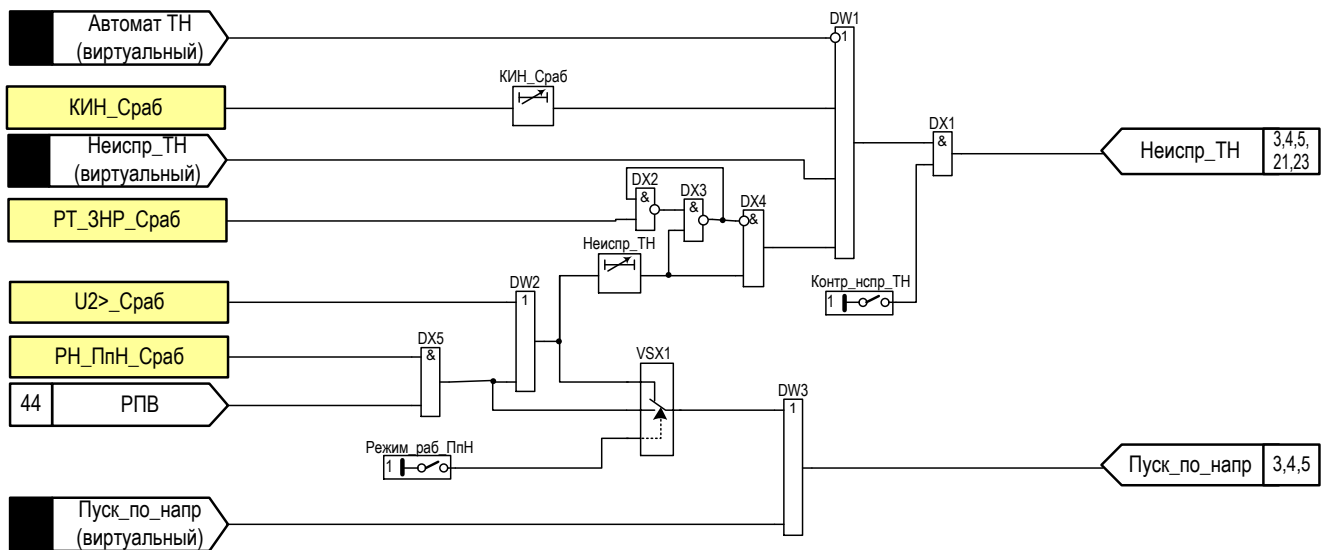


Рисунок 12 – Функциональная схема пуска по напряжению и контроля исправности цепей напряжения

1.5.4.3 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

$$\bar{U}_{ср.б.} = 3\bar{U}_{0,рас.} - K_0 \cdot \bar{U}_{н-к.} \quad (6)$$

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

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

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

Таблица 20 – 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	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инв. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 20

Наименование параметра	Значение
- дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более	10

Таблица 21 – 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 22 – Характеристики ИО минимального напряжения «РН_ПпН», «ЗМН», «РКОН»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	3 – 200	0,01	40
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	1 – 1,5	0,01	1,15
Время срабатывания при скачкообразном изменении входного напряжения с 0 до 1,2 по отношению к уставке срабатывания, мс, не более		30	
Погрешности:			
- основная погрешность напряжения срабатывания, %, не более;		5	
- дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;		10	
- дополнительная погрешность напряжения срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более:			
- от 3 до 47 Гц;		7	
- от 53 до 80 Гц		10	

1.5.5 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 схемотехническими решениями в части подключения оборудования РЗиА.

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

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

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

- токовую ненаправленную защиту нулевой последовательности от замыкания на землю по основной гармонике промышленной частоты (3I₀) с действием либо на отключение, либо на сигнал.

Для сетей с компенсированной нейтралью:

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

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

- защита от замыкания на землю с использованием искусственно увеличенной активной составляющей тока замыкания на землю с действием либо на отключение, либо на сигнал.

Для сетей с любым видом заземления нейтрали в терминале предусмотрена:

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

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

Таблица 23 – Программные накладки ЗОЗЗ-1

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

Таблица 24 – Выдержки времени ЗОЗЗ-1

Имя	Название	Диапазон значений* (от 0 до 9999 с)
3U ₀ Сигн	Выдержка времени на срабатывание	0,03 с
ЗОЗЗ_Сраб	Выдержка времени на срабатывание	0,5 с
ЗОЗЗ_Сигн	Выдержка времени на сигнализацию	1 с

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

Имя	Инд. № дубл.	Подп. дата
Взам. инв. №		
Подп. и дата	Петрова 14.06.17	
Инд. № подл.	017/ЭТ	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью представлена на рисунке 13. Программные накладки и выдержки времени ЗОЗЗ-1 приведены в таблицах 23 и 24 соответственно.

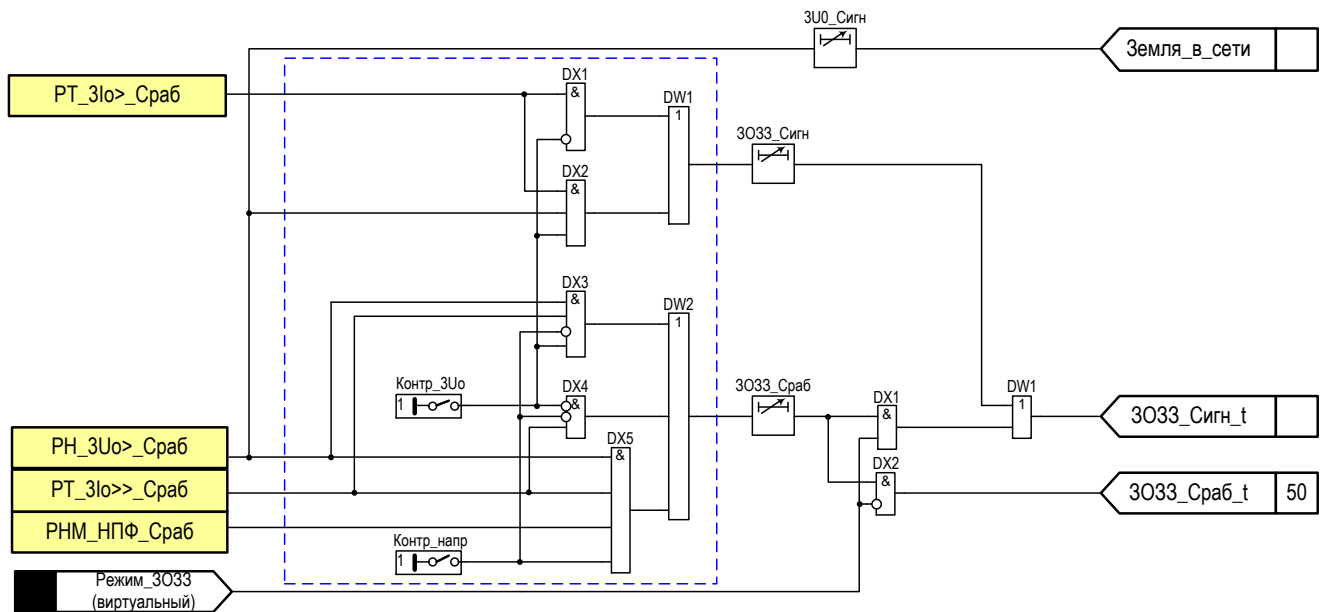


Рисунок 13 – Функциональная схема реализации в терминале сигнализации и защиты от однофазного замыкания на землю для сети с изолированной нейтралью

1.5.5.1 Общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ

Чувствительная к устойчивым и перемежающимся дуговым замыканиям на землю в любой точке гальванически связанной сети общая неселективная сигнализация возникновения ОЗЗ выполнена с использованием контроля величины напряжения нулевой последовательности промышленной частоты (3U₀).

1.5.5.1.1 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).

1.5.5.1.2 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 25.

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
		1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	
						Лист
						38

Таблица 25 – Характеристики ИО напряжения 3ОЗ3 – «3Uo»»

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

1.5.5.1.3 Выбор уставки срабатывания ИО «3Uo»» рекомендуется производить с учетом отстройки от составляющей напряжения небаланса в напряжении нулевой последовательности и максимально возможного в эксплуатации напряжения смещения нейтрали. Последнее может быть довольно значительным в воздушных сетях, так как в кабельных сетях напряжение несимметрии практически равно нулю. При отсутствии в сети замыкания на землю в длительном рабочем режиме напряжение смещения нейтрали допускается не более 15 % от номинального фазного напряжения и не более 30 % в течении одного часа [8, раздел 5; 9, раздел 2].

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

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

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

1.5.5.2.1 ТЗНП предназначена для выявления однофазного замыкания на землю в сетях (6-35) кВ с изолированной нейтралью, высокоомным или низкоомным резистивным заземлением нейтрали. Защита выполнена с контролем тока нулевой последовательности

Ив. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

(3I₀) промышленной частоты защищаемого присоединения (с одной воздействующей входной величиной).

1.5.5.2.2 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 26.

Таблица 26 – Характеристики ИО «PT_3I₀>>», «PT_3I₀>>», «PT_3I₀>>>»

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

При выборе уставки срабатывания ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью следует помнить, что по принципу действия такая защита реагирует на ток нулевой последовательности (3I₀) промышленной частоты. В связи с этим, уставка срабатывания у ТЗНП в сетях с изолированной нейтралью должна обязательно отстраиваться от влияния тока небаланса ТТНП в цепях защиты и случая возможного суммирования в цепях защиты тока небаланса (I_{нб}) и собственного емкостного тока защищаемого присоединения (I_{с.защ.пр}). Так как по своей природе ток небаланса (I_{нб}) имеет случайную фазу, а частота тока I_{нб} равна промышленной частоте, то влияние I_{нб} на защитные функции ТЗНП наиболее сильно проявляется на объектах с суммарным емкостным током замыкания (I_{сз} не более (1-2) А), то есть там, где расчетная уставка срабатывания защиты становится соизмерима с величиной I_{нб}. Большое влияние на величину тока небаланса оказывают и конструктивные особенности применяемого ТТНП. В сетях с резистивным заземлением нейтрали (в особенности при низкоомном заземлении) влиянием тока небаланса кабельного ТТНП при расчете уставок срабатывания ТЗНП можно пренебречь, так как активный ток (I_а), обеспечиваемый резистором в нейтрали сети при возникновении однофазного замыкания на землю, значительно больше ожидаемого тока небаланса ТТНП (I_а>>I_{нб}).

1.5.5.2.3 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

Имп. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	Лист 40
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

факту возникновения напряжения нулевой последовательности (3U₀), т.е с контролем 3U₀. Ввод или вывод режима пуска по 3U₀ осуществляется путем задания состояния одноименной программной накладке «Контр_3U₀» (рисунок 13).

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

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

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

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

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

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

Коэффициент отстройки, учитывающий бросок собственного емкостного тока в момент возникновения переходного процесса при пробое изоляции в сети с резистивным заземлением нейтрали рекомендуется при расчете уставок принимать равным 1 ($k_{\text{бр}}=1$). 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).

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

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

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

1.5.5.3.2 ТНЗНП применяют в том случае, когда не обеспечиваются условия применимости ТНЗНП (см. выше 1.5.5.2.3: $I_{сфид}/I_{с\Sigma} \leq 0,15$), определяемые соотношением между суммарным емкостным током сети ($I_{с\Sigma}$) и собственным емкостным током защищаемого фидера ($I_{сфид}$).

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

- прямое направление (ОЗЗ в защищаемом направлении):

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

- обратное направление (ОЗЗ «за спиной»):

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

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

$\varphi_{м.ч}$ – угол характеристики срабатывания (угол максимальной чувствительности).

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

В сети с изолированной нейтралью ток нулевой последовательности в поврежденном присоединении ($3I_0$.повр) равен сумме токов ($3I_0$.неп) всех неповрежденных присоединений, взятых с обратным знаком, то есть отстает от напряжения $3U_0$ на угол примерно равный 90° . Поэтому в сетях с изолированной нейтралью ТНЗНП реагирует на полную мощность нулевой последовательности, практически равную реактивной (емкостной) мощности, а угол $\varphi_{м.ч}$ для обеспечения наиболее высокой устойчивости срабатываний при внутренних ОЗЗ принимают равным 90° .

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

$$3I_{0пов} > I_{0с.з.min};$$

$$3U_0 > U_{0с.з};$$

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Подп. дата	
		Взам. инв. №		Инв. № дубл.	
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					Лист
					42

$$0^\circ < \varphi_3 = \varphi_{U_0} - \varphi_{I_0} < 180^\circ;$$

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

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

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

В сетях с высокоомным резистивным заземлением нейтрали активный ток, создаваемый заземляющим резистором в нейтрали сети протекает только через поврежденное присоединение и не влияет на фазные соотношения между напряжением ($3U_0$) и током ($3I_{0.неп}$) нулевой последовательности неповрежденных присоединений, но изменяет угол между напряжением ($3U_0$) и током ($3I_{0.повр}$) в поврежденном присоединении, который при $R_N \approx X_{C\Sigma}$ отстает от вектора напряжения ($3U_0$) примерно на 135° и 180° (при низкоомном резистивном заземлении $R_N \ll X_{C\Sigma}$). Токи нулевой последовательности ($3I_{0.неп}$) в неповрежденных присоединениях имеют 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 ($3I_{0.неп}$) 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 направленной защиты (ТНЗНП) от ОЗЗ по составляющим промышленной частоты в компенсированных сетях невозможно и для выполнения защиты от ОЗЗ используются другие принципы: контроль уровня активной составляющей тока нулевой последовательности, замер высших гармонических составляющих в токе нулевой последовательности, наложение на первичную сеть вспомогательного тока не промышленной частоты и некоторые другие.

1.5.5.3.3 Направленность в ТНЗНП определяется по наличию срабатывания логического сигнала от измерительного органа «РНМ_НПФ» (см. таблицу 27). Срабатывание происходит, если величины тока и напряжения нулевой последовательности больше, чем соответствующие уставки срабатывания, а также при условии нахождения вектора полной мощности нулевой последовательности в зоне срабатывания. Направление мощности определяется по углу $\varphi_{ТЕК}$ между током $3I_0$ и напряжением $3U_0$ нулевой последовательности.

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.5.3.4 Для задания области работы направленной защиты необходимо задать угол $\varphi_{\text{МЧ}}$, определяющий направление линии максимальной чувствительности (ЛМЧ), см. рисунок 14. 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.

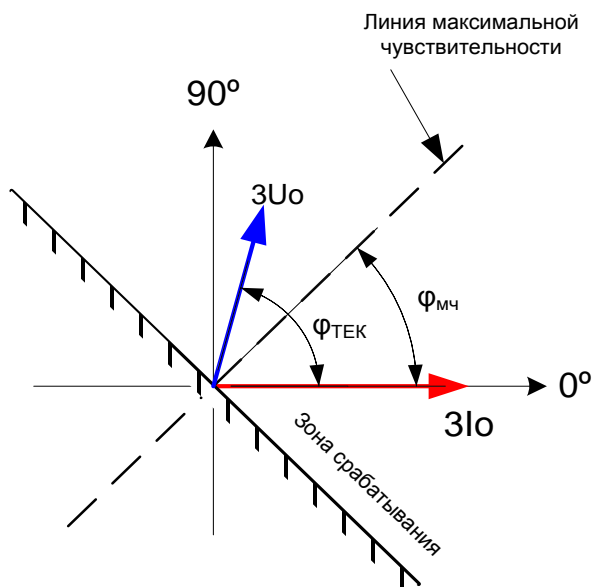


Рисунок 14 – Векторная диаграмма РНМ нулевой последовательности

Таблица 27 – Характеристики РНМ нулевой последовательности 3ОЗ3 – ИО «РНМ_НПФ»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания относительно номинального тока датчика, о.е	$(0,005 - 2,6) \cdot I_{\text{ном}}$	1 мА
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Минимальное линейное напряжение срабатывания, В	1 – 150	0,01
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
$\varphi_{\text{МЧ}}$ - угол максимальной чувствительности, градус	0 – 359,9	0,1
Коэффициент возврата органа контроля границ зоны срабатывания	1	
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности по току и напряжению срабатывания: - основная погрешность срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	5 7 10	
Дополнительная погрешность срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более	10	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инв. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 27

Наименование параметра	Значение
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	

1.5.6 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).

1.5.6.1 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). Рекомендованное 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.

1.5.6.2 Функциональная схема реализации в терминале защиты от двойного замыкания на землю представлена на рисунке 15. Выдержки времени представлены в таблице 28.

1.5.6.3 Реле тока нулевой последовательности фаз «3I₀>>>» по принципу действия является максимальным. Характеристики ИО «3I₀>>>» приведены в таблице 26.

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

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

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C, \quad (7)$$

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	
		1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ		Лист
							45

Характеристики ИО «РТ ТОНП» приведены в таблице 29.



Рисунок 15 – Функциональная схема реализации в терминале защиты от двойного замыкания на землю (3O33-2)

Таблица 28 – Выдержки времен

Имя	Название	Диапазон значений (от 0 до 9999 с)
3O33-2_Сраб	Выдержка времени на срабатывание.	Значение по умолчанию: 0,1 с.

Таблица 29 – Характеристики ИО «РТ ТОНП», «РТ НБЗ-1», «РТ НБЗ-2»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Уставка по току срабатывания относительно номинального тока датчика (регулируемая), А	0,008 – 6	0,001
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 – 1	0,01
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности:		
- основная погрешность тока срабатывания, % не более;	5	
- дополнительная погрешность тока срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, % не более;	10	
- дополнительная погрешность тока срабатывания в расширенном диапазоне частот, % не более:		
- от 3 до 47 Гц;	7	
- от 53 до 80 Гц	10	

1.5.7 Защита от перегрузки (ЗП)

Защита реагирует на относительный ток фазы с максимальным значением тока в трехфазном режиме.

Защита содержит следующие функциональные органы (см. рисунок 16):

- сигнальный орган ($I_{\text{сигн}}$), срабатывающий с независимой выдержкой времени при увеличении тока выше значения уставки срабатывания органа;
- пусковой орган ($I_{\text{пуск}}$), срабатывающий без выдержки времени при увеличении тока выше значения уставки органа и осуществляющий пуск интегрального органа;
- орган токовой отсечки ($I_{\text{отс}}$), срабатывающий с независимой выдержкой времени при увеличении тока выше значения уставки срабатывания органа;
- интегральный орган (ИО), срабатывающий с зависимой от тока выдержкой времени, заданной в табличной форме. Количество точек интегрально-зависимой характеристики: от трех до девяти.

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Фрагмент функциональной схемы защиты от перегрузки приведен на рисунке 17. Выдержки времени представлены в таблице 30.

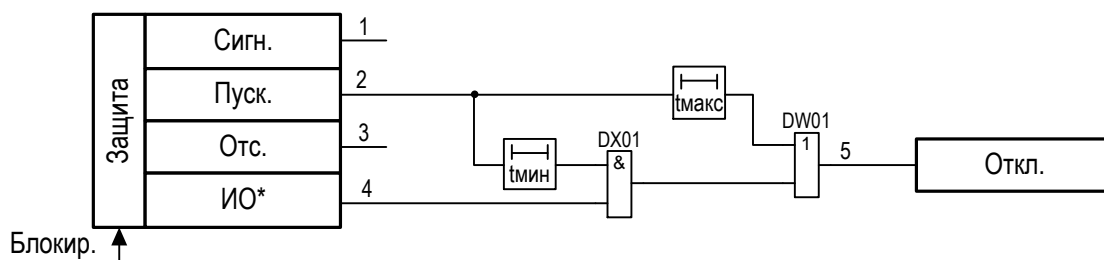


Рисунок 16 – Структурная схема защиты от перегрузки

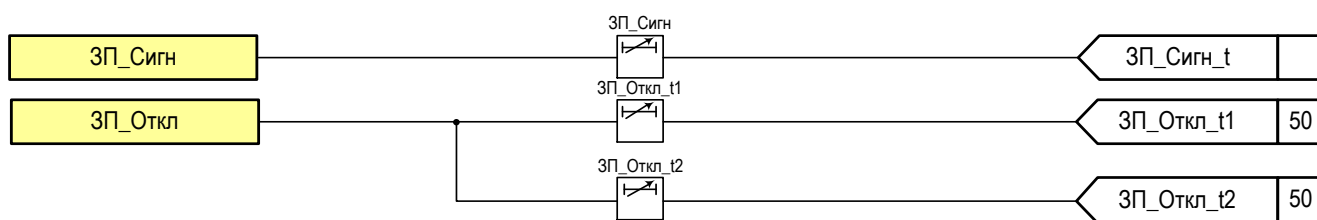


Рисунок 17 – Функциональная схема ЗП

Таблица 30 – Выдержки времени ЗП

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗП_Сигн	Регулируемая выдержка времени на срабатывание сигнализации	0,5	0,2-100
ЗП_Откл_t1	Регулируемая выдержка времени на отключение	0,5	0,2-100
ЗП_Откл_t2	Регулируемый элемент задержки на отключение	0,5	0,2-100

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

1.5.8 Защита от несимметричного режима (ЗНР)

1.5.8.1 ЗНР выполнена одноступенчатой с независимой выдержкой времени на срабатывание (см. таблицу 32). Воздействие по факту срабатывания защиты может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Функциональная схема приведена на рисунке 18.

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

1.5.8.3 ИО «РТ_ЗНР» (см. таблицу 31) реагирует на величину отношения тока обратной последовательности I_2 к току прямой последовательности I_1 , рассчитанных по формулам (8) и (9). Характеристика ИО «РТ_ЗНР» приведена в таблице 31.

$$i_1 = \frac{1}{3} (i_A + i_B \cdot e^{j120^\circ} + i_C \cdot e^{-j120^\circ}) \quad (8)$$

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инд. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$i_2 = 1/3 (i_A + i_B \cdot e^{-j120^\circ} + i_C \cdot e^{j120^\circ}) \quad (9)$$

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

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

Срабатывание ИО «РТ ЗНР» происходит в случае, если отношение I_2 к I_1 больше уставки срабатывания – K . Уставка задается в процентах и выбирается в соответствии с формулой (10). 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

$$K < \frac{|I_2|}{|I_1|} \cdot 100 \% \quad (10)$$

Таблица 31 – Характеристики ИО защиты несимметричного режима «РТ_ЗНР»

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

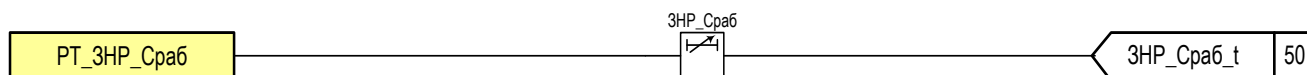


Рисунок 18 - Фрагмент функциональной схемы ЗНР

Таблица 32 – 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.

Инв. № подл. 017/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 14.06.17
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.9 Контроль исправности цепей переменного тока (КИТ)

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

- по факту срабатывания ИО «КИТ»;
- по факту срабатывания ИО «РТ ЗНР» и отсутствию срабатывания ИО «U2» (см.

1.5.8.3, 1.5.4.2 соответственно).

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

1.5.9.3 Принцип работы ИО «КИТ» основан на сравнении вычисленного тока нулевой последовательности в цепи от 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» происходит при превышении уставки разностью значений вычисленного и измеренного тока нулевой последовательности

$$I_{del} = \frac{1}{3} \cdot \left| (3I_0 - I_{ТТНП1}) \right| = \frac{1}{3} \cdot \left| (I_A + I_B + I_C) - K_0 \cdot (I_{ТТНП1}) \right|, \quad (11)$$

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» предусмотрена возможность торможения срабатывания ИО при внешних КЗ, в результате которых возможно насыщение ТТ или ТТНП. Тормозной ток определяется как максимальный ток из трех фаз

$$|I_T| = \max \left(|I_A|, |I_B|, |I_C| \right), \quad (12)$$

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

Характеристики ИО «КИТ» приведены в таблице 33. Характеристика срабатывания ИО «КИТ» приведена на рисунке 19.

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ		

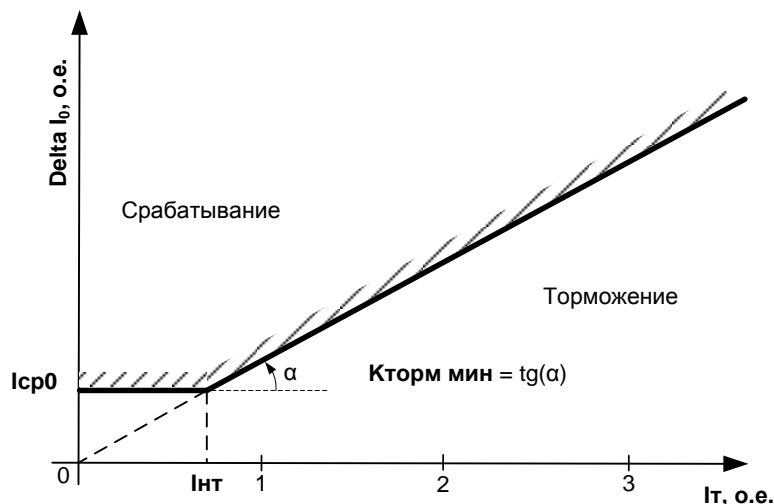


Рисунок 19 – Характеристика срабатывания ИО «КИТ»

Таблица 33 – Характеристики ИО «КИТ»

Наименование уставок	Обозначение уставок	ед. изм.	Диапазон уставок			Значение по умолч.
			мин	макс	шаг	
Начальный ток срабатывания	$I_{ср0}$	о.е.	0,10	1	0,01	0,20
Коэффициент торможения	K_T	-	0,0	2	0,01	0,5
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более						40
Погрешности: - основная погрешность уставки K срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность уставки K срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; - дополнительная погрешность уставки K срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц						5 10 7 10

1.5.9.4 Ток срабатывания – $I_{ср0}$ рассчитывается по условию отстройки от тока небаланса – $I_{нб(ном)}$.

$$I_{ср.0} \geq k_{отс} \cdot I_{нб(ном)}, \quad (13)$$

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

Ток небаланса нормального режима определяется по выражению

$$I_{нб(ном)} = \left(k_{одн} \cdot \varepsilon + f_{выр} \right) \cdot I_{ном}, \quad (14)$$

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

ε – полная погрешность ТТ;

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инв. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

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

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

$$k_T = \frac{k_{отс} \cdot I_{нб(маx)}}{I_T}, \quad (15)$$

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

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

I_T – ток торможения в рассматриваемом режиме.

Максимальный ток небаланса при внешнем трехфазном КЗ или асинхронном ходе

$$I_{нб(маx)} = \left(k_{АП} \cdot k_{одн} \cdot \varepsilon + \square f_{выр} \right) \cdot I_{скв(маx)}, \quad (16)$$

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

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

Максимальный сквозной ток определяется по выражению

$$I_{скв(маx)} = \max[I_{вн.КЗ} \cdot I_{АХ}], \quad (17)$$

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

$$I_T = \sqrt{I_{скв(маx)} \cdot (I_{скв(маx)} - I_{нб(маx)}) \cdot \cos \alpha}, \quad (18)$$

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

Рекомендуемое значение уставки $K_T = 0,5$.

Таблица 34 - Выдержки времени КИТ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
КИТ_Сраб	Выдержка времени при срабатывании защиты	0,5	0 – 1

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

Петрова 14.06.17

017/ЭТ				
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 34

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

Фрагмент функциональной схемы контроля исправности цепей переменного тока приведен на рисунке 20. Выдержки времени схемы КИТ приведены в таблице 34.

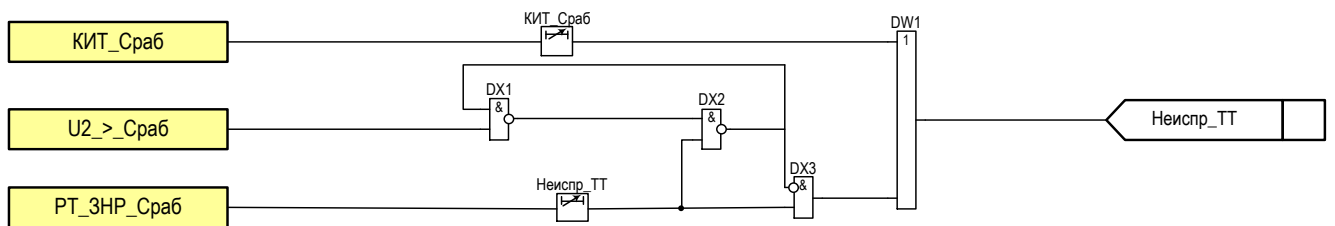


Рисунок 20 – Фрагмент функциональной схемы КИТ

1.5.10 Защита от минимального напряжения (ЗМН)

1.5.10.1 Защита минимального напряжения предназначена для отключения части неотчетственных 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).

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

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

1.5.10.4 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. 1.5.4) или наличии внешнего дискретного сигнала «Блокировка ЗМН».

1.5.10.5 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 схемы ЗМН приведены в таблице 35.

Инв. № подл.	017/ЭТ
	Подп. и дата
	Взам. инв. №
	Инв. № дубл.
	Подп. дата

Петрова 14.06.17

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 35 – Выдержки времени ЗМН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ЗМН-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-1	0,5	0,2 – 100
ЗМН-1_ТМО11	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10
ЗМН-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-2	8	0,2 – 100
ЗМН-2_ТМО12	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10

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

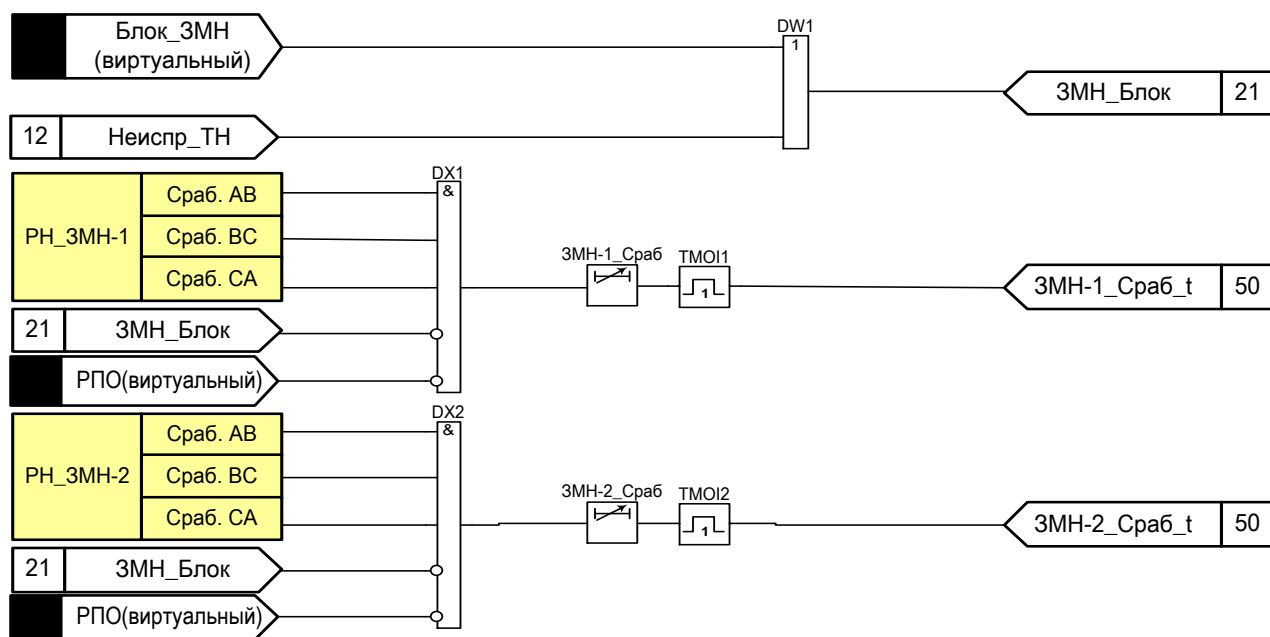


Рисунок 21 – Фрагмент функциональной схемы ЗМН

1.5.11 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

1.5.11.1 ЗПН предназначена для предотвращения длительной работы оборудования при напряжении больше значения допустимого по условию эксплуатации [10, раздел 5]. Воздействие может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28).

1.5.11.2 ЗПН выполнена одноступенчатой. Защита выполнена с применением ИО максимального напряжения и независимой выдержки времени на срабатывание. ИО подключаются к вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - УУ 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. Выдержка времени схемы ЗПН приведена в таблице 36. Характеристики ИО приведены в таблице 37.

Инв. № подл.	017/Э7
	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Рисунок 22 - Фрагмент функциональной схемы ЗПН

Таблица 36 – Выдержка времени ЗПН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗПН_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗПН	10	0,2 – 100

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

Таблица 37 – 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;	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	

1.5.12 Контроль напряжения

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

1.5.12.2 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 22, 37. Формирование сигнала «Контроль отсутствия напряжения» блокируется при наличии неисправности цепей напряжения.

Имя	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17

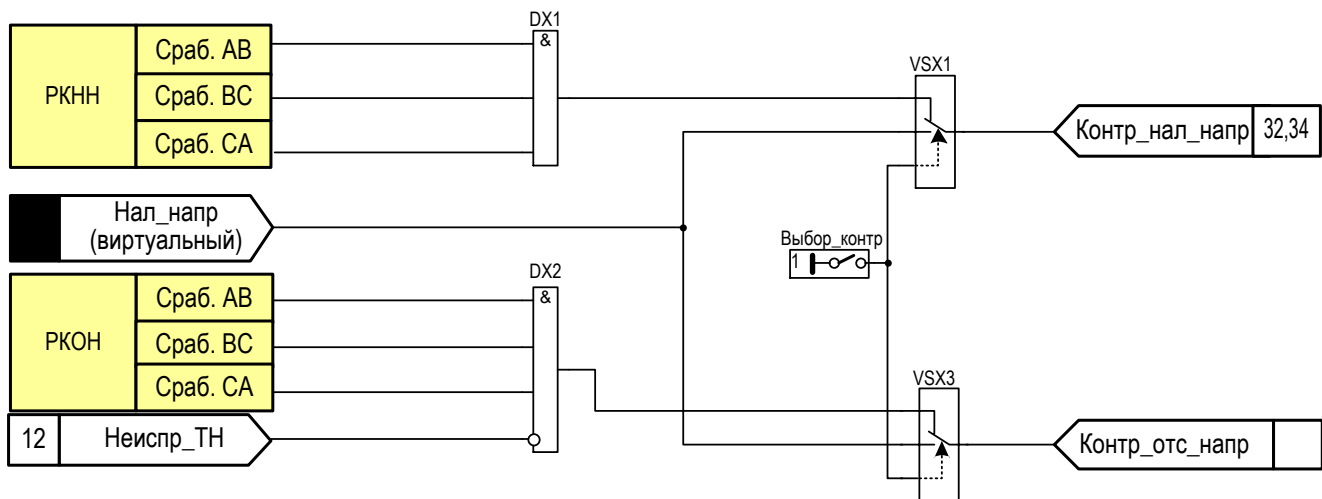


Рисунок 23 – Фрагмент функциональной схемы контроля напряжения

Таблица 38 – Программные накладки схемы контроля напряжения

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

1.5.13 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

1.5.13.1 УРОВ служит для резервирования отказа выключателя при действии защит.

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

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

1.5.13.4 Структурная схема организации УРОВ приведена на рисунке 24 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании). Схема выполнена с применением асинхронного RS-триггера с приоритетом по R (DS1). Пусковым условием является общий сигнал «Пуск УРОВ», который формируется посредством «Матрицы отключения», а также наличие дискретного сигнала «Внешнее УРОВ» от устройства защиты отходящих

Имп. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

присоединений секции. Сброс триггера происходит после возврата РТ_УРОВ, свидетельствующего об отсутствии тока в защищаемой цепи. Если в течение выдержки времени «УРОВ_Пуск» не произойдет сброс триггера (факт наличия отказа выключателя), сформируется сигнал «УРОВ_Пуск», который подействует на реле «Пуск_УРОВ», которое своими контактами сформирует сигнал на вышестоящий терминал защиты. При наличии дискретного сигнала «Вывод_УРОВ» сигнал «УРОВ_Пуск» не формируется.

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

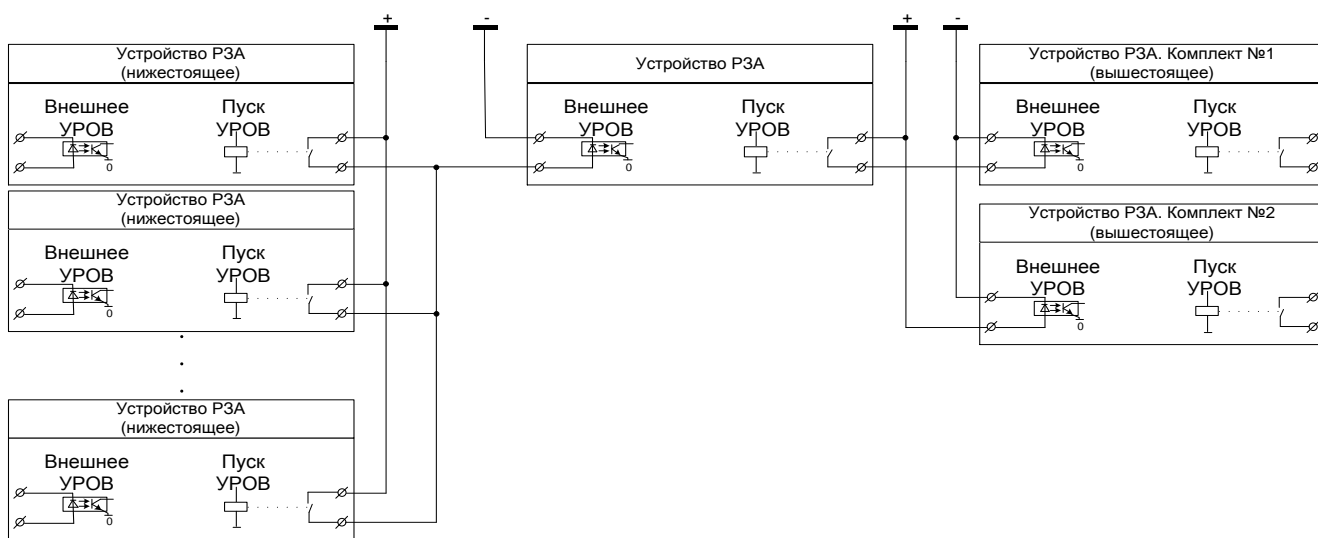


Рисунок 24 – Структурная схема УРОВ

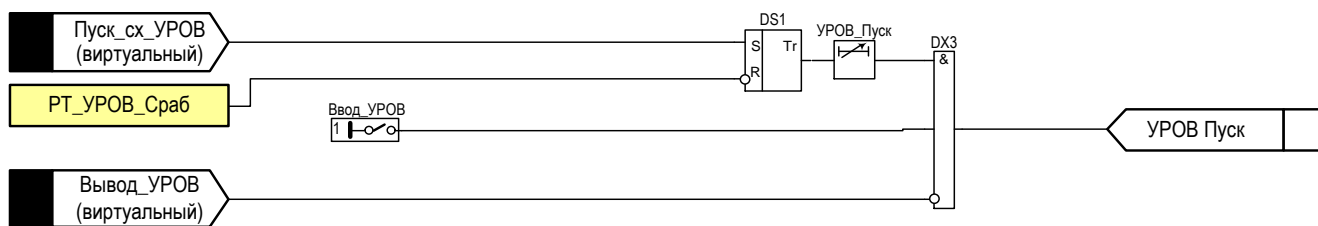


Рисунок 25 - Фрагмент функциональной схемы УРОВ

Таблица 39 – Программные накладки УРОВ

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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инв. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 40 – 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.

1.5.14 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

1.5.14.1 ЗДЗ предназначена для быстрого устранения дуговых замыканий в отсеках сборных шин и элементов ошинок распределительных устройств (РУ). Функция ЗДЗ принимает внешний дискретный сигнал от устройства дуговой защиты, реагирующего на различные физические явления, сопровождающие дуговые замыкания (расширение воздуха при горении дуги, вспышка света). Структурная схема организации ЗДЗ приведена на рисунке 26 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании).

1.5.14.2 Для увеличения надежности и отстройки от ложных срабатываний применяется контроль протекания тока КЗ, данная возможность может быть выведена с помощью соответствующей программной накладки. «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.

1.5.14.3 ЗДЗ имеет две независимые выдержки времени на срабатывание (см. таблицу 42), воздействия после набора каждой из них могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28).

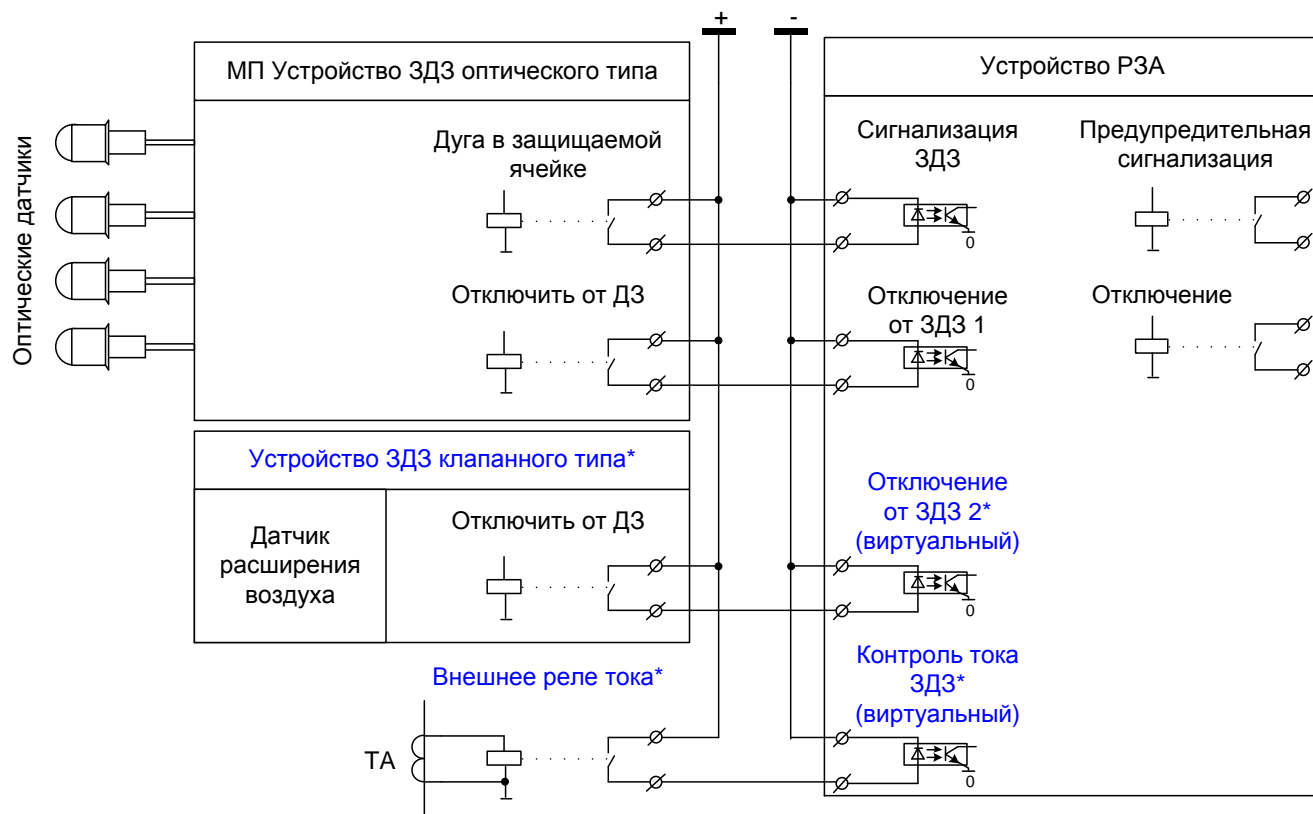
1.5.14.4 Для повышения удобства обслуживающего персонала при выявлении места возникновения дугового замыкания в терминалах предусмотрена возможность сигнализации о месте замыкания. Для этого используется дискретный вход «Сигнализация ЗДЗ», подключенный к централизованному устройству дуговой защиты. Для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

Таблица 41 – Программные накладки ЗДЗ

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

Имя	Подп. и дата	Подп. дата
Изм.	Лист	№ докум.
Изм.	Лист	№ докум.
Изм.	Лист	№ докум.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17



* Необходимость уточняется при конкретном проектировании

Рисунок 26 – Структурная схема ЗДЗ

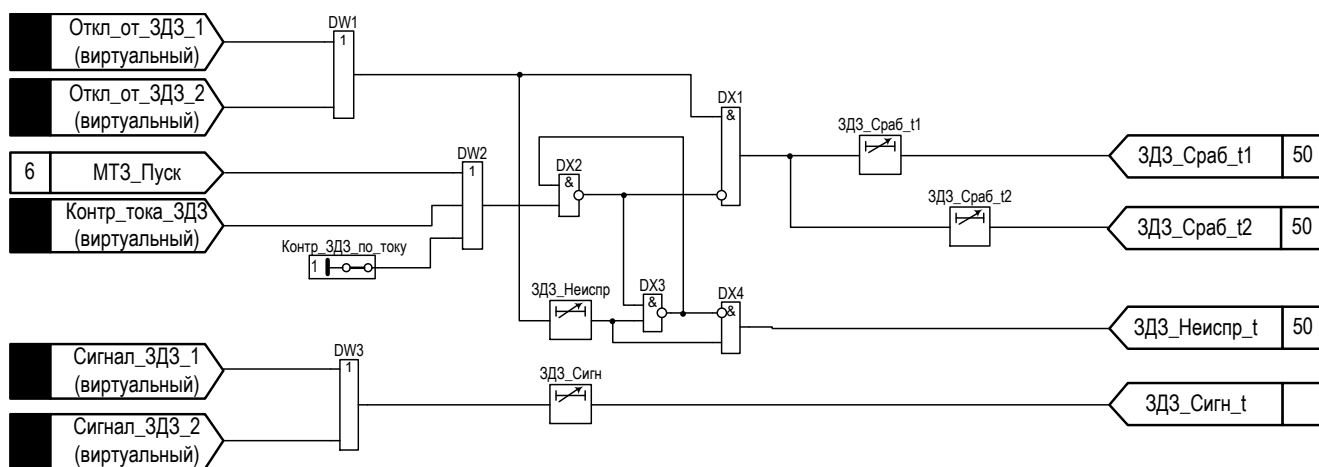


Рисунок 27 - Фрагмент функциональной схемы ЗДЗ

Таблица 42 – Выдержки времени ЗДЗ

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	
		Инв. № дубл.	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 42

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.

1.5.15 Небалансная защита (НБЗ)

1.5.15.1 Небалансная защита предназначена для защиты от внутренних повреждений, когда замыкается один ряд конденсаторов, или в ряду повреждается конденсатор. В последнем случае на оставшихся в ряду конденсаторах возникает повышение напряжения, и балансная защита не должна допустить повышения этого напряжения, свыше допустимого. Небалансная защита включается на ток небаланса каждой фазы конденсаторной батареи.

1.5.15.2 Основные характеристики трехфазных ИО тока «РТ_НБЗ-1» и «РТ_НБЗ-2» представлены в таблице 29. ИО «РТ_НБЗ-1» и «РТ_НБЗ-2» подключается к группе аналоговых цепей «ΔI Y» (см. схему подключения) и реагируют на утроенный ток нулевой последовательности фаз, рассчитанного по формуле:

$$3\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C \quad (19)$$

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

1.5.15.3 Небалансная защита имеет две ступени срабатывания. Функциональная схема небалансной защиты представлена на рисунке 28.

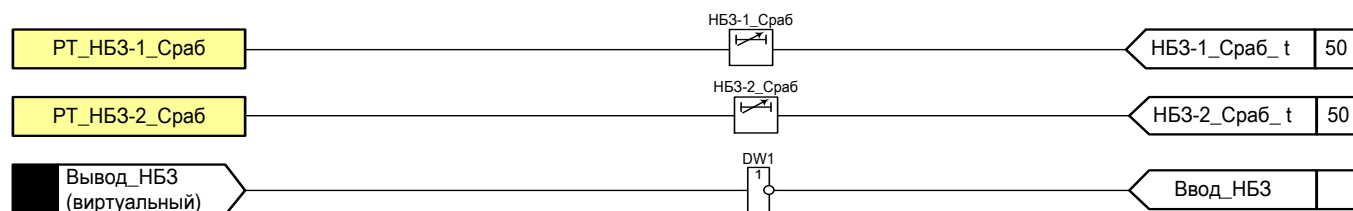


Рисунок 28 – Функциональная схема НБЗ

Таблица 43 – Выдержки времени НБЗ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
НБЗ-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала на срабатывание небалансной защиты 1	0,5	0,2-100
НБЗ-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала на срабатывание небалансной защиты 2	0,5	0,2-100

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

1.5.16 Защита от перегрузки батареи токами высших гармоник (ЗВГ)

1.5.16.1 Защита конденсаторной батареи от перегрузки высшими гармониками тока должна выполняться с выдержкой времени, которую следует принимать больше времени

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инд. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

действия устройств защиты и автоматики системы электроснабжения предприятия. Это нужно для того, чтобы не вызывать отключения конденсаторной установки до того, пока не определится схема электрической системы в результате действия автоматики.

1.5.16.2 ЗВГ имеет две ступени: ЗВГ-1, ЗВГ-2. Каждая из ступеней представляет собой совокупность измерительного органа с независимой выдержкой времени на срабатывание (см. таблицу 45). Воздействие по факту срабатывания защиты может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.28). Функциональная схема приведена на рисунке 29.

1.5.16.3 РТ ЗВГ реагирует на действующее значение максимального из трех фазных токов, вычисленное с учетом высших гармоник. Характеристики ИО представлены в таблице 44.

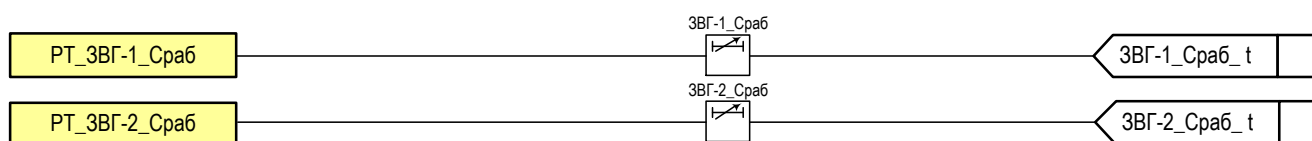


Рисунок 29 – Функциональная схема ЗВГ

Таблица 44 – Характеристики трехфазного ИО тока «РТ ЗВГ-1», «РТ ЗВГ-2»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Пусковой ток, о.е [*]	0,1 - 5	0,001
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне**	0,5 - 1	0,01
Погрешности: - основная погрешность по пусковому току, %, не более; - дополнительная погрешность по пусковому току в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; - дополнительная погрешность по пусковому току в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	2 7	не нормируется не нормируется
<p>* Уставка срабатывания «пуск» задается относительно базового тока - «Iбаз». 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 руководства ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01 РО) в пункте «Уставки векторов».</p> <p>** Только для независимой характеристики срабатывания.</p>		

Таблица 45 – Выдержки времени ЗВГ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ЗВГ-1_Сраб	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала на срабатывание защиты от перегрузки токами высших гармоник 1	0,2	0,2-100

Имп. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ЗВГ-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала на срабатывание защиты от перегрузки токами высших гармоник 2	0,5	0,2-100

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

1.5.17 Устройство автоматической частотной разгрузки (АЧР)

1.5.17.1 АЧР принимает сигналы с дискретного входа и после набора соответствующих выдержек времени 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 DT5) – внутреннее ЧАПВ.

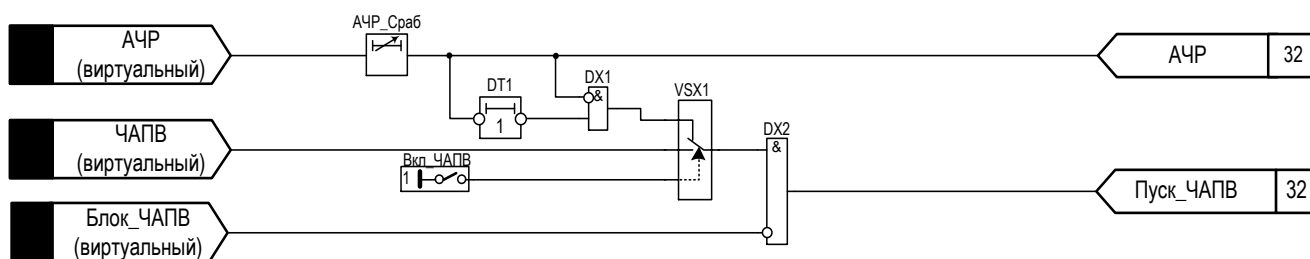


Рисунок 30 - Фрагмент функциональной схемы АЧР

Таблица 46 – Программные накладки АЧР

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

Таблица 47 – Выдержки времени АЧР

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

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

1.5.18 Частотное АПВ (ЧАПВ)

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

1.5.18.2 ЧАПВ принимает сигналы с дискретных входов АЧР, РПВ, со схемы запрета ЧАПВ, со схемы АЧР и аварийного отключения в соответствии с рисунком 32.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Инд. № подл.	017/ЭТ

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

Схема имеет регулируемые уставки готовности и срабатывания для ЧАПВ. Факт готовности ЧАПВ к действию реализуется, если предварительно выключатель был включен, и произошло его отключение по сигналу АЧР. Выдержка времени готовности 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 48 – Программные накладки ЧАПВ

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

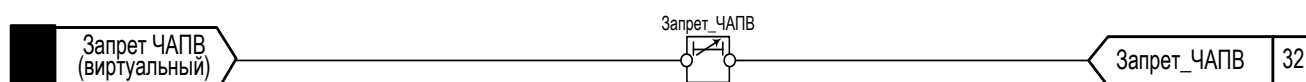


Рисунок 31 - Фрагмент функциональной схемы запрета ЧАПВ

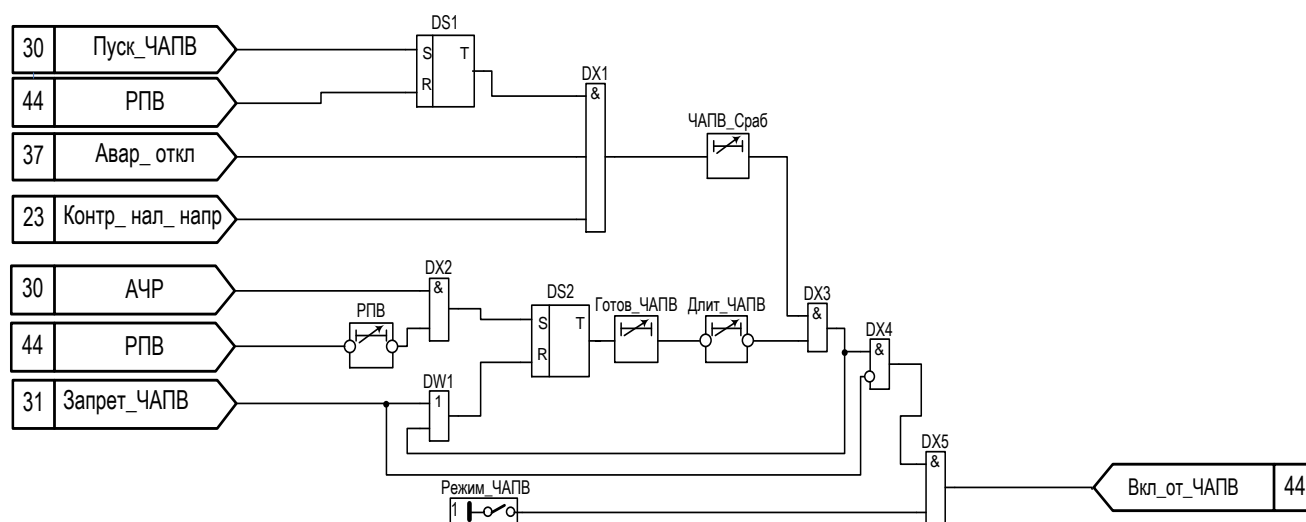


Рисунок 32 - Фрагмент функциональной схемы ЧАПВ

Таблица 49 – 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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 49

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Длит_ЧАПВ	Регулируемая выдержка времени на длительность ЧАПВ	2	0,2 – 100
Запрет_ЧАПВ	Регулируемая выдержка времени на запрет ЧАПВ	3	0,2 – 100

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

1.5.19 Автоматическое повторное включение (АПВ)

1.5.19.1 Сигнал «Запрет_АПВ» формируется в соответствии с рисунком 33. Обеспечена возможность запрета АПВ при действии на отключение внутренних и внешних защит. Действия соответствующих сигналов на запрет АПВ формируются в соответствии с матрицей отключений.

Таблица 50 – Программные накладки запрета АПВ

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

Таблица 51 – Выдержки времени запрета АПВ

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

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

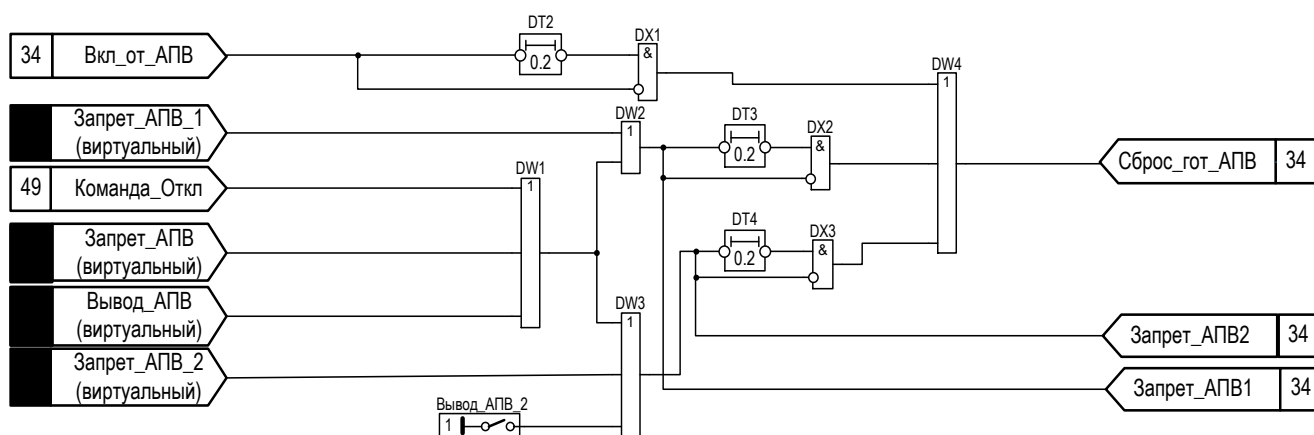


Рисунок 33 - Фрагмент функциональной схемы запрета АПВ

1.5.19.2 Функциональная схема АПВ представлена на рисунке 34. Предусмотрено два цикла АПВ и возможность работы АПВ с контролем наличия напряжения на секции шин или

Имя	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
---	------	----------------	---------	----------

«слепое» АПВ, в зависимости от положения программных накладок. Пуск схемы АПВ организуется при аварийном отключении выключателя при формировании «цепи несоответствия».

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

Таблица 52 – Программные накладки АПВ

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

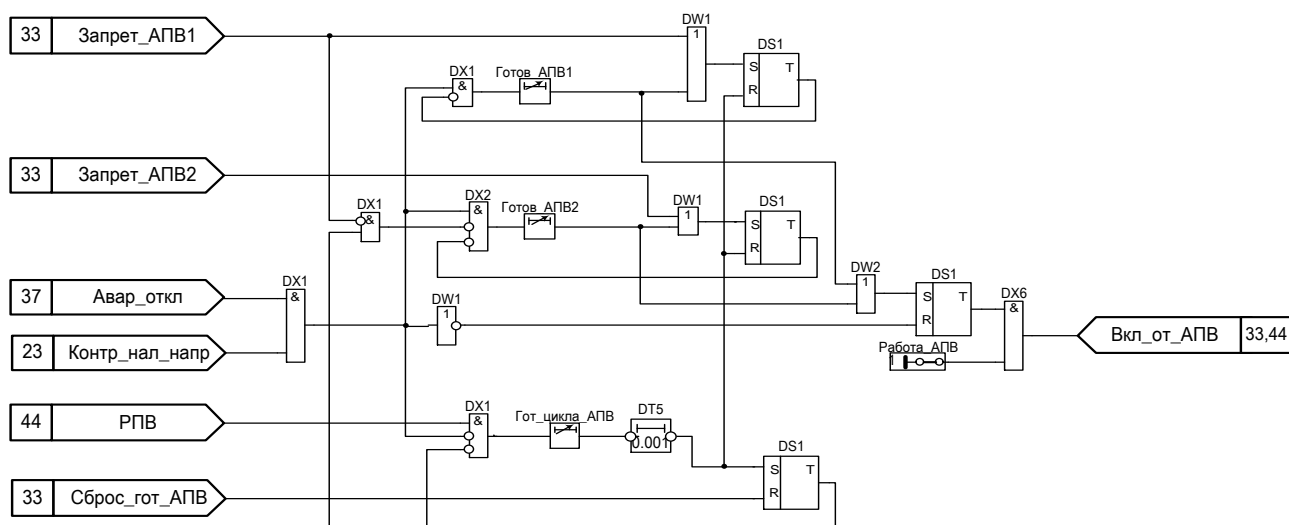


Рисунок 34 - Фрагмент функциональной схемы АПВ

Таблица 53 – Выдержки времени АПВ

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

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

1.5.20 Ограничение времени между включениями

1.5.20.1 Функция ограничения минимального времени между включениями запрещает включение конденсаторной установки в течение минимального времени между включениями. Сигнал «Включение» двигателя записывается в триггер DS1, если по каким-либо причинам

Инв. № подл. 017/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 14.06.17
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

произошло отключение конденсаторной установки, повторное включение возможно только через выдержку времени «Огран_меж_вкл», т.е. не ранее чем через 300 с [10, раздел 5].

Таблица 54 – Выдержки времени ограничения количества пусков за час и времени между пусками

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
Огран_между_вкл	Нерегулируемая выдержка времени на срабатывание	300	300-400

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

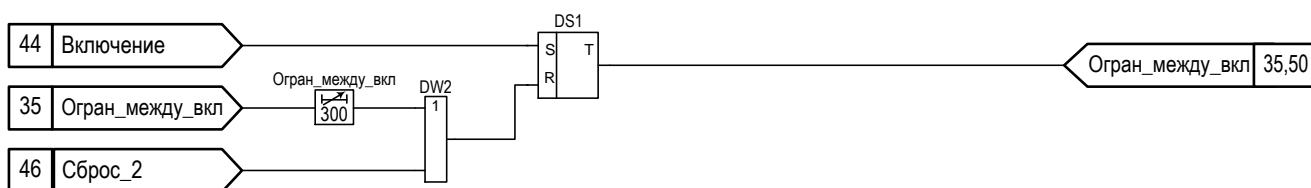


Рисунок 35 – Функциональная схема ограничения времени между включениями

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 41. 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.

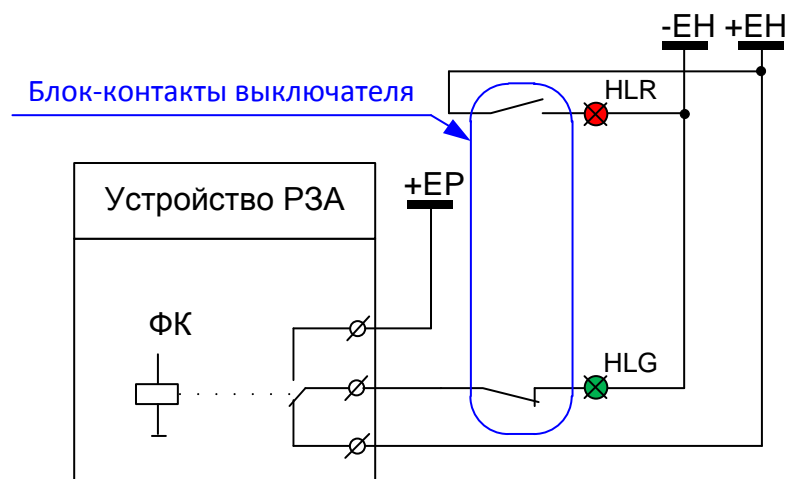
ВНИМАНИЕ: ДЛЯ КОРРЕКТНОЙ РАБОТЫ СХЕМЫ, ПРИВЕДЕННОЙ НА РИСУНКЕ 41, НЕОБХОДИМО ЧТОБЫ ПАРАМЕТРЫ КАТУШЕК УПРАВЛЕНИЯ СОЛЕНОИДАМИ ВКЛЮЧЕНИЯ/ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ, ПРИ СОБРАННОЙ ЦЕПИ ВОЗДЕЙСТВИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЛИ НАПРЯЖЕНИЕ НА ДИСКРЕТНЫХ ВХОДАХ «РПО»/«РПВ1» («РПВ2») НЕ МЕНЕЕ 75 % (ПРИ ПРИЕМЕ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ) 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!

Имя	Подп. дата
Изм.	Инд. № дубл.
Лист	Взам. инв. №
№ докум.	Подп. и дата
Петрова	14.06.17
017/ЭТ	Инд. № подл.

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.21.3 Работа цепи управления выключателем представлена на рисунках 42, 43, 44.

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.



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

Рисунок 36 – Обобщенная структурная схема цепей световой сигнализации

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

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

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ		

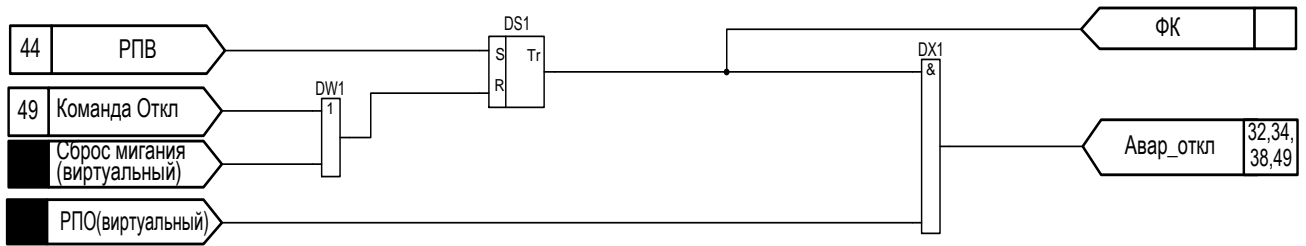


Рисунок 37 – Фрагмент функциональной схемы фиксации команд нормального и аварийного отключения

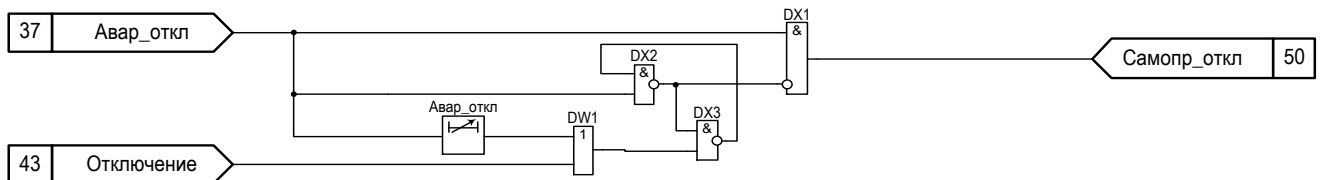


Рисунок 38 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигнала самопроизвольного отключения

1.5.21.4 Функциональная схема формирования сигнала самопроизвольного отключения выполнена в соответствии с рисунком 38.

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

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

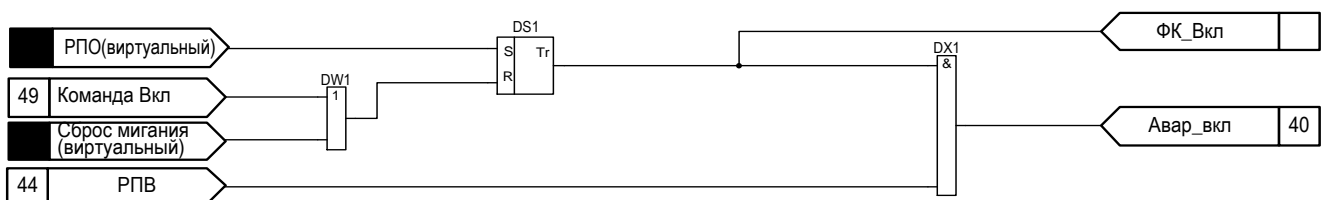


Рисунок 39 – Фрагмент функциональной схемы фиксации команд нормального и аварийного включения

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

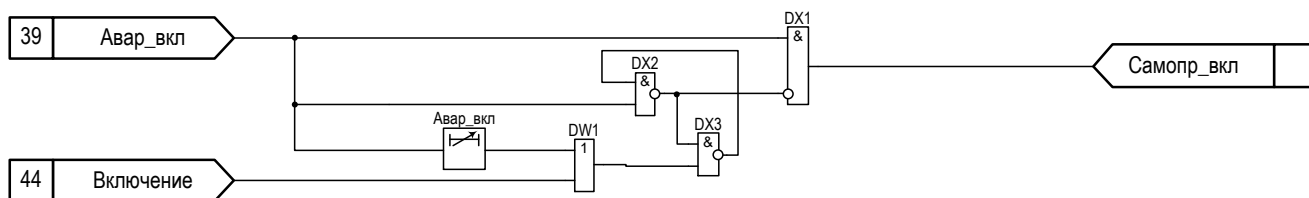


Рисунок 40 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигнала самопроизвольного включения

1.5.21.7 Функциональная схема формирования сигнала самопроизвольного включения выполнена в соответствии с рисунком 40.

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

1.5.21.9 Предусмотрена работа контроля цепей управления в соответствии с рисунком 42.

Выходной сигнал «Неиспр_ЦУ» формируется по следующим причинам:

- одновременное присутствие или отсутствие в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ» сигналов «РПО», «РПВ1» и «РПВ2»;
- наличие на дискретных входах терминала одновременно сигналов «РКО» и «РКВ» в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ»;
- отсутствие входного дискретного сигнала «Автомат_ШП», контролирующего наличие напряжения на шинах питания (управления);
- длительное протекание тока по катушкам отключения или включения выключателя в течение выдержки времени «Неиспр_ЦУ», при котором формируются сигналы «Задержка отключения» и «Задержка включения» в соответствии с рисунками 43 и 44;
- длительное наличие на дискретном входе сигнала «Привод_не_готов», свидетельствующее о неисправности в приводе высоковольтного выключателя. Время, определяющее наличие неисправности задается соответствующей выдержкой времени (см. таблицу 56);
- наличие на дискретном входе сигнала «Блокировка управления», блокирующем работу автоматики управления выключателем (АУВ). Данный сигнал используется для блокировки работы выключателя, например, при сигнализации о низком и/или аварийном давлении электротехнического газа в высоковольтном выключателе.

ВНИМАНИЕ: ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ «АВТОМАТ_ШП», «ПРИВОД_НЕ_ГОТОВ» ИМЕЮТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГРАММНОЙ ИНВЕРСИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДОВ ТЕРМИНАЛА ЧЕРЕЗ ДИСПЛЕЙ ТЕРМИНАЛА ИЛИ КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ЕКРАSMS-SP (СМ. СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РУКОВОДСТВА ЭКРА.650321.001 РЭ И ЭКРА.00006-07 34 01). КОНТРОЛЬ СИГНАЛА «РПВ 2» ВЫВОДИТСЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ЛОГИЧЕСКОЙ НАКЛАДКОЙ (СМ. ТАБЛИЦУ 55)!

Инв. № подл.	017/ЭТ			
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.
Взам. инв. №				
Инв. № дубл.				
Подп. и дата	Петрова 14.06.17			
Подп. дата				
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ				
				Лист
				68

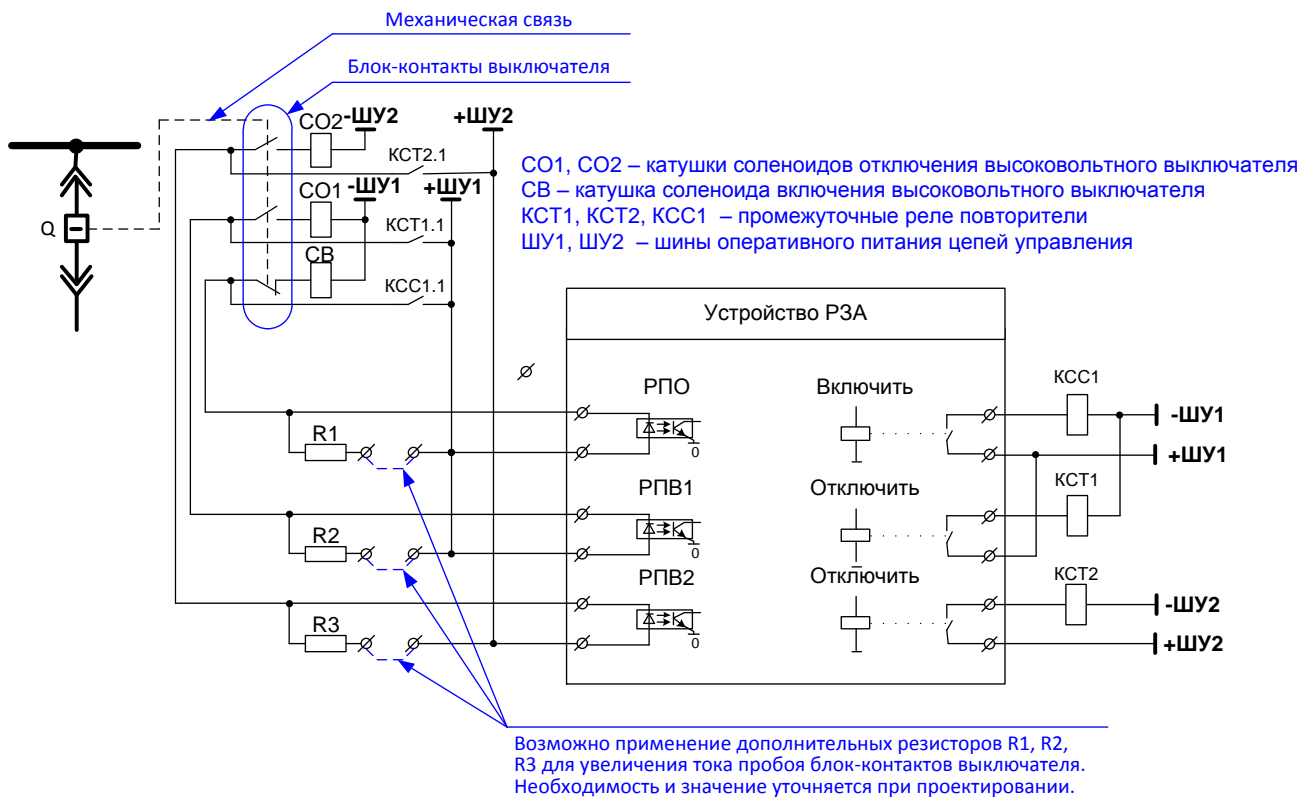


Рисунок 41 – Обобщенная структурная схема соединений цепей управления высоковольтного выключателя с применением катушек управления

Таблица 55 – Программные накладки контроля ЦУ

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

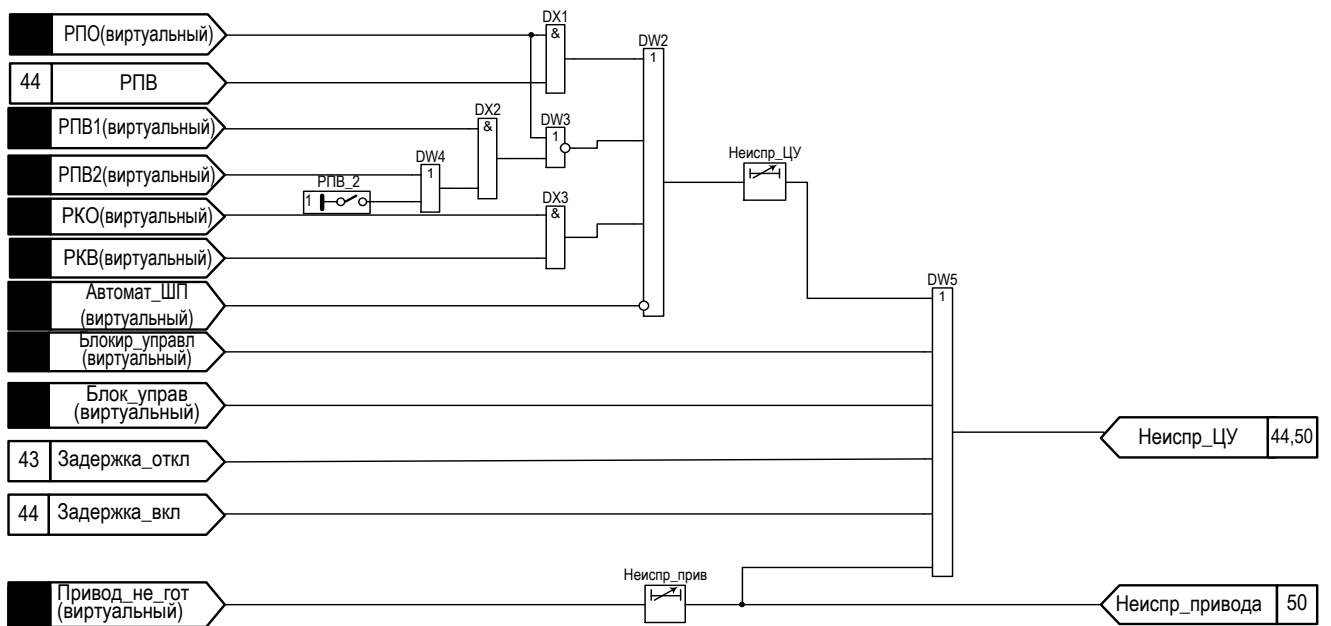


Рисунок 42 – Фрагмент функциональной схемы контроля цепей управления (ЦУ)

Имя: 017/ЭТ
 Подп. и дата: Петрова 14.06.17
 Взам. инв. №:
 Инв. № дубл.:
 Подп. дата:

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 56 – Выдержки времени контроля ЦУ

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

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

1.5.22 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 43.

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

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

1.5.22.5 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», предусмотренной для надежного отключения выключателя, снимается подхват сигнала отключения, блокируется действие сигнала «Задержка отключения». Если реле РПО не срабатывает, то с регулируемой выдержкой времени «Огран_сигн_Откл» после возникновения сигнала отключения формируется сигнал «Задержка_откл», который свидетельствует об отказе выключателя.

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

Имп. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 57 – Выдержки времени контроля ЦО

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

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

Таблица 58 – Программные накладки ЦО

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

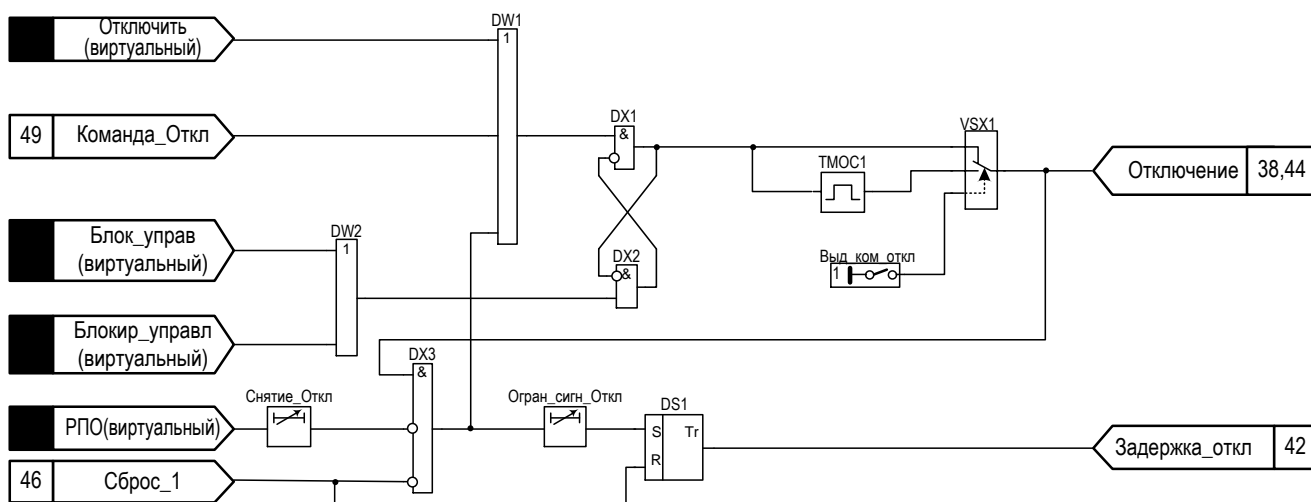


Рисунок 43 – Фрагмент функциональной схемы ЦО

1.5.23 Цепи включения выключателя

Функциональная схема цепей включения выключателя приведена на рисунке 44.

Сигнал «Включение» формируется при возникновении следующих ситуаций:

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

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

- появление сигнала «Отключение»;
- появление сигнала «Блокировка управления»;
- появление сигнала «Привод_не_готов»;
- появление сигнала «Неиспр_ЦУ»;

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

Таблица 59 – Программные накладки ЦВ

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

Таблица 60 – Выдержки времени ЦВ

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

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

Имя	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
017/ЭТ	1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17

Подп. дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата
Петрова 14.06.17

Изм. № подл.

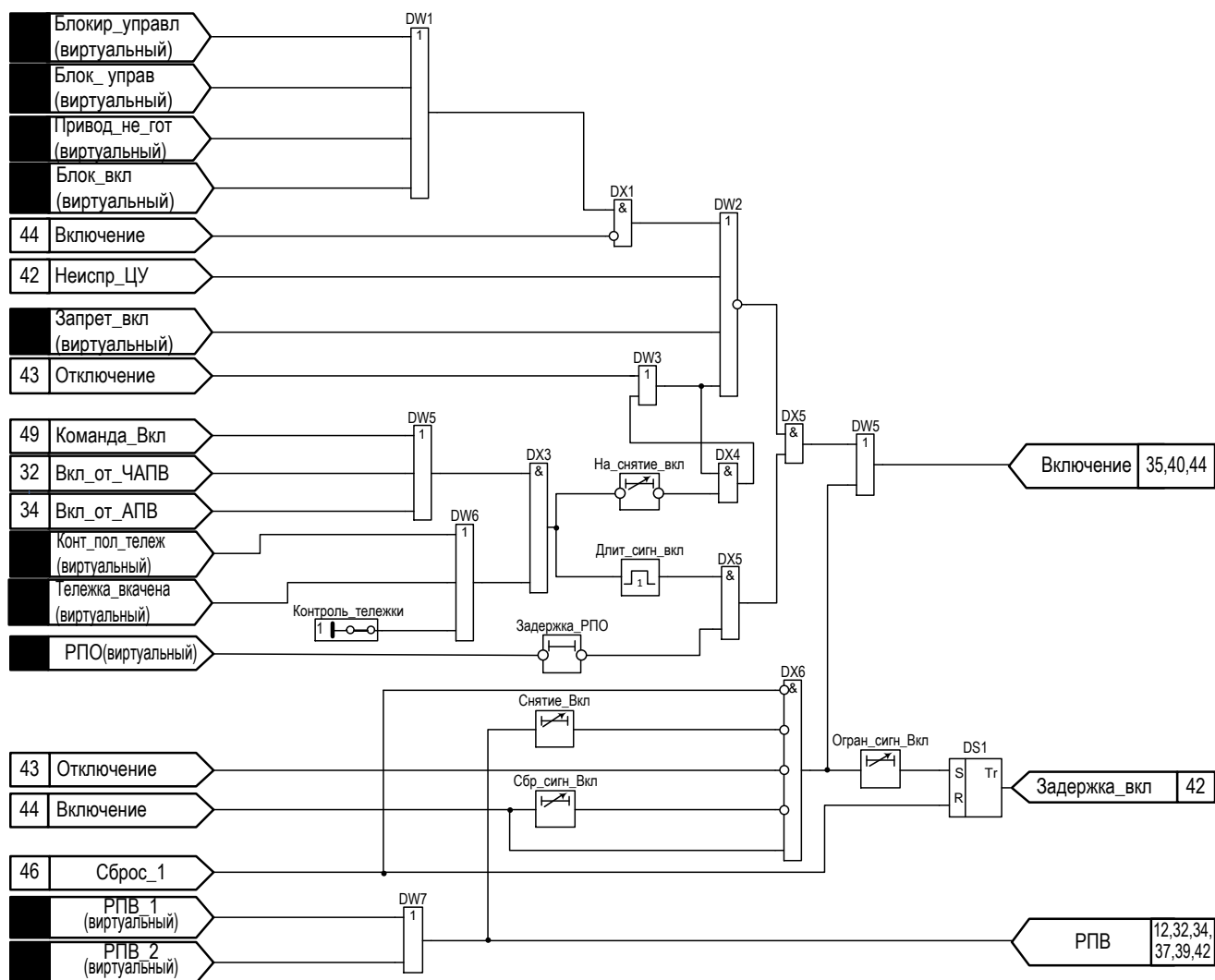


Рисунок 44 – Фрагмент функциональной схемы ЦВ

1.5.24 Внешнее отключение и подхват РПО

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

1.5.24.2 В соответствии с приведенной функциональной схемой сигнал «Внешнее отключение» формируется при срабатывании одноименных дискретных входов. При этом один из них является «жестко» привязанным, а еще два конфигурируемыми. Для корректной работы защит и/или функций, использующих в своей работе подхват сигнала «РПО», обязательным условием является превышение величины выдержки времени «РПО» (см. таблицу 61) максимального значения выдержек времени на срабатывание соответствующих защит и/или функций.

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	

Инв. № подл.	017/ЭТ				
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

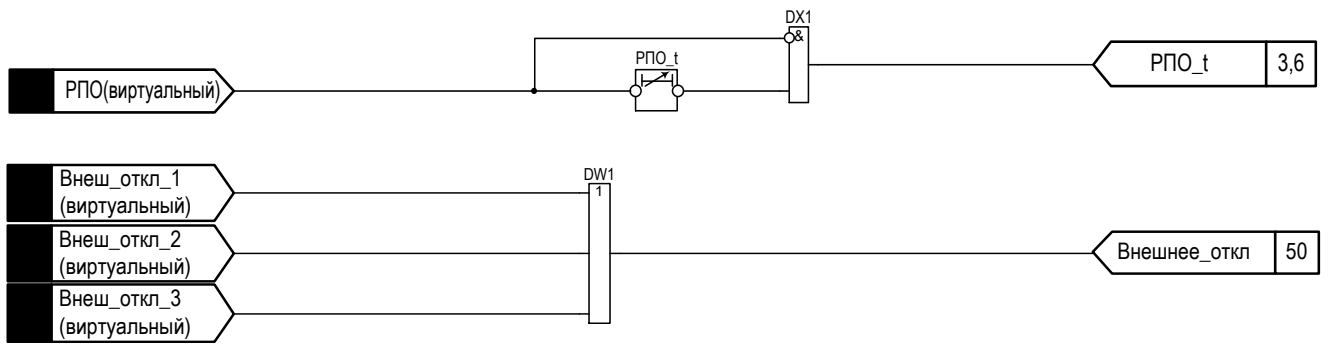


Рисунок 45 – Фрагмент функциональной схемы подхвата РПО и ограничения длительности сигнала внешнего отключения

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 61 – Выдержки времени схемы подхвата РПО

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

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

1.5.25 Формирование сигнала «Сброс»

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

Таблица 62 – Выдержки времени формирования сигнала Сброс

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ТМО11	Моностабильная константа	1	0,1 – 10
ТМО12	Моностабильная константа	1	0,1 – 10

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

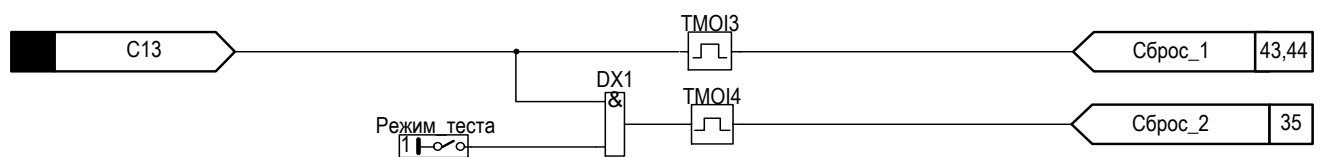


Рисунок 46 – Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов

Имя	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

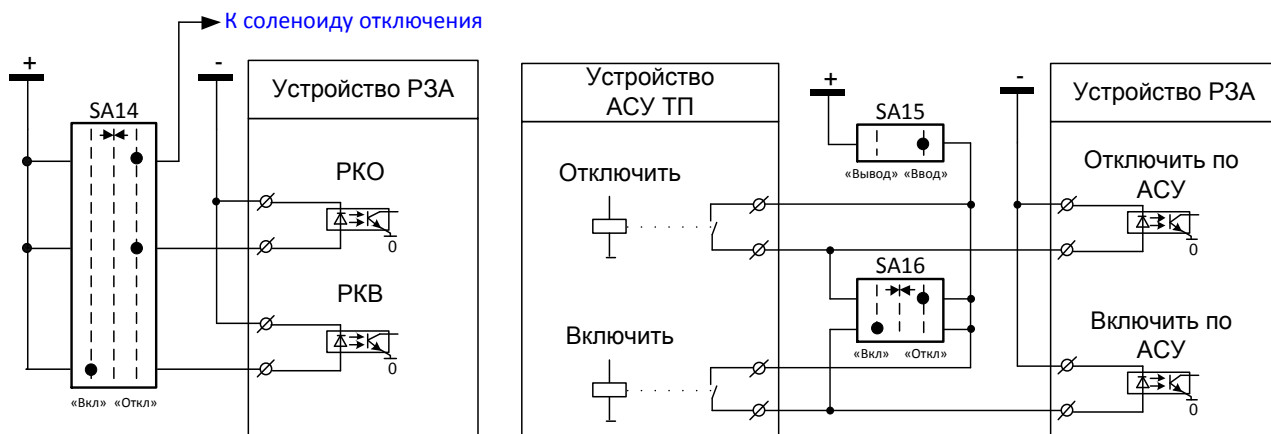
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
---	------	----------------	---------	----------

1.5.26 Формирование сигналов Команд «Отключить» и «Включить»

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

1.5.26.2 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 ниже (схема может быть уточнена при конкретном проектировании). Учет сигнала «Дистанционное управление» вводится с помощью программной накладки «Контроль сигнала дистанционное управление» (см. таблицу 63). 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».

1.5.26.3 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 63). 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.



SA14 – Местный ключ управления
SA15 – Ключ ввода дистанционного управления
SA16 – Дистанционный ключ управления

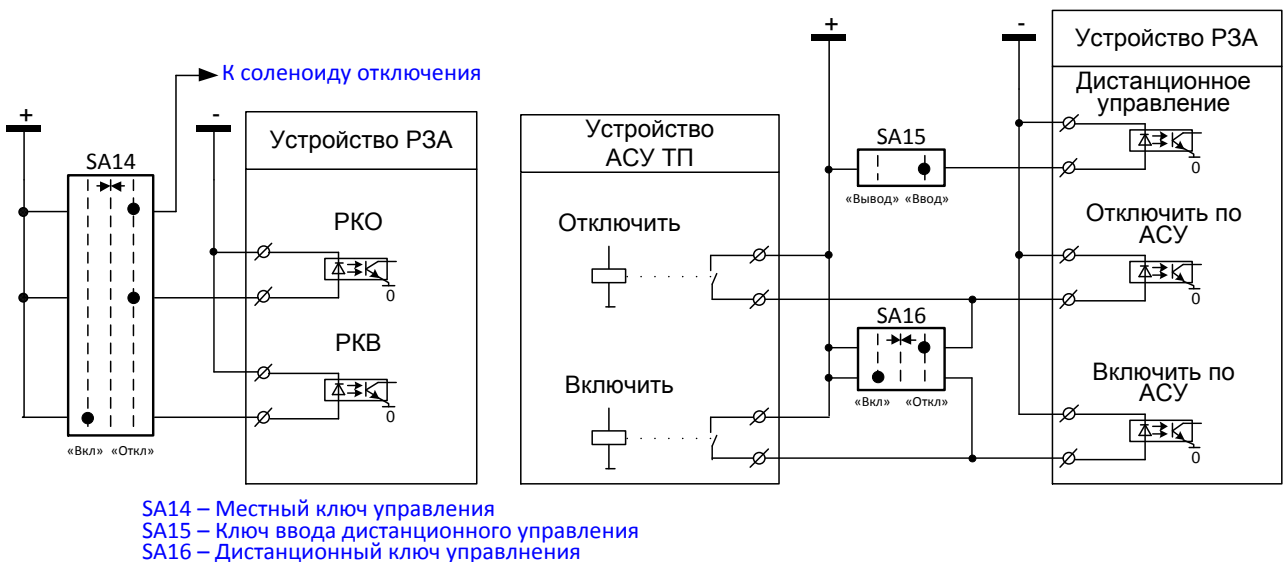
Рисунок 47 – Пример схемы подключения оперативных ключей управления. Вариант 1

Таблица 63 – 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

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



SA14 – Местный ключ управления
 SA15 – Ключ ввода дистанционного управления
 SA16 – Дистанционный ключ управления

Рисунок 48 – Пример схемы подключения оперативных ключей управления. Вариант 2

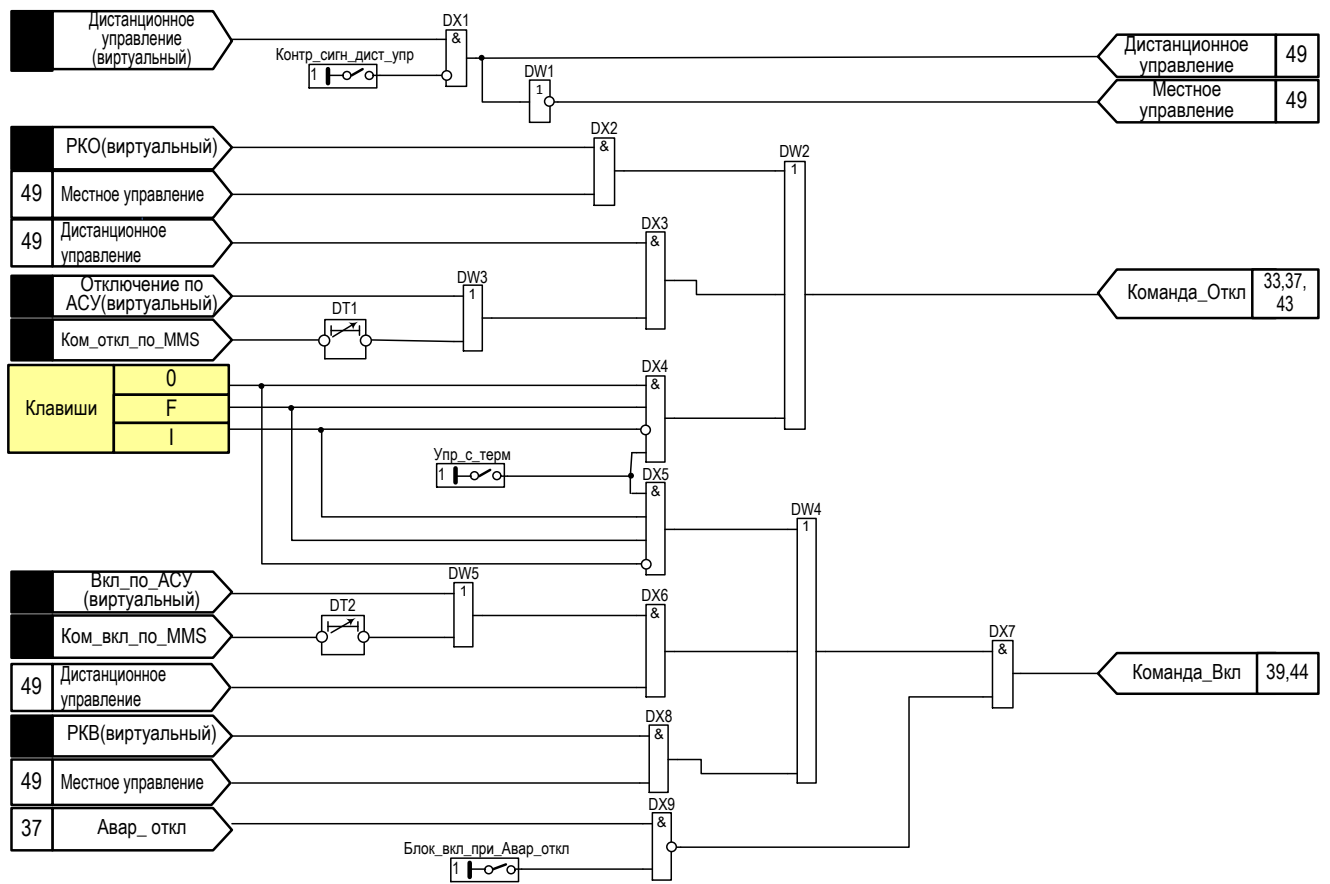


Рисунок 49 – Фрагмент функциональной схемы формирования сигналов Команд «Отключить» и «Включить»

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:

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

$$R_{ост} < R_{доп}, \quad (20)$$

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

Таблица 64 – Уставки при отключении выключателя

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

Ив. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 65 – Уставки при включении выключателя

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

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

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

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

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

$$R_{ост} = R_{нач} - \sum R_{откл,i} - \sum R_{вкл,i}, \% \quad (21)$$

$$R_{откл,i} = \frac{1}{N_{откл.доп..i}} \cdot 100, \% \quad (22)$$

$$R_{вкл,i} = \frac{1}{N_{вкл.доп..i}} \cdot 100, \% \quad (23)$$

Инва. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инва. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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 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».

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.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ		

Матрица отключения																																							
Входы матрицы	Выход матрицы (М)	VO1.1_Пуск сх_уров	VO1.2_Блок управ.	VO1.3_Отключить	VO1.4_Запрет вкл	VO1.5_Неисправность	VO1.6_Запрет АПВ	VO1.7_Запрет ЧАПВ	Выход 1	Выход 2	Выход 3	Выход 4	Выход 5	Выход 6	Выход 7	Выход 8	Выход 9	Выход 10	Выход 11	Выход 12	Выход 13	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		
	Цель отключения	Пуск схемы УРОВ	Блок. управ.	Отключить	Запрет включения	Неисправность	Запрет АПВ	Запрет ЧАПВ	Выход 1	Выход 2	Выход 3	Выход 4	Выход 5	Выход 6	Выход 7	Выход 8	Выход 9	Выход 10	Выход 11	Выход 12	Выход 13	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		
MT3-1 Сраб t1	MT3-1 сраб. t1	+																																					
MT3-1 Сраб t2	MT3-1 сраб. t2	+	+																																				
PT MT3-2 Откл	PT MT3-2 Откл.		+																																				
MT3-2 Сраб t1	MT3-2 сраб. t1	+		+																																			
MT3-2 Сраб t2	MT3-2 сраб. t2	+		+																																			
PT MT3-3 Откл	PT MT3-3 Откл.		+																																				
MT3-3 Сраб t1	MT3-3 сраб. t1	+		+																																			
MT3-3 Сраб t2	MT3-3 сраб. t2	+		+																																			
Неиспр ТН	Неисправность ТН					+																																	
ЗОЗЗ Сраб t	ЗОЗЗ сраб.	+		+																																			
ЗОЗЗ-2 Сраб t	ЗОЗЗ-2 сраб.	+		+																																			
ЗП Откл t1	ЗП откл. t1	+		+																																			
ЗП Откл t2	ЗП откл. t2	+		+																																			
ЗНР Сраб t	ЗНР сраб.			+																																			
ЗМН-1 Сраб t	ЗМН-1 сраб.			+																																			
ЗМН-2 Сраб t	ЗМН-2 сраб.			+																																			
ЗПН Сраб t	ЗПН сраб.			+																																			
НБЗ-1 Сраб t	НБЗ-1 сраб.	+		+																																			
НБЗ-2 Сраб t	НБЗ-2 сраб.	+		+																																			
Ускорение t	Ускорение МТЗ			+																																			
ЗДЗ Сраб t1	ЗДЗ сраб. t1	+		+																																			
ЗДЗ Сраб t2	ЗДЗ сраб. t2	+		+																																			
ЗДЗ Неиспр t	ЗДЗ неиспр.					+																																	
АЧР	АЧР																																						
Авар откл	Аварийное отключение																																						
Самопр откл	Самопроизв. отключение																																						
Неиспр ЦУ	Неисправность ЦУ					+																																	
Неиспр привода	Неисправность привода					+																																	
Внешнее откл	Внешнее отключение	+		+																																			
Огран между вкл	Огран. между вкл.					+																																	
P Q 0%	Ресурс выкл. Q= 0%		+																																				

Рисунок 50 – Матрица отключения

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).

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.7 Средства измерений, инструмент и принадлежности

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

1.8 Маркировка и пломбирование

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

1.9 Упаковка

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

Инв. № подл.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ				Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					81

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.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ	Лист
													82
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									

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

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

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

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

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

2.4 Возможные неисправности и методы их устранения

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

Инв. № подл.	017/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17				83
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Подп. дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ					

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.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					Лист
							1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
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.	017/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 14.06.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 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 66.

Таблица 66 - Сведения о содержании цветных металлов

Типоисполнение терминала	Суммарная (расчётная) масса цветных металлов и их сплавов, содержащихся в изделии и подлежащих сдаче в виде лома, кг
	Вид металлолома по ГОСТ 1639-2009
	Медь 13
	Возможность демонтажа деталей и узлов при списании изделия
	Частично
ЭКРА 217(А) 1601	0,1929

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

86

Приложение А

(обязательное)

Карта заказа ЭКРА 217(А) 1601

(терминал защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии к БСК)

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 ЭКРА 217 1601 – 61 (типовое)	<input type="checkbox"/> E1 =110	<input type="checkbox"/> УХЛ3.1 (типовое исполнение)
<input type="checkbox"/> АЭС ЭКРА 217А 1601 – 61	<input type="checkbox"/> E2 =220	<input type="checkbox"/> расширенный УХЛ3.1 (до минус 40 °С, без дисплея)
	<input type="checkbox"/> E4 ~220	<input type="checkbox"/> О4

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

2. Дополнительные параметры (заполняется при необходимости)

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

* Выбирается только при поставке на АЭС.

3. Интерфейсы для подключения к локальной сети

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

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

Инд. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

4. Параметры защищаемого объекта

4.1. Данные для реализации защиты от замыканий на землю

Режим заземления нейтрали сети*	<input type="checkbox"/> изолированная <input type="checkbox"/> Резистивное заземление <input type="checkbox"/> компенсированная
Первичный ток замыкания на землю, А (при наличии соответствующего расчета)	Место для ввода текста.
Подключение защиты от замыканий на землю	<input type="checkbox"/> к ФТНП <input type="checkbox"/> к ТТНП (типовое) Тип ТТНП: Место для ввода текста.
Коэффициент трансформации ТТНП (w_2/w_1)	Место для ввода текста. / Место для ввода текста.

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

5. Характеристики терминала

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

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

Инд. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

6. Дополнительное оборудование для организации локальной сети

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

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

7. Комплект деталей и присоединений

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

8. Дополнительные требования

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

Ив. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Приложение Б

(справочное)

Характеристические кривые зависимых выдержек времени

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

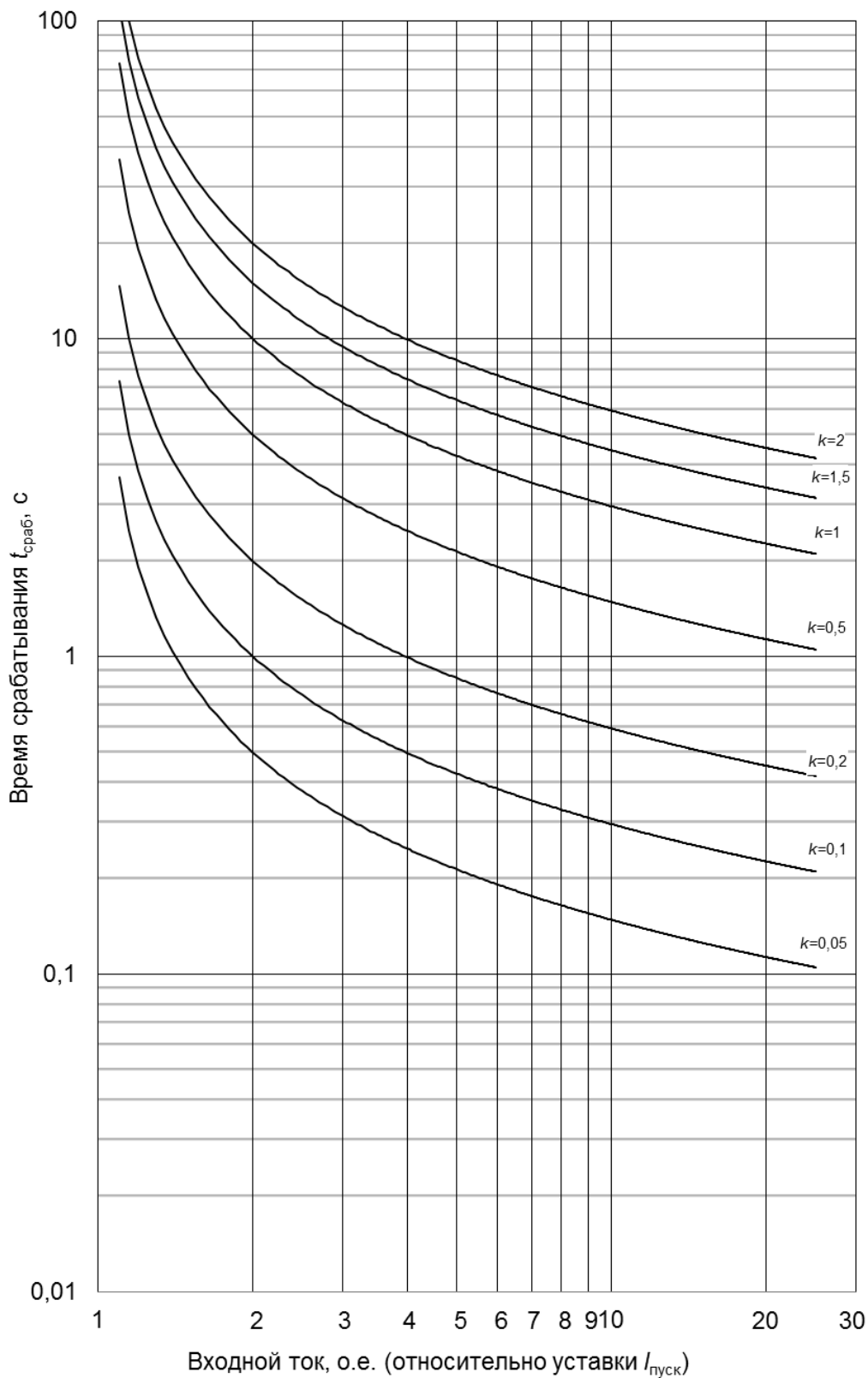


Рисунок Б.1 – Нормально инверсная МЭК

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

90

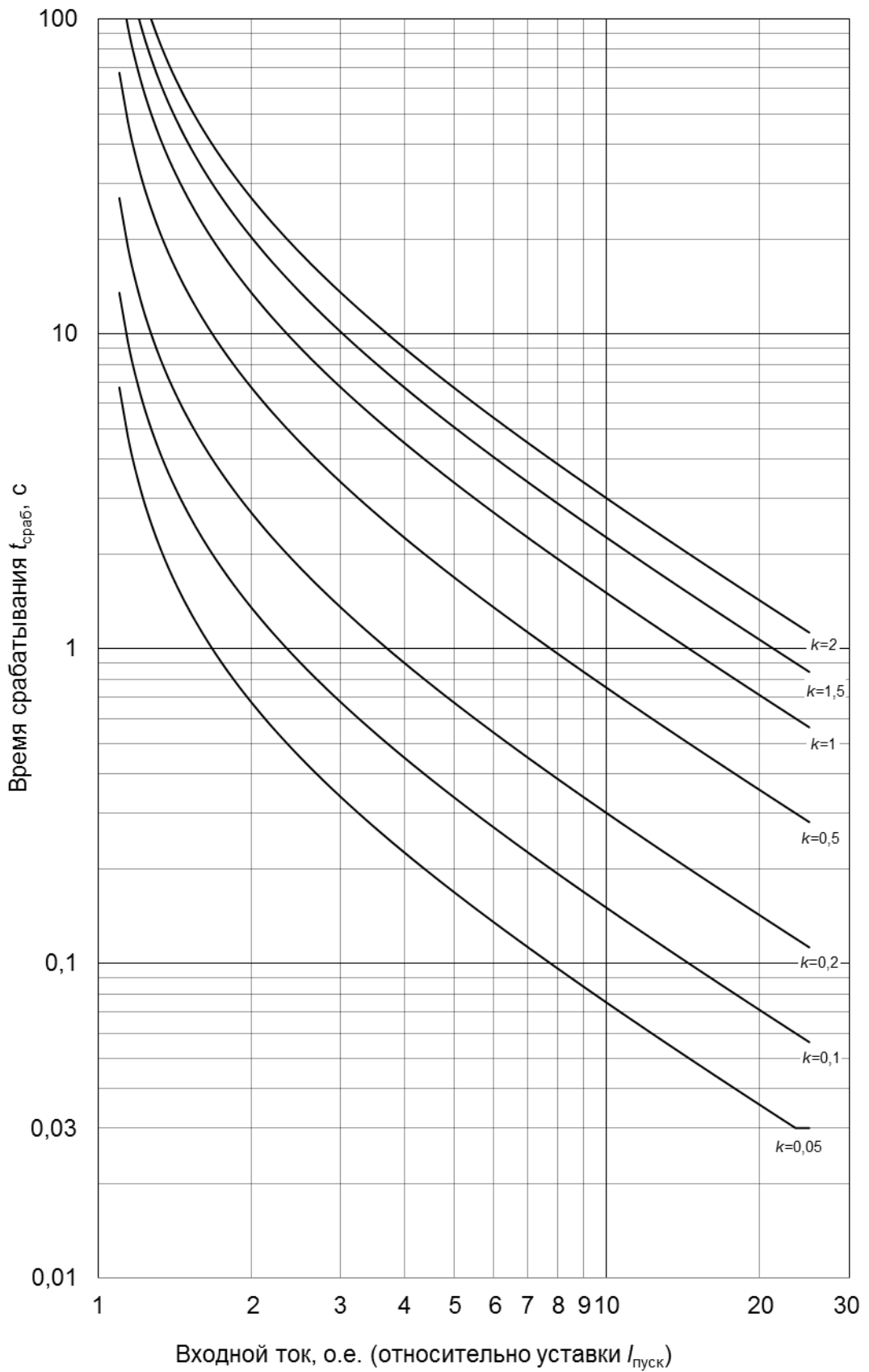
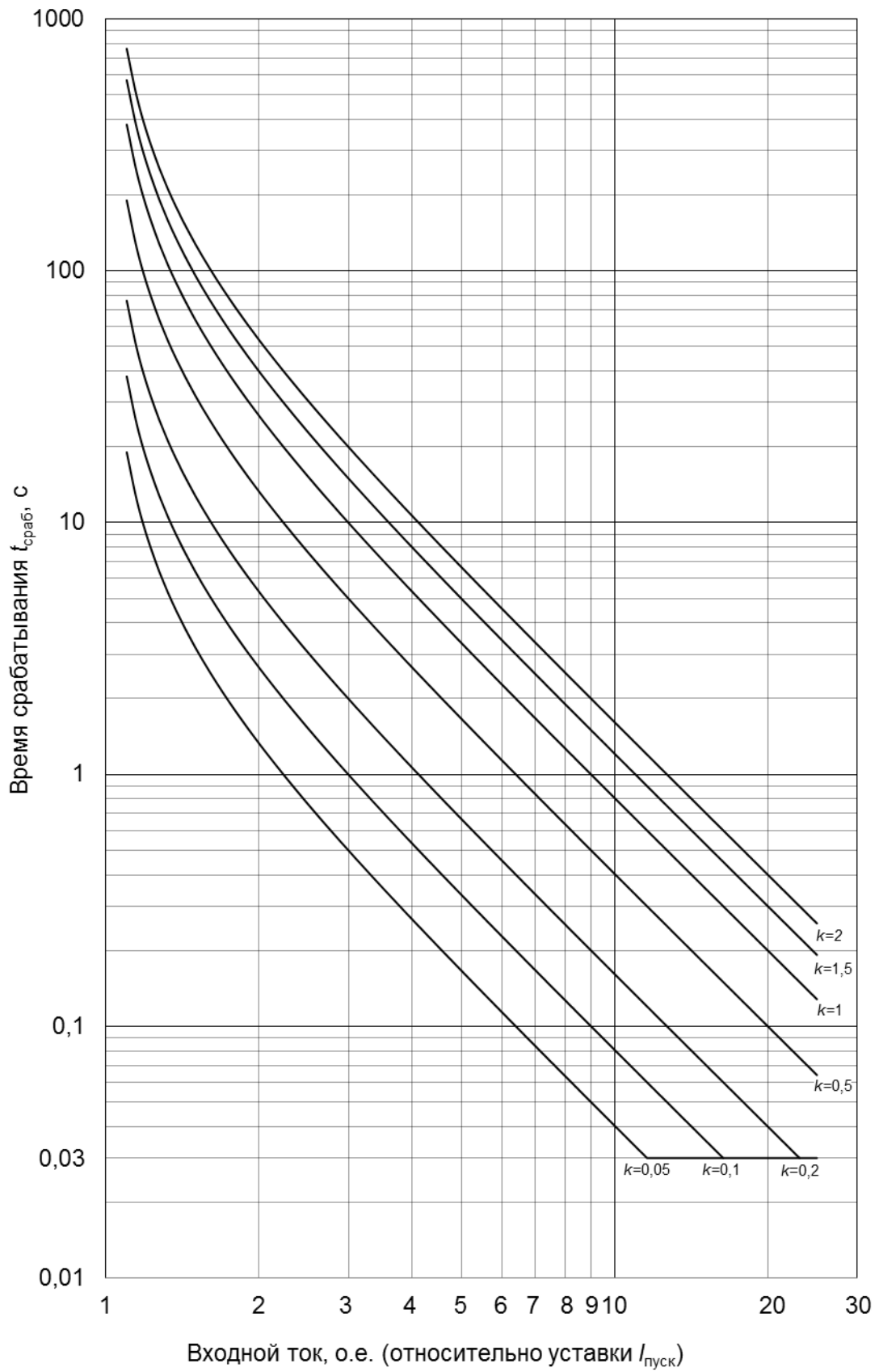


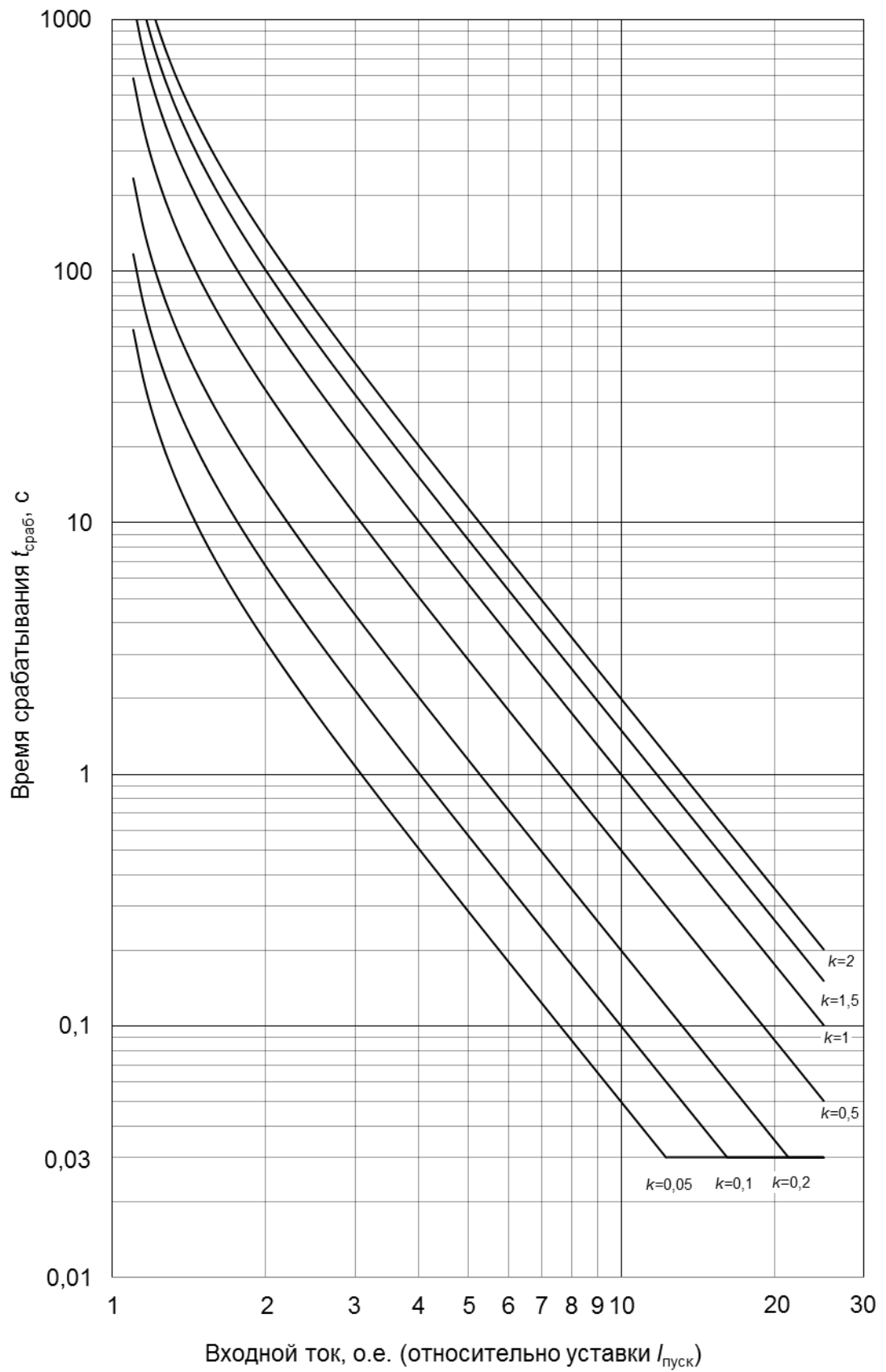
Рисунок Б.2 – Сильно инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

93

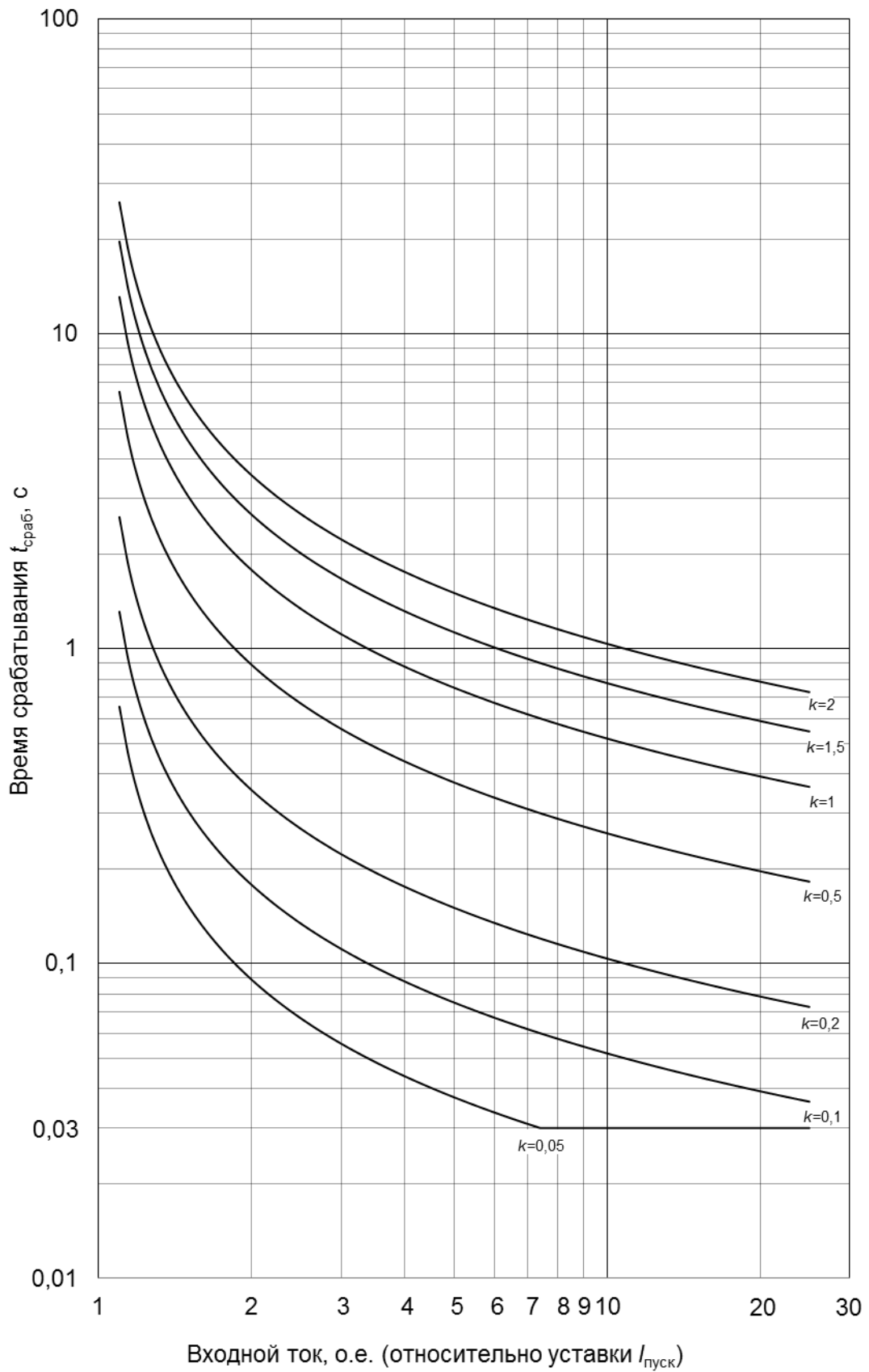


Рисунок Б.5 – Быстро инверсная МЭК

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

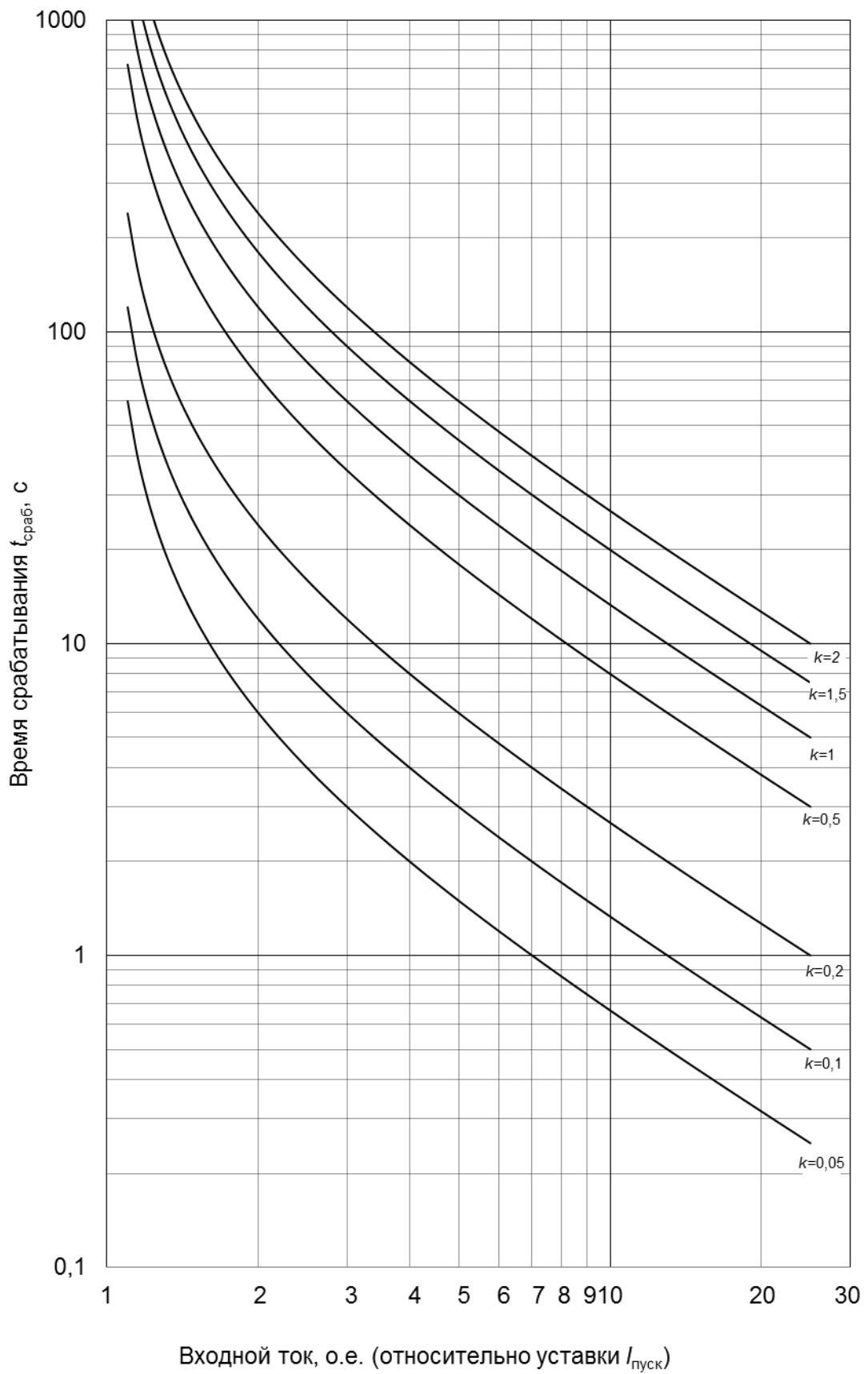
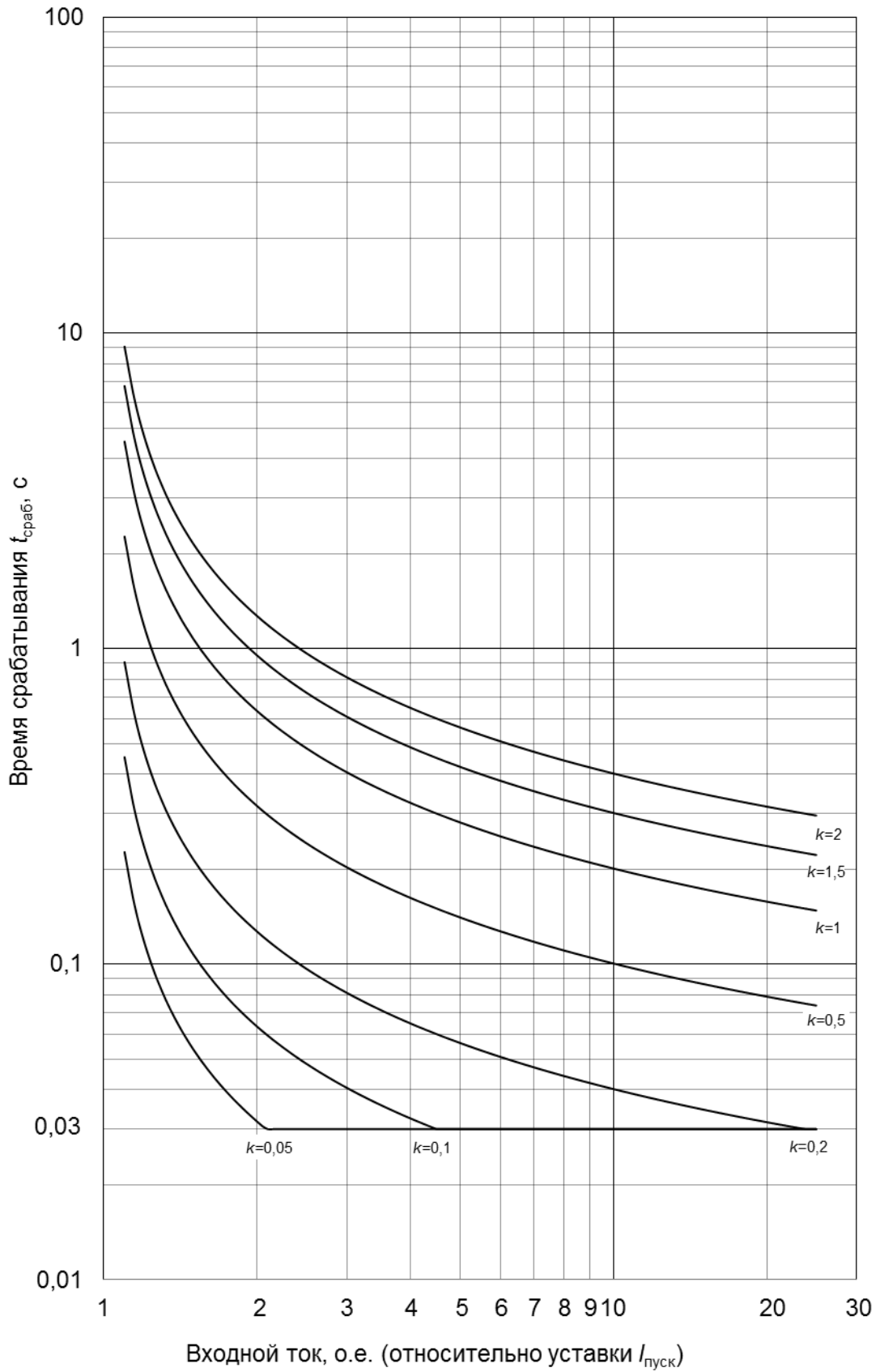


Рисунок Б.6 – Длительно инверсная МЭК

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ



Инв. № подл.	017/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

96

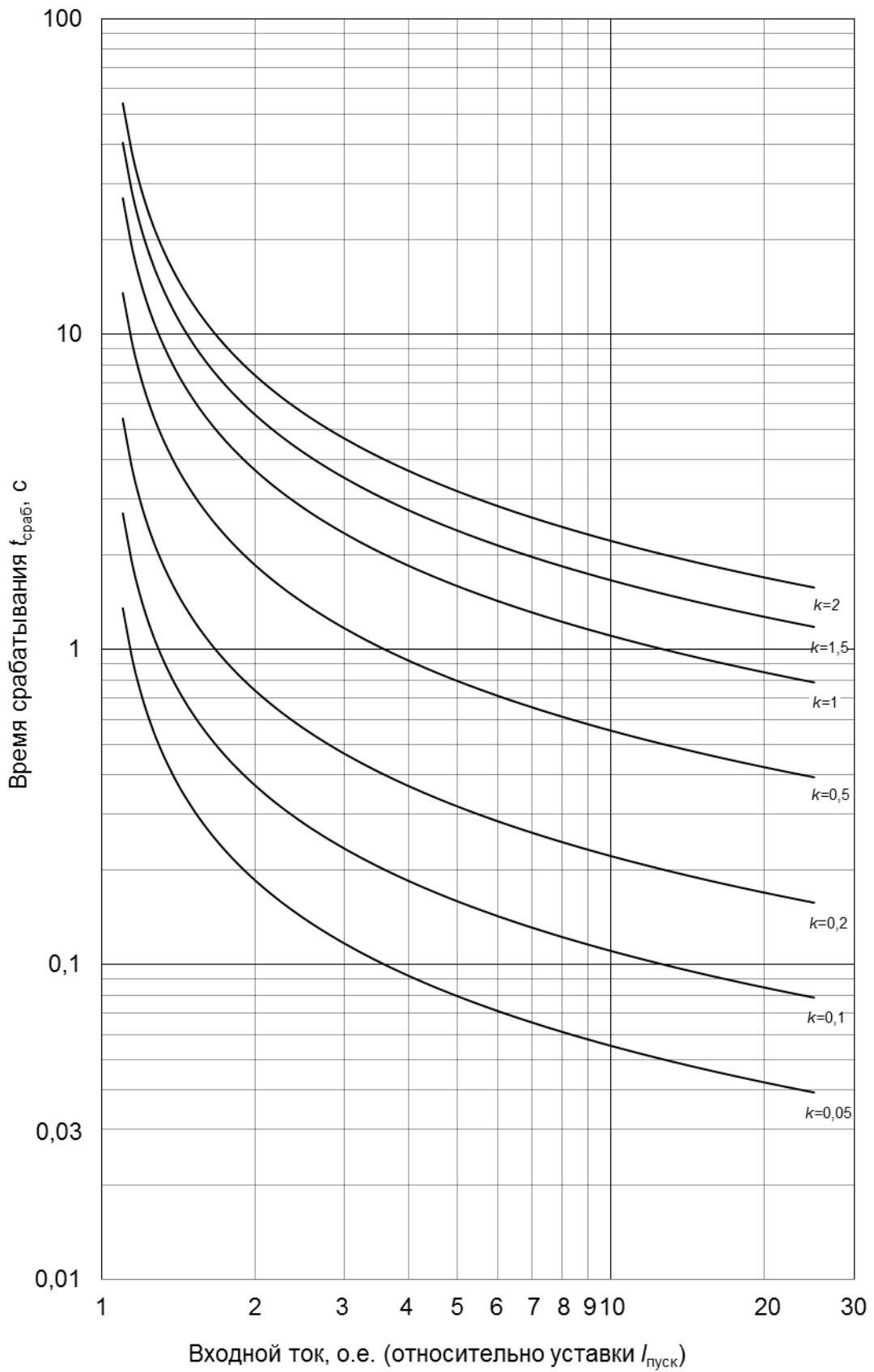


Рисунок Б.8 – Умеренно инверсная ANSI

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

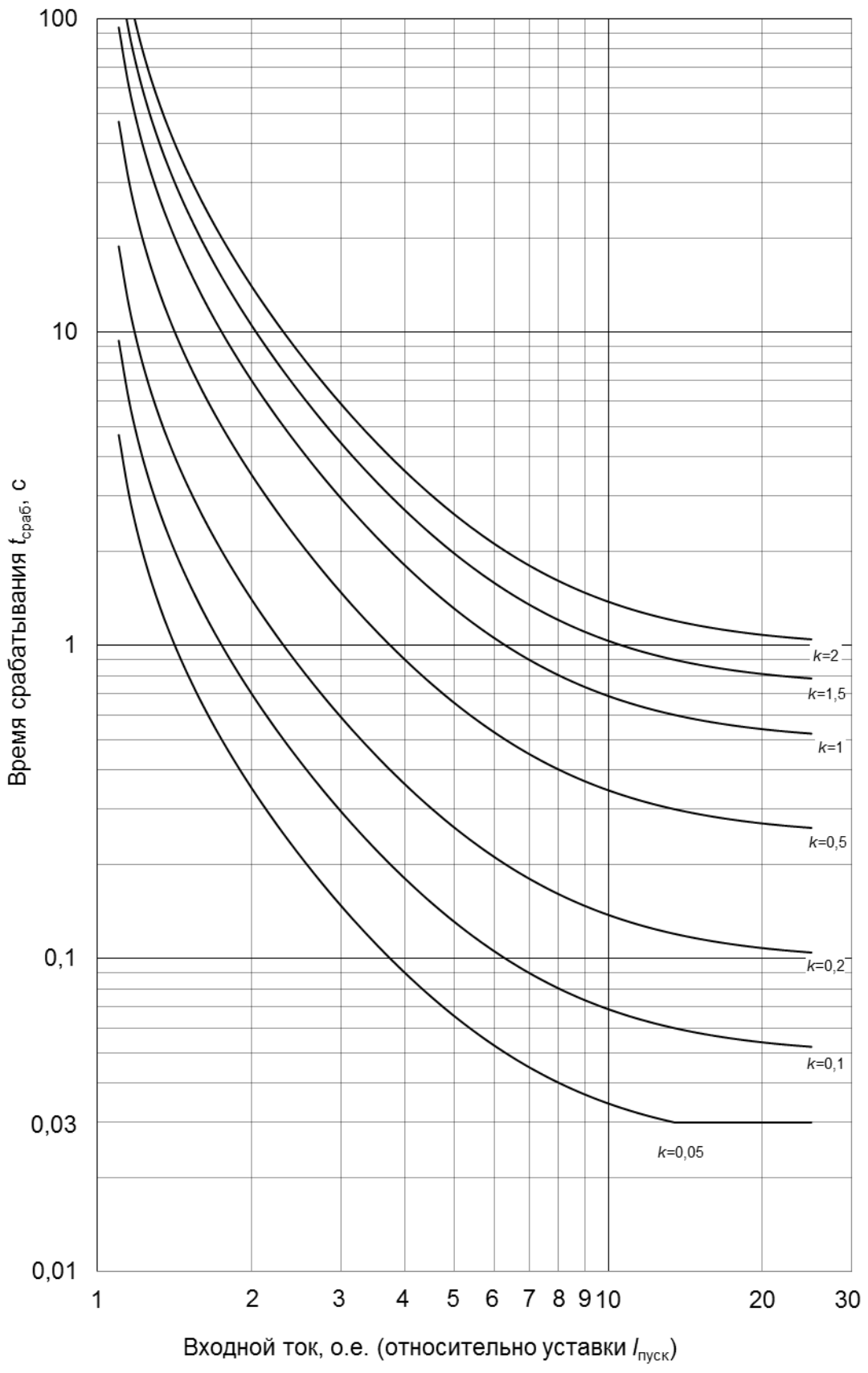


Рисунок Б.9 – Сильно инверсная ANSI

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

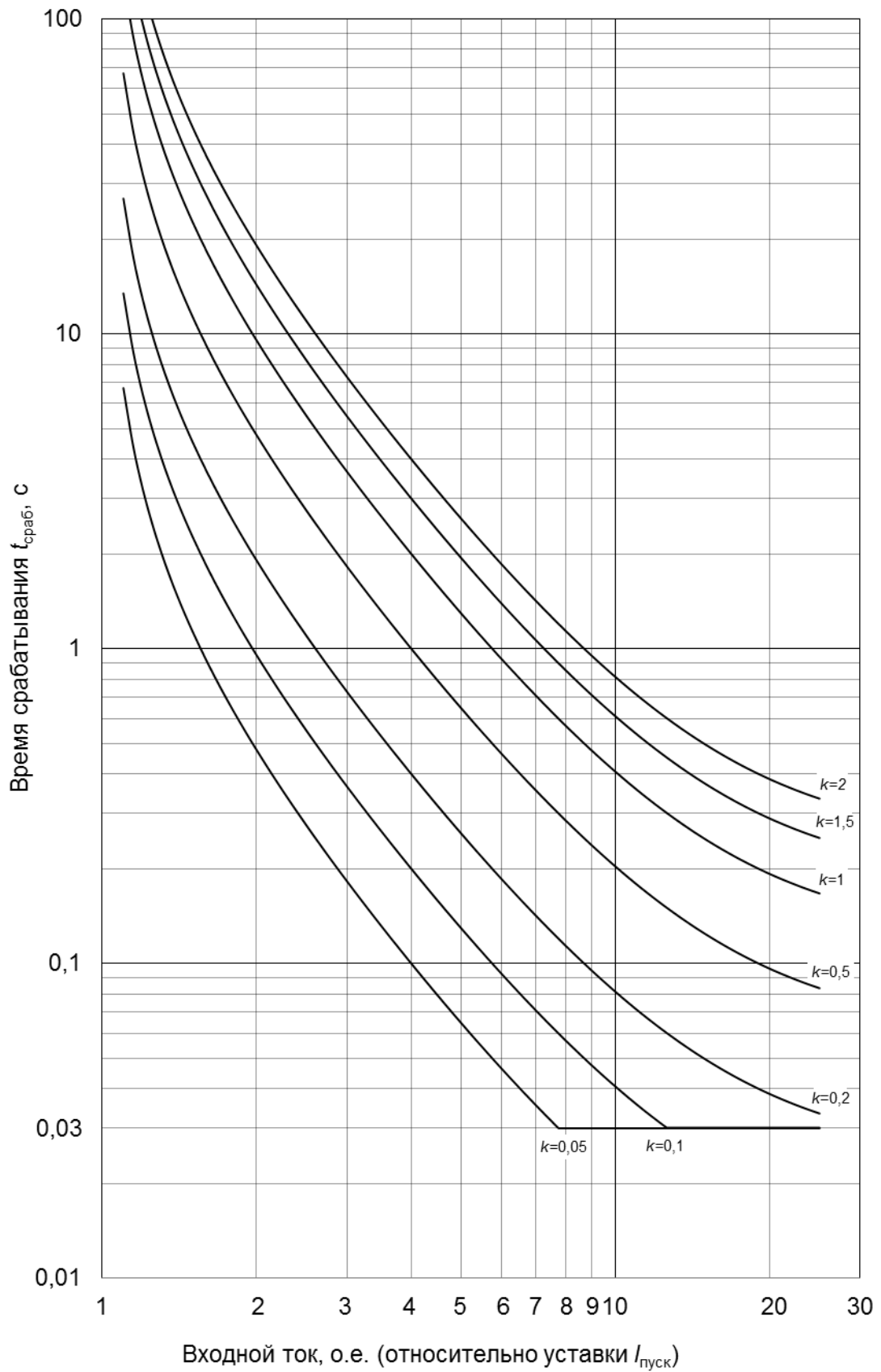


Рисунок Б.10 – Чрезвычайно инверсная ANSI

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

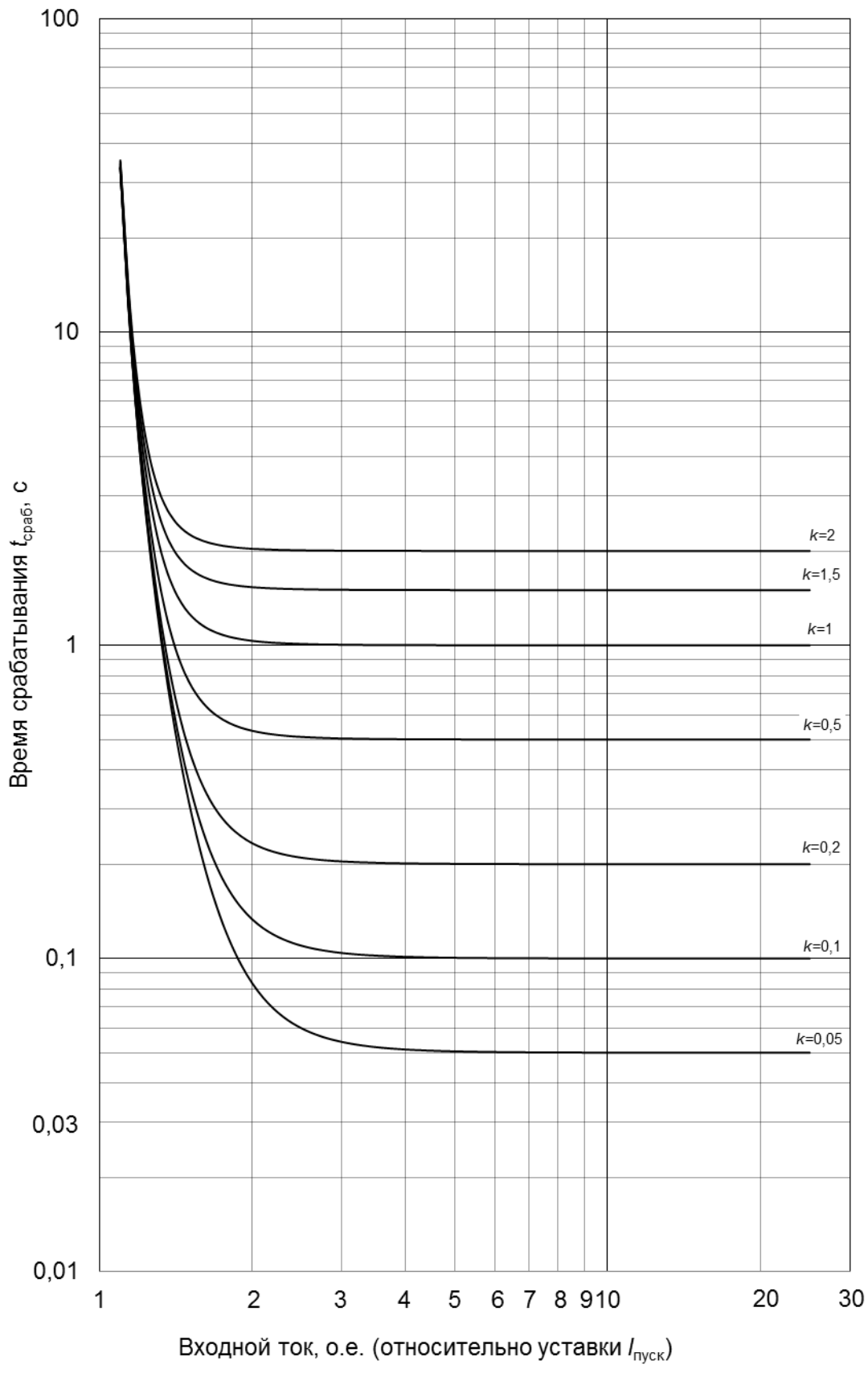


Рисунок Б.11 – Крутая (типа реле РТВ-I)

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

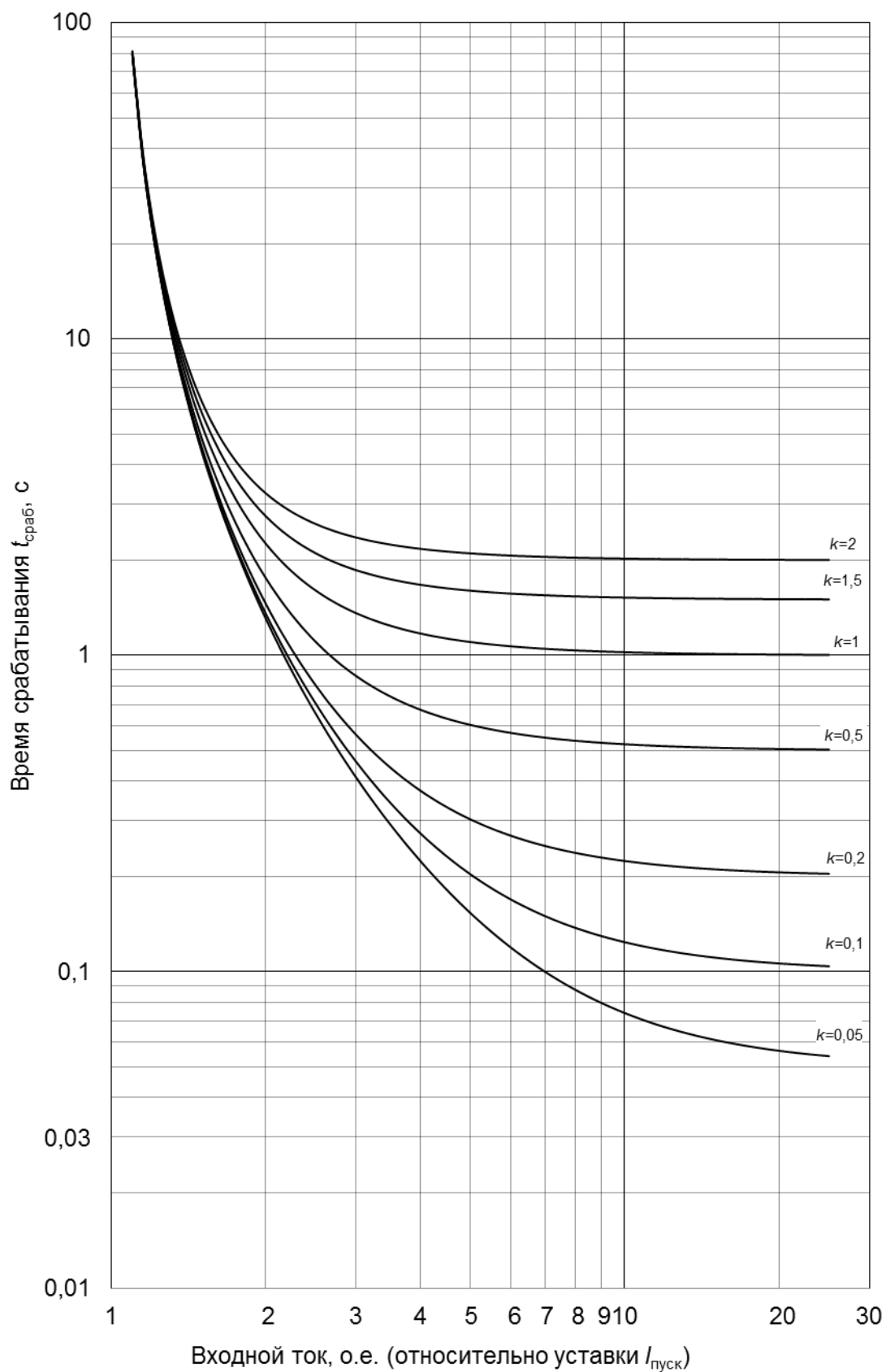


Рисунок Б.12 – Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

101

Б.2 Характеристические кривые зависимых выдержек времени на возврат

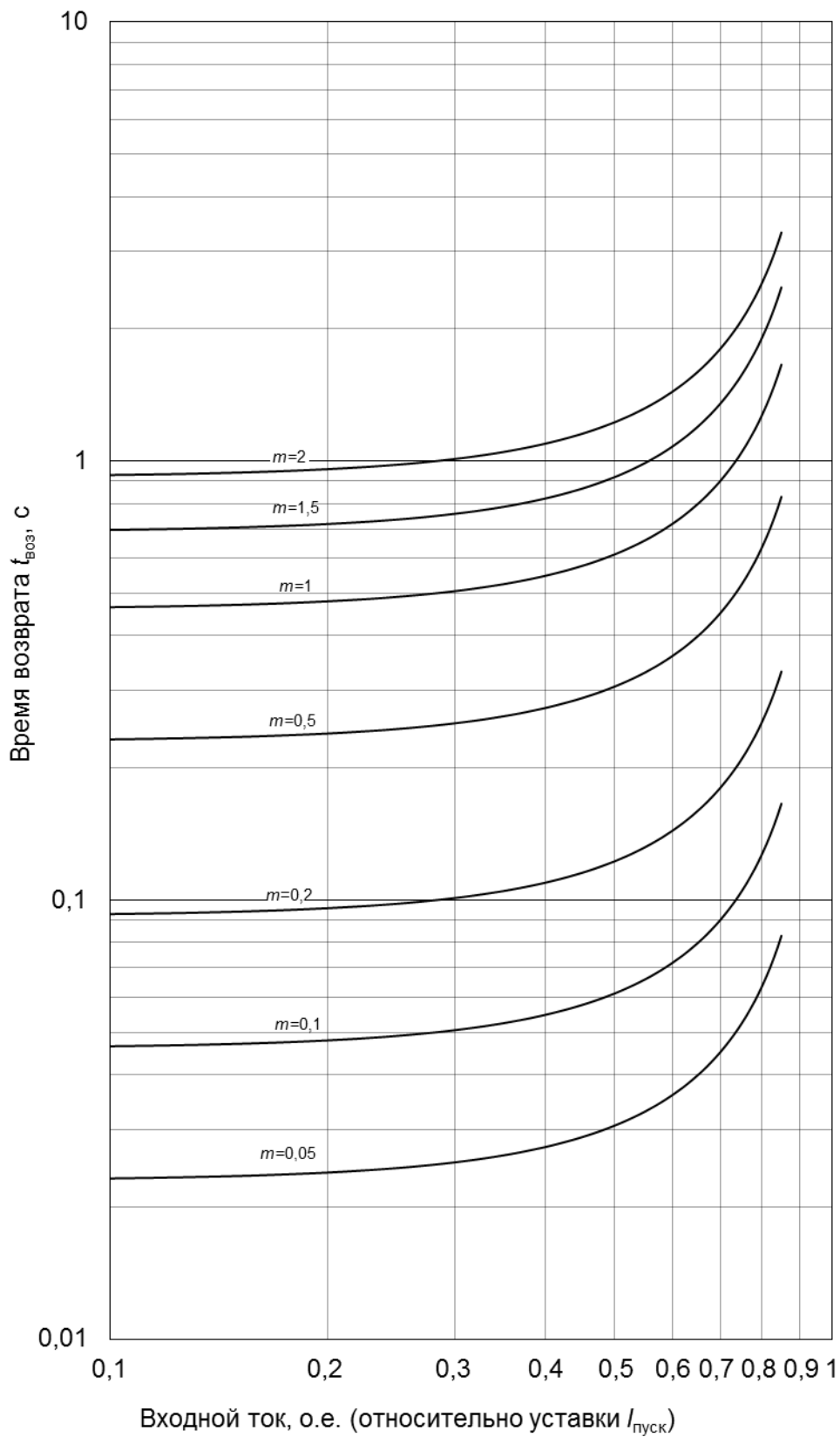


Рисунок Б.13 – Нормально инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

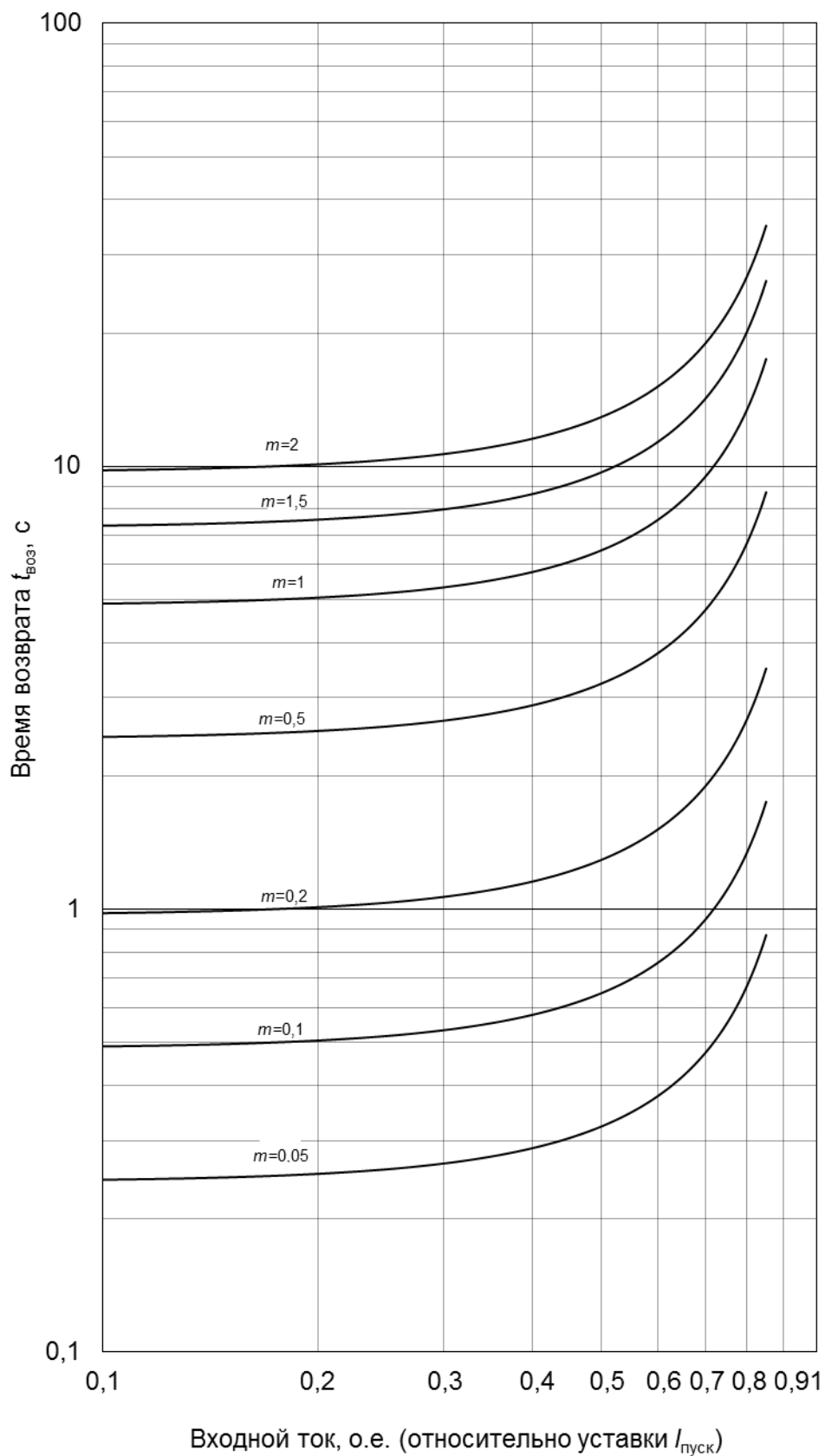


Рисунок Б.14 – Умеренно инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

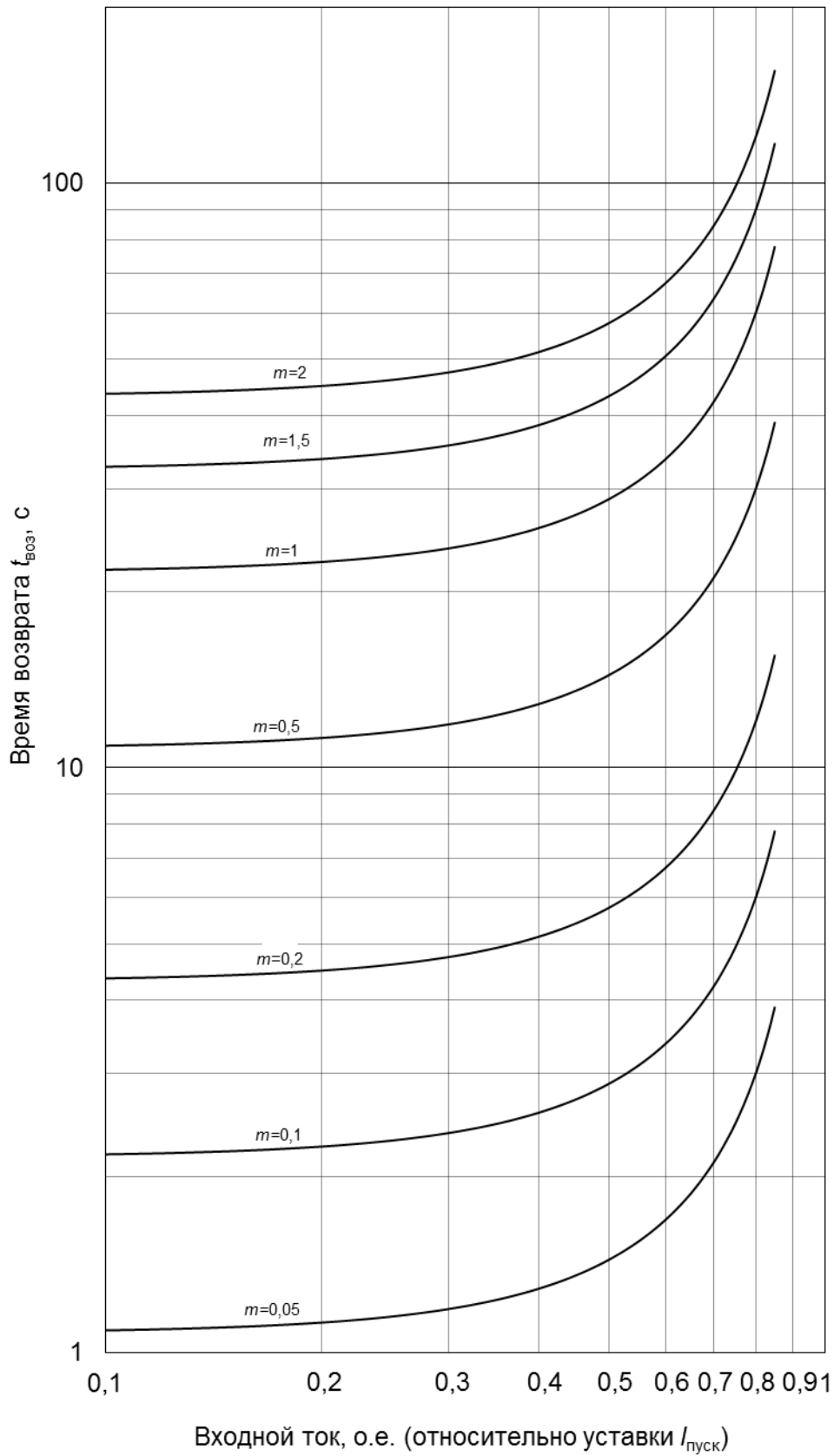
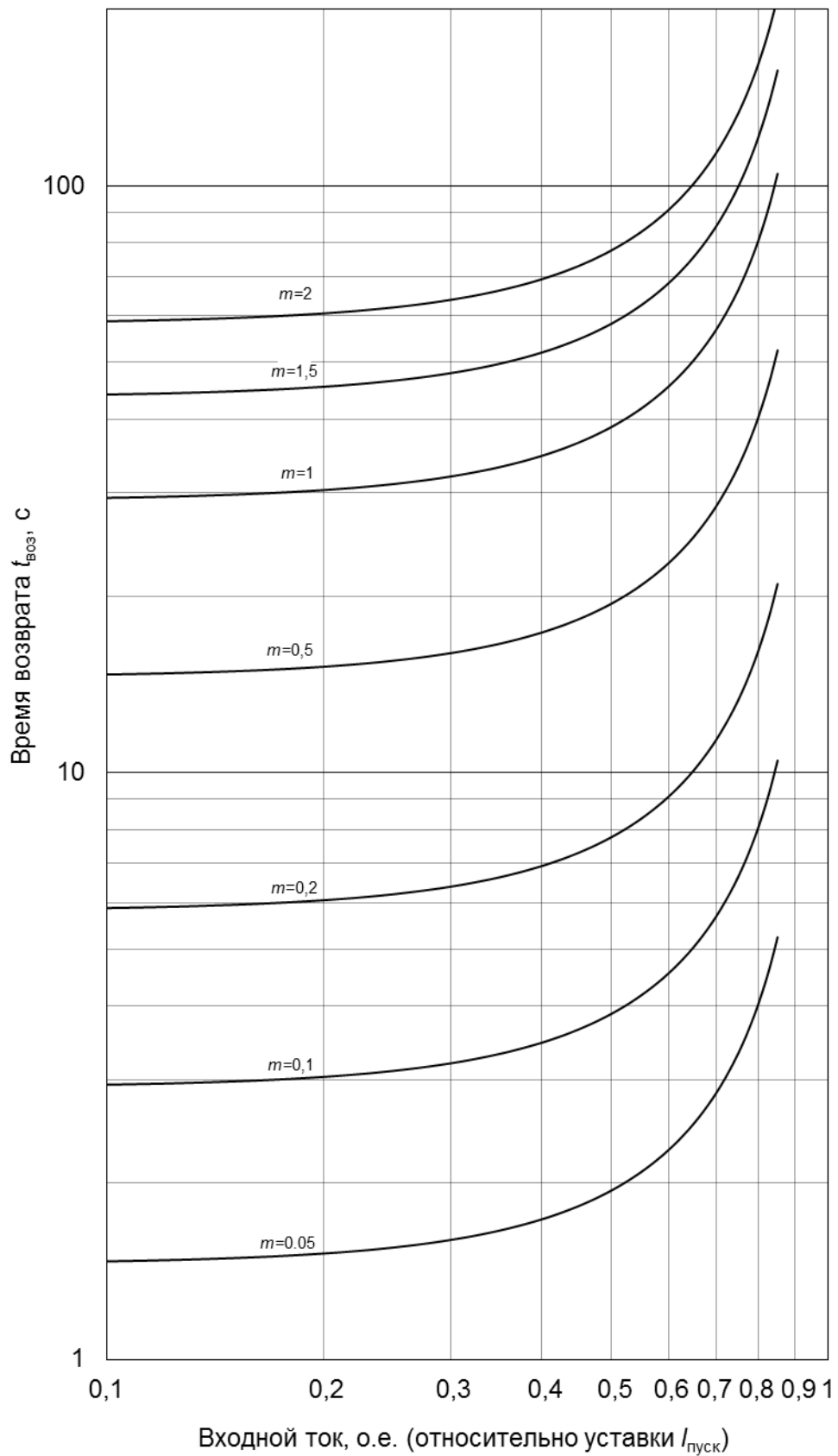


Рисунок Б.15 – Сильно инверсная ANSI

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
017/ЭТ	Петрова 14.06.17			

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

105

Приложение В

(справочное)

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

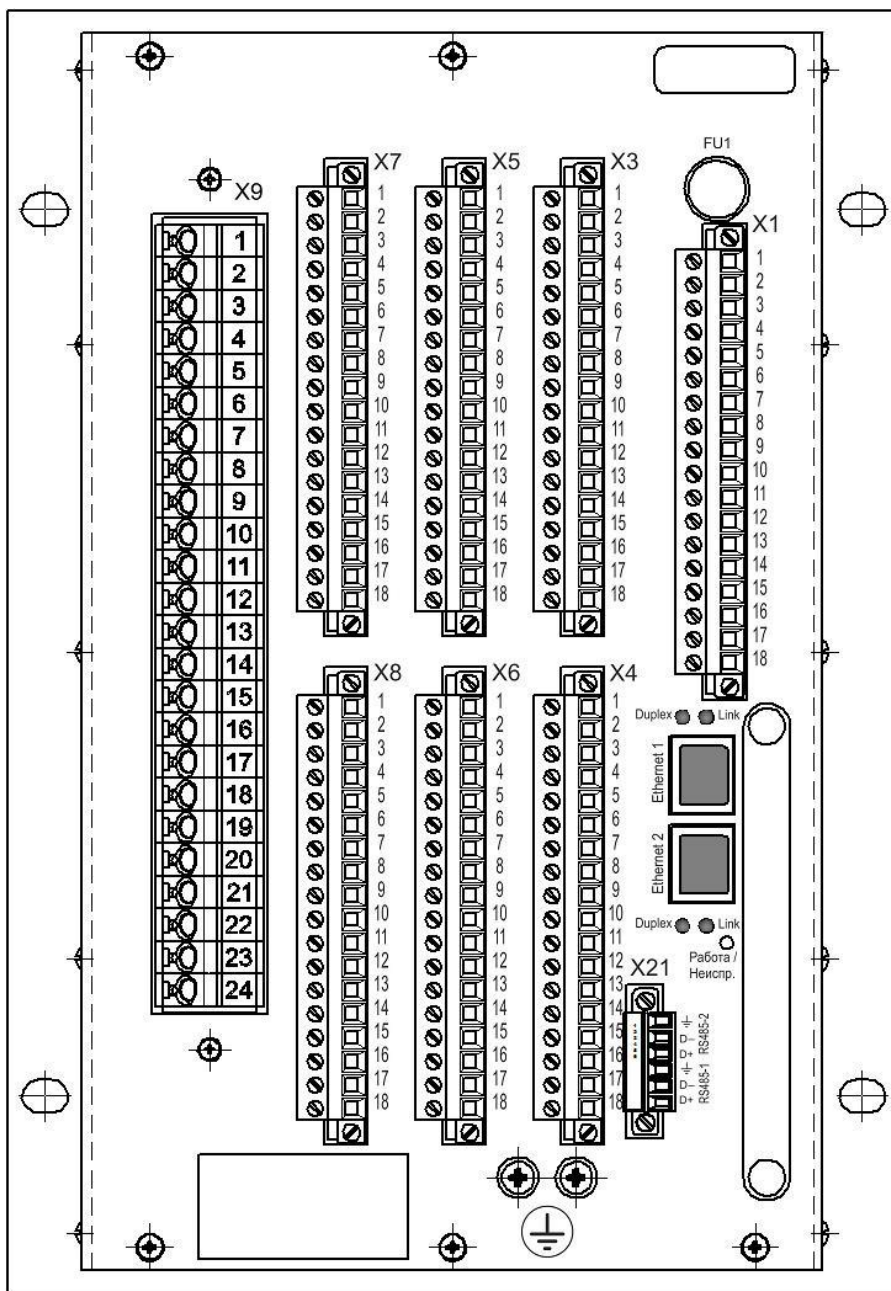


Рисунок В.1

Инв. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

106

Перечень принятых сокращений и обозначений

1 Принятые сокращения

АПВ	Автоматическое повторное включение
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
АУВ	Автоматика управления выключателем
АЧР	Автоматическая частотная разгрузка
БСК	Батарея статических конденсаторов
ВВВ	Выдержки времени на возврат
ВВС	Выдержки времени на срабатывание
ЗДЗ	Защита от дуговых замыканий
ЗМН	Защита минимального напряжения
ЗНР	Защита несимметричного режима
ЗОЗЗ	Защита от однофазных замыканий на землю
ЗП	Защита от перегрузки
ЗПН	Защита от повышения напряжения
ИО	Измерительный орган
КЗ	Короткое замыкание
КНН	Контроль наличия напряжения
КОН	Контроль отсутствия напряжения
МТЗ	Максимальная токовая защита
НБЗ	Небалансная защита
ПСИ	Приемо-сдаточные испытания
ПТЭ	Правила технической эксплуатации
РНМ	Реле направления мощности
РКВ	Реле команды «Включить»
РКО	Реле команды «Отключить»
РПВ	Реле положения «Включено»
РПО	Реле положения «Отключено»
РФК	Реле фиксации команды
ТН	Измерительный трансформатор напряжения
ТТ	Измерительный трансформатор тока
УРОВ	Устройство резервирования отказа выключателя
ЦВ	Цепь включения

Инд. № подл.	017/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 14.06.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

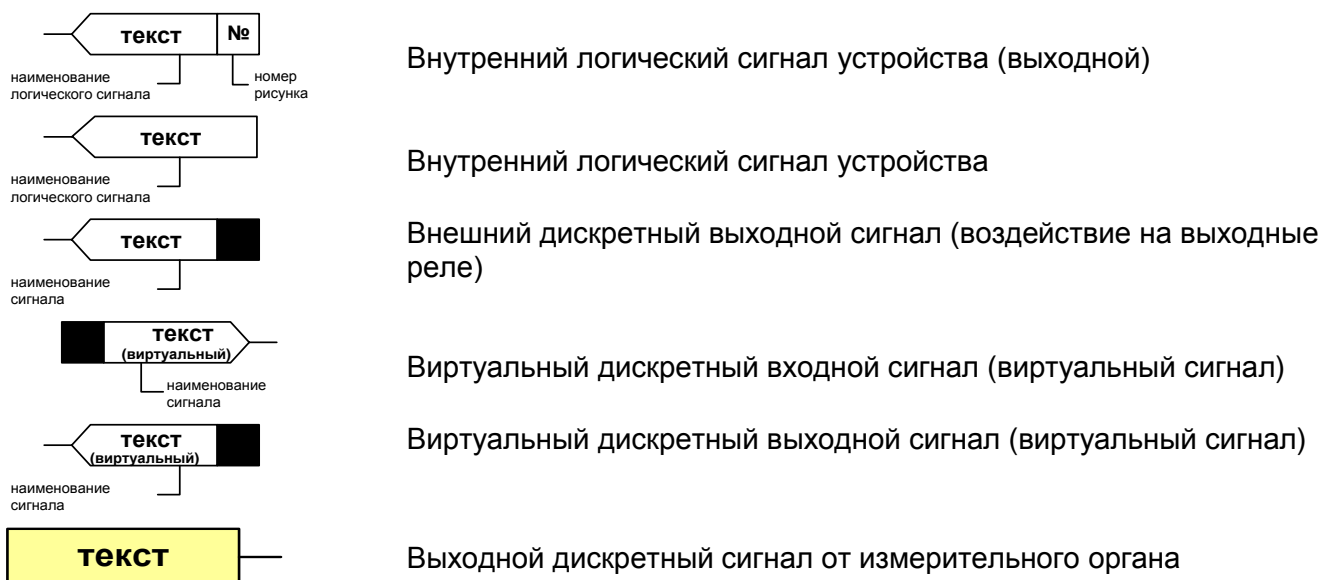
ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ

Лист

107

- ЦО Цепь отключения
- ЦУ Цепь управления
- ЧАПВ Частотное автоматическое повторное включение
- ANSI Американский Национальный Институт Стандартов
- IEC Международная электротехническая комиссия, МЭК

2 Принятые обозначения (в функциональных схемах используются следующие элементы)



Инв. № подл.	017/ЭТ	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. дата
				Петрова 14.06.17	
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					Лист
					108

Список литературы

1. ГОСТ 7746–2015 – Трансформаторы тока. Общие технические условия
2. ОРТ.135.006 ТИ «Трансформаторы напряжения трехфазной антирезонансной группы НАЛИ-СЭЩ-6(10)»
3. 1ГТ.769.060 РЭ «Трехфазные группы 3х3НОЛП.06»
4. Шабад. М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – Санкт-Петербург, 2003
5. 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, Утверждено 24.08.2015
9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, Утверждено приказом Министерства энергетики РФ 13.01.2003 N6
10. ПУЭ, Издание 7, 2013 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата						
017/ЭТ	Петрова 14.06.17									
1	Зам.	ЭКРА.1164-2017	Петрова	14.06.17	ЭКРА.656122.036/217 1601 РЭ					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
					Лист					
					109					

