



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

**ТЕРМИНАЛ ОСНОВНЫХ ЗАЩИТ, АВТОМАТИКИ И СИГНАЛИЗАЦИИ
ТРАНСФОРМАТОРА МОЩНОСТЬЮ ДО 16 МВ·А
ЭКРА 217(А) 0201**

Руководство по эксплуатации
ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

EAC

Инв. № подл. 042/Э7	Подп. и дата Петрова 11.09.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
------------------------	----------------------------------	--------------	--------------	------------

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
Т.М. Прохорова
06.06.2018

Инд. № подл.	042/37
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

Справ. №	
Перв. примен.	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18	
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Петрова			06.06.18
	Пров.	Воробьев			06.06.18
	Н. контр.	Курочкина			06.18
	Утв.	Пашковский			06.18

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Терминал основных защит, автоматики и сигнализации трансформатора мощностью до 16 МВ·А
ЭКРА 217(А) 0201
Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
A	2	89
ООО НПП «ЭКРА»		

Настоящим руководством по эксплуатации (далее – РЭ) следует руководствоваться при изучении, монтаже и эксплуатации цифровых микропроцессорных устройств основных защит, автоматики и сигнализации трансформатора мощностью до 16 МВ·А ЭКРА 217(А) 0201 (далее - терминалы) совместно со следующими схемами:

- схема электрическая подключения ЭКРА.656122.036/217 0201 Э5;
- схема электрическая функциональная ЭКРА.656122.036/217 0201 Э2;
- бланк уставок ЭКРА.656122.036/217 0201 Д4.

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

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

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

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

Таблица 1 – Общая эксплуатационная документация

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

Необходимые параметры и надежность работы терминала в течение срока службы обеспечиваются не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и

Инв. № подл.	042/ЭТ				ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ	Лист 4
	1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова 11.09.17		
Инв. № инв.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Подп. дата		
			Петрова 11.09.17			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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.	042/Э7	Подп. и дата	Петрова 11.09.17	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Терминал ЭКРА 217(А) 0201 – унифицированное микропроцессорное устройство, применяемое в качестве комплексной системы основных защит, автоматики и сигнализации трансформатора мощностью до 16 МВ·А, выполненного по схеме Y-11/Δ.

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. 1.2.30), набор функций может быть изменен по индивидуальному проекту.

1.1.3 Функциональное назначение, конструктивное исполнение и состав функций терминала отражается в структуре его условного обозначения, приведенной в руководстве «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200 Руководство по эксплуатации» ЭКРА.650321.001 РЭ.

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

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

1.2 Технические данные и характеристики

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

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

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

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

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

1.2.6 Основные номинальные параметры терминала указаны в таблице 2.

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

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

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата					Лист
							2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

Таблица 2 – Основные номинальные параметры терминала

Наименование параметра	Значение
Номинальный переменный ток аналоговых входов - $I_{НОМ}$, А*: - для фазных величин; - для нулевой последовательности	5 или 1 0,6 или 0,2 0,15 или 0,05
Рабочий диапазон входных цепей переменных токов, А: - фазных величин; - нулевой последовательности	$(0,05 - 40,0) \cdot I_{НОМ}$ $(0,005 - 2,5) \cdot I_{НОМ}$ $(0,05 - 40,0) \cdot I_{НОМ}$
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	$3,0 \cdot I_{НОМ \text{ MAX}}$ $100,0 \cdot I_{НОМ \text{ MAX}}$ $10,0 \cdot I_{НОМ}$ 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 3U ₀ 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 для подключения цепей: тока; напряжения	6 2 3 1 0 0
Количество дискретных входов	24
Количество дискретных выходов	24
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69	УХЛ3.1 О4***
Группа исполнения терминала в части воздействия механических факторов окружающей среды по ГОСТ 17516.1-90	М7
Электрические интерфейсы, поддерживаемые терминалом, шт.: - RS-485; - Ethernet	2 3(2)

Инд. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 11.09.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 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**
Поддерживаемые протоколы программной синхронизации времени внутренних часов терминала	Modbus RTU Modbus TCP МЭК 60870-5-103 МЭК 60870-5-104 SNTP IRIG-B
Поддерживаемые электрические интерфейсы аппаратной синхронизации времени внутренних часов терминала	1PPS IRIG-B
Средняя основная погрешность срабатывания всех выдержек времени на любой уставке не более $\pm 2\%$ от значения уставки или ± 20 мс в зависимости от того, какая из величин больше.****	
<p>* Номинальный ток аналогового входа задается программно на заводе изготовителе, при эксплуатации данный параметр может быть изменен.</p> <p>** При размещении заказа на производство, требуемое значение указывается в карте заказа (см. приложение А).</p> <p>*** Номинальные значения климатических факторов внешней среды приведены в руководстве по эксплуатации «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200» – ЭКРА.650321.001 РЭ.</p> <p>**** Без учета времени срабатывания выходного реле терминала, которое составляет не более 10 мс и времени обработки данных в терминале, которое составляет не более 20 мс.</p>	

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

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

1.2.9 Характеристики необходимые для расчета уставок приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики необходимые для расчета уставок

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

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

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

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

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

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

Инв. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 11.09.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

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 Информация о сейсмостойкости приведена в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.18 Размеры и масса терминала

1.2.18.1 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.

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

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

1.2.21 Характеристики электрической прочности изоляции приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.22 Характеристики электромагнитной совместимости приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

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

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

1.2.25 Описание программного обеспечения приведено в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.26 Показатели надежности приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.2.27 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.

1.2.28 Гарантии изготовителя указываются в паспорте для каждого терминала.

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

1.2.30 Терминал ЭКРА 217(А) 0201 выполняет следующие функции:

а) в части защит:

– дифференциальная защита трансформатора (ДифЗТ);

– трехступенчатая максимальная токовая защита стороны ВН трансформатора (МТЗ ВН);

Инд. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 11.09.17

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

– двухступенчатая максимальная токовая защита стороны НН трансформатора (МТЗ НН);

- комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка);
- контроль исправности вторичных цепей ТН (КИН);
- газовая защита (ГЗ);
- защита от несимметричного режима (ЗНР);
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- защита от минимального напряжения (ЗМН);
- устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ);
- защита от дуговых замыканий (ЗДЗ);
- реле тока автоматики охлаждения (АО);
- токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП);
- защита от перегрузки (ЗП);
- блокировка РПН;
- два дополнительных трехфазных реле тока;

б) в части измерения, осциллографирования, регистрации:

- измерение действующего значения напряжения по каждой фазе и линейные;
- измерение действующего значения тока в каждой фазе;
- измерение частоты сети;
- измерение активной мощности пофазно и суммарной;
- измерение реактивной мощности пофазно и суммарной;
- измерение полной мощности пофазно и суммарной;
- измерение коэффициента активной мощности пофазно и суммарного;
- индикация текущих величин;
- осциллографирование аварийных процессов в соответствии с требованиями, приведенными в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ;

- передача осциллограмм и событий с меткой времени по цифровым каналам связи;
- регистрация событий в нормальном и аварийном режимах;
- встроенные часы-календарь;
- синхронизация по времени (программная и программно-аппаратная, см. руководство ЭКРА.650321.001 РЭ);

в) в части связи с АСУ ТП:

- порты для связи с АСУ ТП (2 порта RS-485, 2 порта Ethernet);
- чтение/запись всех параметров нормального и аварийных режимов;
- программное обеспечение для конфигурирования и задания уставок устройства (комплекс программ EKRASMS-SP);

г) дополнительные возможности:

- непрерывно функционирующая система самодиагностики;

Инв. № подл. 042/ЭТ	Подп. и дата Петрова 11.09.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ	Лист
						10
1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- 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.

1.2.31 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.

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

1.2.33 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».

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

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

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

1.2.37 Характеристики изменения параметров сети переменного тока, приведены в руководстве ЭКРА.650321.001 РЭ.

Инв. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 11.09.17
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

1.2.39 Взаимосвязь между блоками, входящими в состав устройства ЭКРА 217(А) 0201, 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).

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

1.2.41 Комплектность эксплуатационной документации конкретной поставки отображается в ведомости эксплуатационных документов (ВЭ).

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

1.3 Параметрирование аналоговых входов

1.3.1 Для правильной работы защит и функций важно верно подключить аналоговые входа устройства к измерительным трансформаторам. Направление тока по отношению к устройству зависит от подключения к измерительным трансформаторам (см. рисунок 1). Рекомендовано использовать схему соединения вторичных обмоток измерительных трансформаторов – «звезда» и нейтральная точка со стороны защищаемого объекта (данная рекомендация приведена в схемах подключения). В случае, подключения с обратной стороны уставки должны быть скорректированы (зона срабатывания реле направления мощности, коэффициент фазовой коррекции в дифференциальных защитах и т.д.). В случае использования трансформаторов тока только в двух фазах (в фазах А и С), фаза В может быть восстановлена по схеме соединения вторичных цепей «неполная звезда», однако такое решение является допустимым, но не рекомендуемым.

Положительное направления тока или мощности означает, что эти величины направлены к защищаемому объекту, а отрицательное от защищаемого объекта.

1.3.2 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,

Инв. № подл.	042/ЭТ				ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ	Лист 12
	1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова		
Инв. № инв.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата			
Подп. и дата	Петрова 11.09.17					
Подп. дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

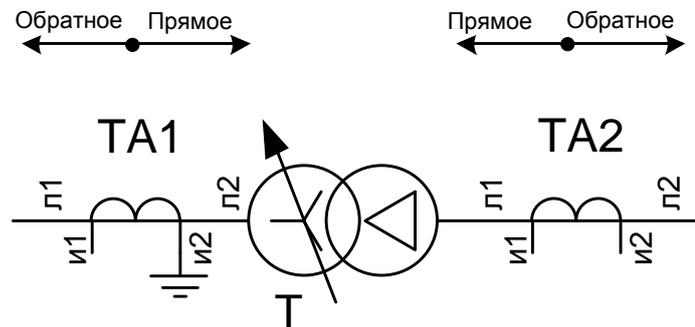


Рисунок 1 - Определение направления для функций

1.3.3 Пример задания параметров аналоговых входов тока

Исходные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные

Параметр	Значение
Тип защищаемого объекта	Трансформатор
Номинальная мощность защищаемого объекта – $S_{ном.}$, кВ·А	6300
Номинальное линейное напряжение обмотки ВН трансформатора – $U_{ном.лин.ВН.}$, кВ	35
Номинальное линейное напряжение обмотки НН трансформатора – $U_{ном.лин.НН.}$, кВ	6,3
Схема соединения обмоток трансформатора, ВН/НН:	Y-0
Схема соединения обмоток измерительных ТТ, установленных со стороны ВН/НН	Y/Y (типовая)
Номинальные параметры ТТ, установленного со стороны ВН трансформатора, $I_{ном.ТТперв.}/I_{ном.ТТтор.}$, А	150/5
Номинальные параметры ТТ, установленного со стороны НН трансформатора, $I_{ном.ТТперв.}/I_{ном.ТТтор.}$, А	600/5
Номинальный коэффициент трансформации ТТНП – $k_{ТТНП}$	30/1

1.3.3.1 Расчет и задание параметров аналоговых входов IY

Первичный номинальный фазный ток защищаемого объекта со стороны ВН трансформатора рассчитывается по формуле

$$I_{ном.фаз.перв.} = \frac{S_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.лин.ВН}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 35} = 103,92 \text{ А} \quad (1)$$

Номинальный коэффициент трансформации ТТ, установленного со стороны ВН трансформатора по ГОСТ 7746-2015 рассчитывается по формуле

Инв. № подл. 042/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 11.09.17
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$k_{\text{ТТ}} = \frac{I_{\text{ном.ТТперв.}}}{I_{\text{ном.ТТвтор.}}} = \frac{150}{5} = 30. \quad (2)$$

Вторичный номинальный (базисный) ток со стороны ВН трансформатора рассчитывается по формуле

$$I_{\text{ном.фаз.втор}} = k_{\text{схТ}} \cdot k_{\text{схТТ}} \cdot \frac{I_{\text{ном.фаз.перв}}}{k_{\text{ТТ}}} = 1 \cdot 1 \cdot \frac{103,92}{30} = 3,464 \text{ А}, \quad (3)$$

где, $k_{\text{схТТ},i}$ – коэффициент схемы, учитывающий схему соединения вторичных обмоток ТТ; для ТТ, вторичные обмотки которых соединены в треугольник – $k_{\text{схТТ}} = \sqrt{3}$, в звезду – $k_{\text{схТТ}} = 1$. $k_{\text{схТ},i}$ – коэффициент схемы, учитывающий схему соединения обмоток силового трансформатора, если обмотка силового трансформатора соединена в треугольник – $k_{\text{схТ}} = \sqrt{3}$, в звезду – $k_{\text{схТ}} = 1$.

Первичный номинальный фазный ток защищаемого объекта со стороны НН трансформатора рассчитывается по формуле

$$I_{\text{ном.фаз.перв}} = \frac{S_{\text{ном.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.лин.НН}}} = \frac{6300}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 577,35 \text{ А} \quad (4)$$

Номинальный коэффициент трансформации ТТ, установленного со стороны НН трансформатора по ГОСТ 7746-2015 рассчитывается по формуле

$$k_{\text{ТТ}} = \frac{I_{\text{ном.ТТперв.}}}{I_{\text{ном.ТТвтор.}}} = \frac{600}{5} = 80. \quad (5)$$

Вторичный номинальный (базисный) ток со стороны НН трансформатора рассчитывается по формуле

$$I_{\text{ном.фаз.втор}} = k_{\text{схТ}} \cdot k_{\text{схТТ}} \cdot \frac{I_{\text{ном.фаз.перв}}}{k_{\text{ТТ}}} = \sqrt{3} \cdot 1 \cdot \frac{577,35}{120} = 8,33 \text{ А}. \quad (6)$$

1.3.3.2 Расчет и задание параметров аналоговых входов (ИнНУ_лин):

Вторичный номинальный (базисный) линейный ток со стороны НН трансформатора рассчитывается по формуле

$$I_{\text{ном.лин.втор}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ном.фаз.перв}} = \sqrt{3} \cdot 3,464 = 5,99 \text{ А}. \quad (7)$$

В терминал необходимо ввести следующие параметры, задающие базовый ток.

Для группы (ИвНУ): номинал – 3,464 А; коэффициент трансформации – 30, для группы (ИнНУ): номинал – 8,33 А; коэффициент трансформации – 120 (см. рисунок 2, 3), для группы (ИнНУ_лин): номинал – 5,99 А; коэффициент трансформации – 30.

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 11.09.17	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ		

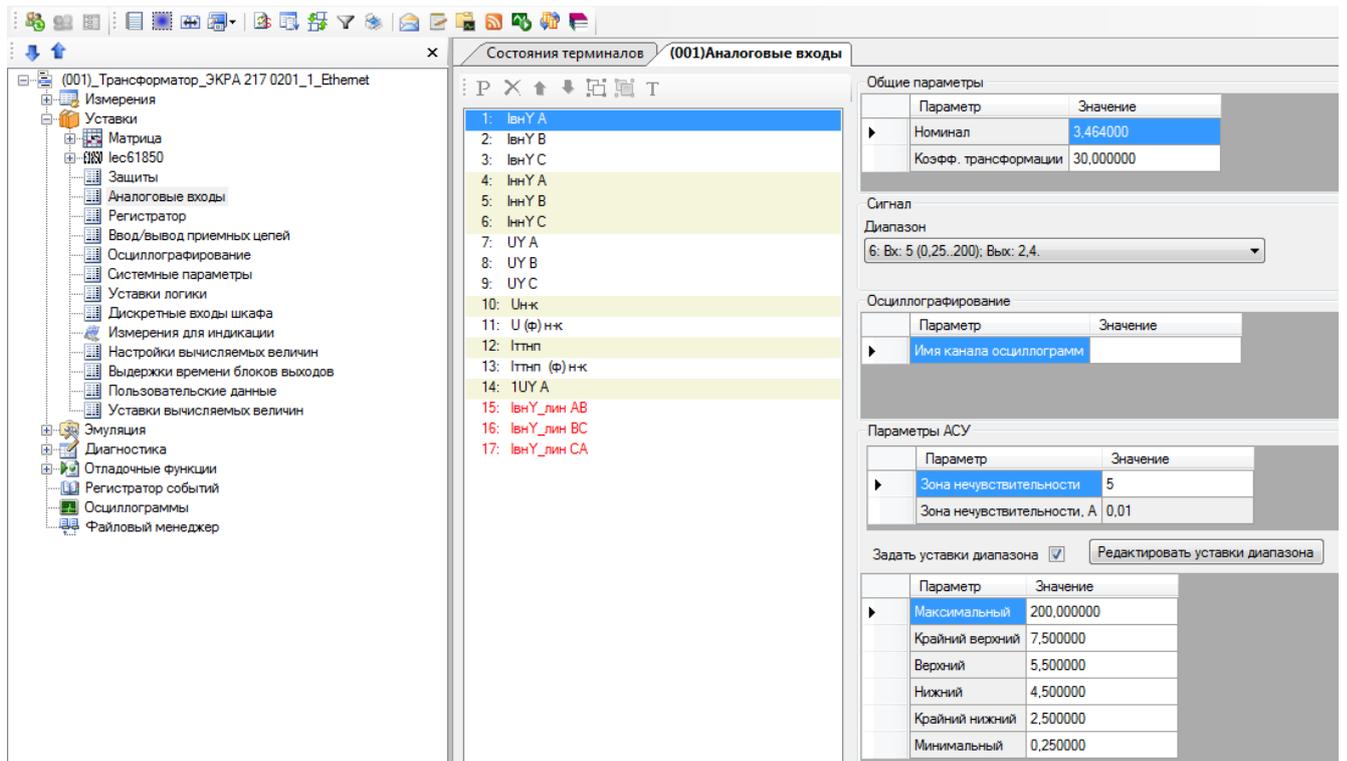


Рисунок 2 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной токовой цепи (IвнУ)

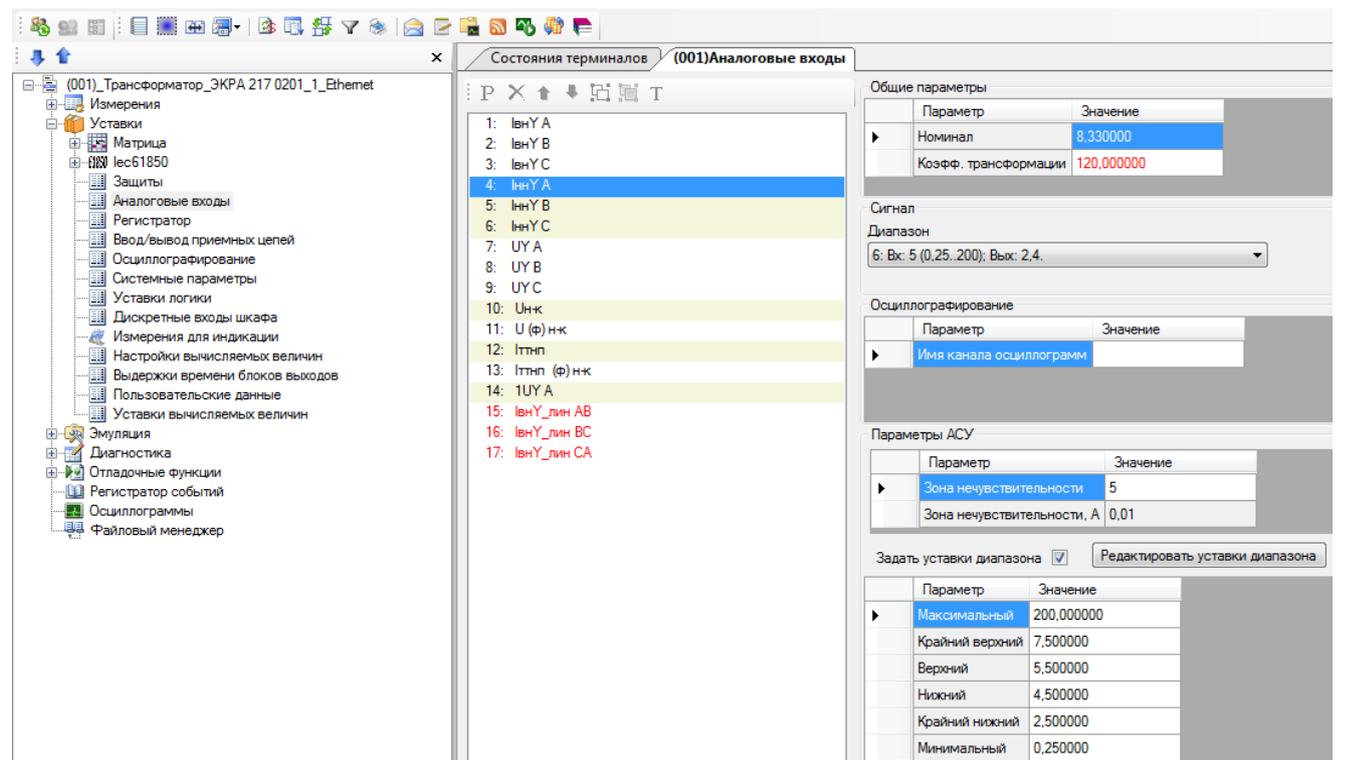


Рисунок 3 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной токовой цепи (IннУ)

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 11.09.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.3.3.3 Расчет и задание параметров аналоговых входов $I_{тнп\ n-k}$ и $I_{тнп\ (ф)\ n-k}$:

Аналоговые входа используется для реализации токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП, см. 1.5.9).

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

Для входа $I_{тнп\ (ф)\ n-k}$ и $I_{тнп\ (ф)\ n-k}$ в терминал необходимо ввести следующие параметры: номинал 0,6 А (либо 0,2 А); фактический коэффициент трансформации (γ ТТНП) – 30.

1.3.4 Пример задания параметров аналоговых входов напряжения

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

Исходные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные [1]

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

Расчет и задание параметров.

Коэффициент трансформации основной обмотки ТН рассчитывается по формуле

$$k_{ТНосн} = \frac{U_{ном. фаз. перв.}}{U_{ном. фаз. втор. осн.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}} = 60, \quad (8)$$

ТН НАЛИ-СЭЩ-6-1 У(Т)2 состоит из четырех трансформаторов, один из которых ТНП, а остальные в виде трехфазной группы из трех однофазных измерительных трансформаторов НОЛ-СЭЩ-6-2, установленных основаниями в ряд. Каждый ТН, входящий в состав трехфазной группы имеет по две вторичных обмотки, одна из которых соединяется в звезду и предназначена для питания измерительных приборов и цепей защитных устройств, а вторая – дополнительная обмотка, соединяется в «разомкнутый треугольник» и служит для питания цепей защитных устройств и контроля изоляции сети. Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки ($U_{доп}$) $100 / 3 = 33,33$ В [1]:

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

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

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

Имп. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 11.09.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

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

Исходные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные [2]

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

Расчет и задание параметров.

Расчет величины номинальных напряжений выполняется аналогично примеру 1.

Коэффициент трансформации основной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{ТНосн} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.втор.осн.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100 / \sqrt{3}} = 60. \quad (10)$$

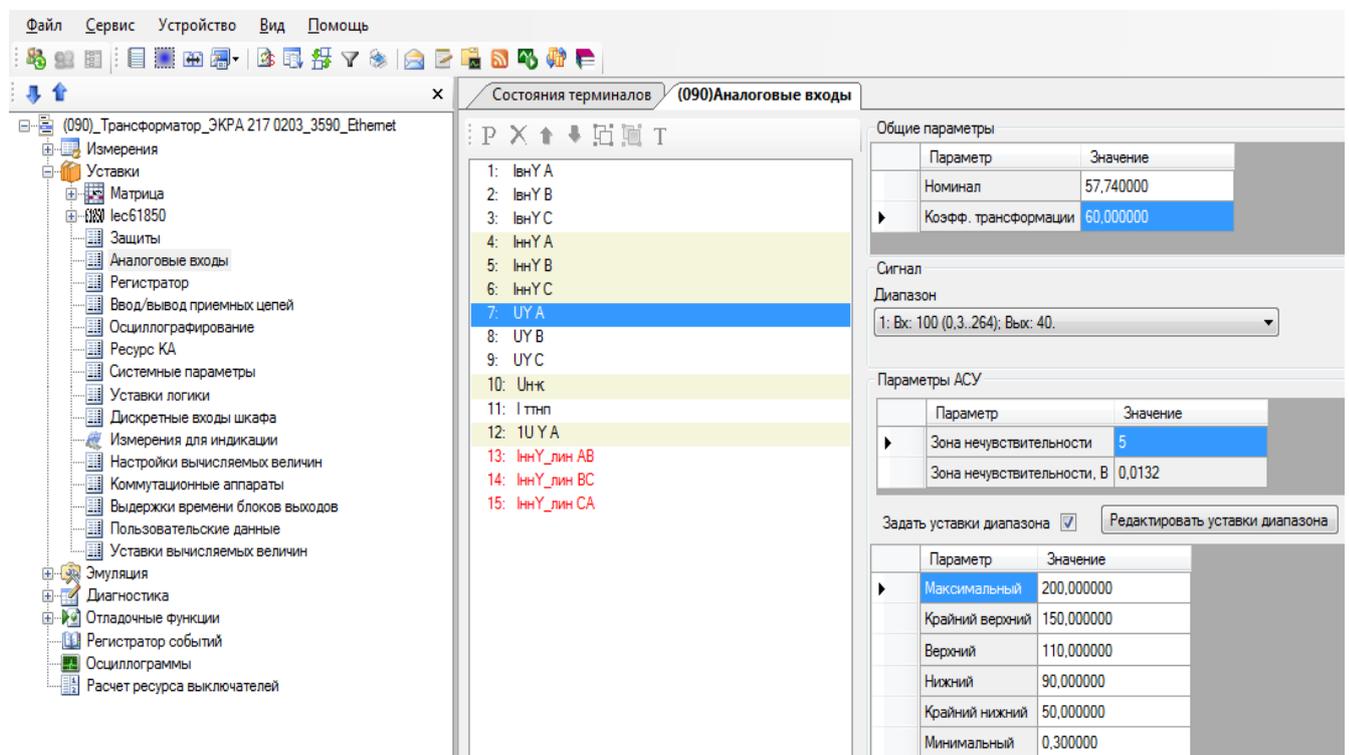


Рисунок 4 – Окно ПО АРМ-релейщика. Задание параметров аналоговых входов группы трехфазной цепи напряжения (UY)

Инв. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	Петрова 11.09.17
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Коэффициент трансформации дополнительной обмотки рассчитывается по формуле

$$k_{ТНдоп} = \frac{U_{ном.фаз.перв.}}{U_{ном.фаз.втор.доп.}} = \frac{6000 / \sqrt{3}}{100} = 34,64 . \quad (11)$$

В терминал вносятся следующие параметры, задающие базовое напряжение.

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

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 5P, 10P по ГОСТ 7746 - 2015.

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

- точную работу ИО защиты в конкретных расчетных условиях, для чего полная погрешность ТТ не должна превышать 10 % от $I_{1расч.}$;
- надежную (без вибраций) работу ИО защиты при максимальном токе КЗ $I_{1к.макс.}$, когда могут быть повышенные погрешности ТТ и искажения формы кривой вторичного тока;
- отсутствие опасных перенапряжений во вторичных цепях ТТ при максимальном токе КЗ $I_{1к.макс.}$ [3].

1.4.1.3 При выборе ТТ необходимо руководствоваться рекомендациям завода производителя ТТ.

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

1.4.2.1 Для реализации на объекте комплексной микропроцессорной защиты отходящих фидеров, рекомендовано применение кабельных ТТНП с неразъемным магнитопроводом (типа

Инв. № подл.	042/ЭТ				Лист
	1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	
Инв. № дубл.					18
Взам. инв. №					
Подп. и дата	Петрова 11.09.17				
Подп. дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ТЗЛМ, ТЗЛ, ТЗЛЭ) с принятием мер по снижению сопротивления нагрузки во вторичных токовых цепях ТТНП до (0,04 - 0,06) Ом, что достигается установкой терминала защиты фидера в ячейку КРУ.

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

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

1.4.2.4 С целью снижения величины тока небаланса ($I_{нб}$) у кабельных ТТНП предпочтение рекомендуется отдавать конструкциям ТТНП с неразъемным тороидальным магнитопроводом и равномерной намоткой вторичной обмотки на магнитопровод ТТНП с размещением трехфазного кабеля (либо конструкции из пучка сближенных между собой трех однофазных кабелей) примерно по центру окна ТТНП и его закрепления с помощью конструктивных элементов, внешних по отношению к ТТНП. Для объектов с особо сложными условиями выполнения защиты от замыкания на землю (где ожидаемая величина емкостного тока замыкания на землю $I_{сз}$ не превышает 2 А), наилучшим вариантом является проведение замера непосредственно на объекте тока небаланса у кабельного ТТНП при номинальном рабочем токе защищаемого фидера. Отстройка уставки срабатывания защиты ($I_{ср.заш}$) от тока небаланса ($I_{нб}$) и проверка обеспечения требуемой чувствительности защиты при замыкании на защищаемом фидере. В случае, если чувствительность защиты не обеспечивается, необходимо применение специальных мер по уменьшению тока небаланса у кабельного ТТНП. К таким специальным мерам относится бандажирование пучка из однофазных кабелей и экранирование участка сбандажированных кабелей внутри окна ТТНП (путем помещения внутрь окна ТТНП цилиндра из ферромагнитного материала с внешним диаметром, равным внутреннему диаметру окна трансформатора с размещением кабеля примерно по центру окна ТТНП (симметрирование конструкции)).

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Подп. дата
		Петрова 11.09.17	
Взам. инв. №		Инв. № дубл.	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

1.4.2.6 Токовые цепи от ТТНП в зависимости от уровня емкостного тока замыкания на землю на секции шин и коэффициента трансформации ($k_{ТТНП}$) кабельного ТТНП на защищаемом фидере, могут быть подключены к одному из двух аналоговых входов терминала для обеспечения работы измерительного органа защиты в необходимом диапазоне измерений аналогового датчика. Типовым является подключение токовых цепей от ТТНП к разъему X9:23-24 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 X9:21-22 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 Дифференциальная защита трансформатора (ДифЗТ)

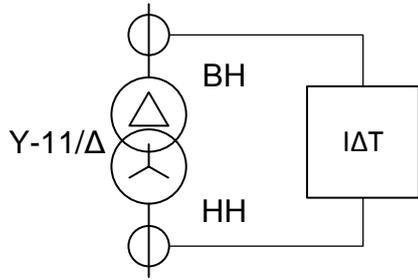
1.5.1.1 Дифференциальная защита предназначена для защиты от повреждений на выводах, а так же от внутренних повреждений в трансформаторах мощностью более 6,3 МВ·А, а так же на трансформаторах мощностью 4 МВ·А при их параллельной работе. ДифЗТ может быть предусмотрена на трансформаторах меньшей мощности, но не менее 1 МВ·А, если: токовая отсечка не удовлетворяет требованиям чувствительности, а максимальная токовая защита имеет выдержку времени более 0,5 с; трансформатор установлен в районе, подверженном землетрясениям [4, раздел 3], а так же если наличие дифференциальной защиты обусловлено требованиями завода производителя защищаемого трансформатора.

1.5.1.2 Защита подключается к ТТ, установленным с каждой из сторон выводов трансформатора. Зона действия дифференциальной защиты ограничивается местом установки ТТ. Количество подключаемых трехфазных групп трансформаторов тока – две (см. уставку Nгр, таблица 7). Примеры подключения дифференциальной защиты трансформатора приведены на рисунке 5.

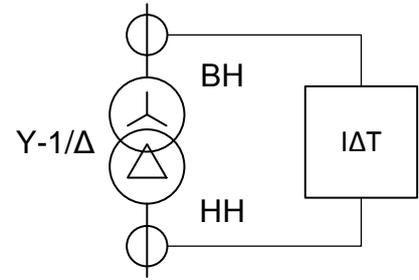
Поперечная дифференциальная защита воздействует на отключение без выдержки времени.

Воздействия каждого логического выхода могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.18).

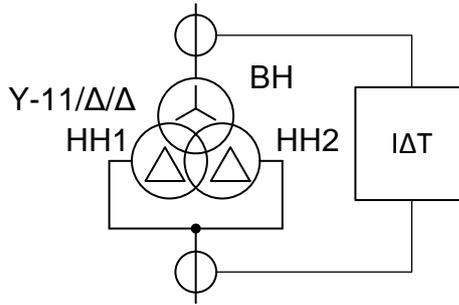
Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			



а) двухобмоточный, понижающий



б) двухобмоточный, повышающий



в) двухобмоточный с расщеплением, понижающий

Рисунок 5 – Примеры подключения дифференциальной защиты трансформатора

1.5.1.3 Дифференциальная защита состоит из дифференциального измерительного органа (ДИО) с торможением и органа дифференциальной токовой отсечки (ДТО).

1.5.1.4 Дифференциальная защита вычисляет дифференциальный ток I_D и сравнивает его с уставкой.

1.5.1.5 Дифференциальный ток вычисляется цифровым способом как сумма комплексных действующих значений токов, подводимых к защищаемому объекту и приведенных к базовому значению:

$$I_D = \sum_{j=1}^n K_{\phi j} K_{A j} I_j, \quad (12)$$

где I_j – вектор тока основной гармоники j -го присоединения;

n – число присоединений;

$K_{\phi j}$ – коэффициент коррекции полярности ТТ;

$K_{A j}$ – коэффициент амплитудной коррекции.

1.5.1.6 Подводимые к защите токи выравниваются цифровым способом при помощи коэффициентов амплитудной коррекции $K_{A j}$, приводящих измеренные токи к базовому значению.

1.5.1.7 Коэффициенты амплитудной коррекции автоматически вычисляются по заданным базовым токам:

$$K_{A j} = \frac{I_{\text{баз.вт.мин}}}{I_{\text{баз.вт. j}}}, \quad (13)$$

Инв. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Подп. дата	

Инв. № подл.	2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

где $I_{\text{баз.вт.}j} = \frac{I_{\text{баз.}j}}{k_{\text{ПТТ.}j}}$ - базовый вторичный ток j-го присоединения;

$I_{\text{баз.вт.}j,\text{мин}}$ - минимальный из базовых вторичных токов присоединений $I_{\text{баз.вт.}j}$;

$k_{\text{ПТТ.}j}$ - коэффициент трансформации промежуточного ТТ j-го присоединения.

1.5.1.8 В защите предусмотрена коррекция полярности проводимых токов при помощи коэффициентов $k_{\phi,j}$, коррекция токов по углу из-за влияния группы соединения обмоток силового трансформатора.

1.5.1.9 В нормальном режиме дифференциальный ток определяется погрешностями ТТ и его значение не велико. В режиме внешнего КЗ дифференциальный ток возрастает. Для отстройки от токов небаланса в этом случае в дифференциальном органе используется торможение (увеличение тока срабатывания с ростом сквозного тока).

1.5.1.10 Характеристика процентного торможения ДИО определяется зависимостью $I_D = f(I_T)$ и состоит из двух участков: горизонтального и двух наклонных (см. рисунок 6).

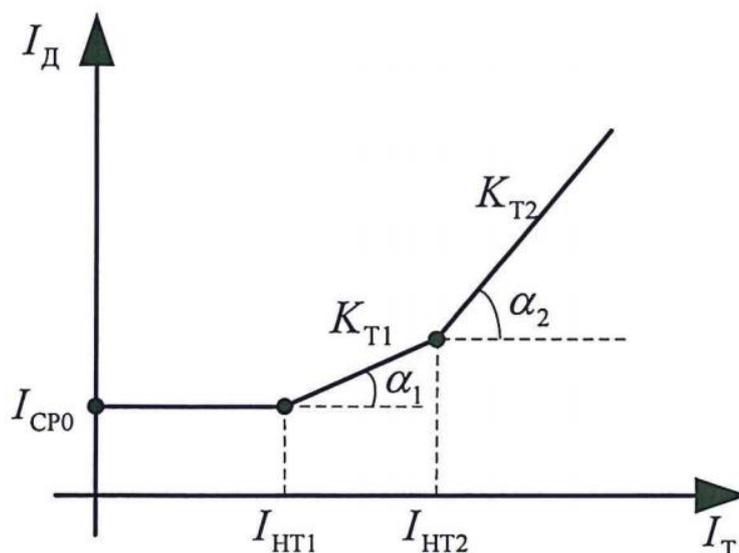


Рисунок 6 – Характеристика процентного торможения ДИО $I_D = f(I_T)$

1.5.1.11 Ток торможения определяется по выражению

$$I_T = \begin{cases} \sqrt{|I'_1| \cdot |I'_2|} \cdot \cos \alpha, & \cos \alpha \geq 0; \\ 0, & \cos \alpha < 0, \end{cases} \quad (14)$$

где I'_1 – вектор максимального из токов, подводимых к защите и приведенный к базовому значению;

$$I'_2 = I'_1 - I_D;$$

α - угол между векторами I'_1 и I'_2

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

1.5.1.12 В дифференциальной отсечке (ДТО) торможение не используется, поскольку ее уставка отстраивается от максимальных токов небаланса в режиме внешнего КЗ.

1.5.1.13 В защите предусмотрена отстройка от броска тока намагничивания по соотношению второй гармонической составляющей дифференциального тока к основной гармонической составляющей. В связи с этим на время действия отстройки от броска в защите предусмотрена возможность закругления уставки минимального тока срабатывания $I_{ср0}$ до величины $I_{ВКЛ}$ на время $T_{ВКЛ}$.

1.5.1.14 Логическая схема ИО дифференциальной защиты трансформатора приведена на рисунке 7. Предусмотрена возможность дистанционного вывода ДифЗТ из работы с помощью виртуального сигнала «Вывод ДифЗТ». Основные параметры ИО ДифЗТ представлены в таблице 7.

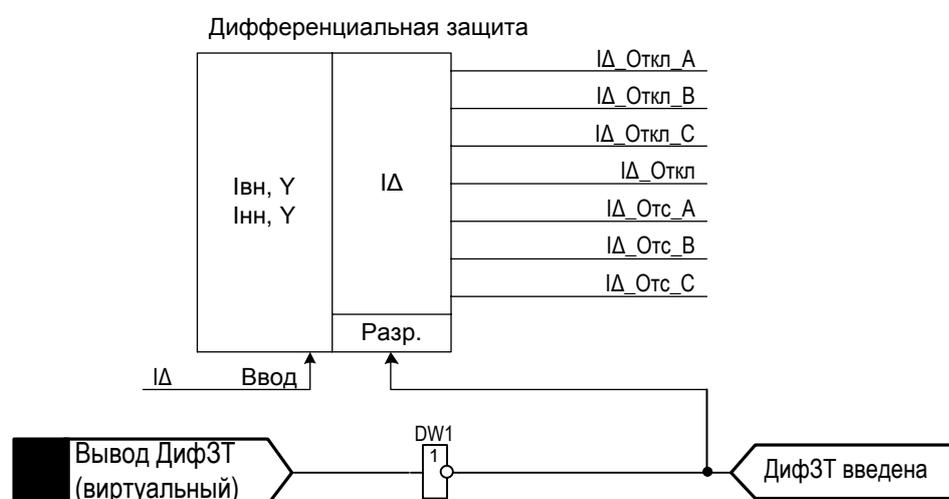


Рисунок 7 – Логическая схема дифференциальной защиты

Таблица 7 – Основные параметры ИО «ДифЗТ»

Наименование параметра	Диапазон уставк	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Начальный ток срабатывания, $I_{ср0}$, о.е.*	$(0,1 - 1,2) \cdot I_n$	0,01	0,3
Коэффициент торможения на первом наклонном участке, $K_{т1}$	0,2 - 0,95	0,01	0,5
Коэффициент торможения на втором наклонном участке, $K_{т2}$	0,2 - 0,95	0,01	0,5
Ток начала торможения первого наклонного участка, $I_{нт1}$, о.е.	$(0,1 - 6) \cdot I_n$	0,01	0,6
Ток начала торможения второго наклонного участка, $I_{нт2}$, о.е.	$(0,1 - 6) \cdot I_n$	0,01	0,6
Ток срабатывания дифференциальной отсечки $I_{отс}$, о.е.	$(2 - 12) \cdot I_n$	0,01	6
Количество групп трехфазных ТТ, $N_{гр}$	2 - 5	1	2
Коэффициент коррекции полярности для токов первой группы, $K_{ф1}$	-1	1	-1
Коэффициент коррекции полярности для токов второй группы $K_{ф2}$	-1	1	1

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/ЭТ

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Продолжение таблицы 7

Наименование параметра	Диапазон уставк	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Начальный ток срабатывания при включении, I _{вкл} , о.е.	$(0,1 - 2) \cdot I_n$	0,01	0,8
Время срабатывания при включении, T _{вкл} , с	0 - 10	0,01	0,1
Время срабатывания при двукратном и более токе срабатывания, мс, не более		30	
Время возврата при изменении скачком с двукратного по отношению к уставки срабатывания входного тока до нуля, мс, не более		15	
Погрешности: - основная погрешность начального тока срабатывания, %, не более; - основная погрешность по коэффициенту торможения, %, не более; - дополнительная погрешность начального тока срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;		5 15 15	
- дополнительная погрешность начального тока срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 45 Гц; - от 55 до 95 Гц		7 10	

*Уставки задаются относительно базисного тока.

1.5.2 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.5.2.1 Максимальная токовая защита со стороны ВН трансформатора (МТЗ ВН)

1.5.2.1.1 МТЗ ВН имеет три ступени: МТЗ-1 ВН, МТЗ-2 ВН, МТЗ-3 ВН. Ступень представляет собой совокупность нескольких измерительных органов, объединенных общей логикой. Каждый измерительный орган (ИО) МТЗ ВН имеет независимую уставку срабатывания и регулируемый коэффициент возврата. Защита надежно срабатывает при кратности тока до 40 I_{ном}.

1.5.2.1.2 В зависимости от выбора соответствующих логических накладок (см. таблицу 8) ступени МТЗ-1 ВН, МТЗ-2 ВН и МТЗ-3 ВН могут иметь комбинированный пуск по напряжению.

Воздействия каждой из ступеней МТЗ ВН могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений. Параметры ИО каждой из ступеней приведены в таблице 9. Функциональные схемы ступеней МТЗ-1 ВН, МТЗ-2 ВН и МТЗ-3 ВН представлены на рисунках 8 - 10 соответственно. Выдержки времени схемы МТЗ приведены в таблице 10.

1.5.2.1.3 Особенность первой ступени защиты МТЗ в том, что она имеет возможность автоматического заглубления уставки на момент включения выключателя. Данная функция вводится с помощью специальной логической накладки.

1.5.2.1.4 Первая ступень МТЗ ВН и НН блокируется органами блокировки от бросков тока намагничивания срабатыванием ИО «I100/ I50_ВН» и «I100/ I50_НН» соответственно.

Инв. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

24

Таблица 8 – Программные накладки МТЗ

Имя	Название	Состояние
Авт_загр_уст_ВН	Автоматическое загрузление уставки	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
Пуск_по_напр_МТЗ-1_ВН	Пуск по напряжению МТЗ-1 ВН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Пуск_по_напр_МТЗ-2_ВН	Пуск по напряжению МТЗ-2 ВН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Пуск_по_напр_МТЗ-3_ВН	Пуск по напряжению МТЗ-3_ВН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Авт_загр_уст_НН	Автоматическое загрузление уставки	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
Пуск_по_напр_МТЗ-1_НН	Пуск по напряжению МТЗ-1 НН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Пуск_по_напр_МТЗ-2_НН	Пуск по напряжению МТЗ-2 НН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Таблица 9 – Характеристики трехфазных ИО тока для МТЗ – «РТ МТЗ-1 ВН», «РТ Заг МТЗ-1 ВН», «РТ МТЗ-2 ВН», «РТ МТЗ-3 ВН», «РТ МТЗ-1 НН», «РТ Заг МТЗ-1 ВН», «РТ МТЗ-2 НН», «РТ АО»

Наименование параметра	Значение	
	Уставка	Шаг уставки
Ток срабатывания относительно номинального тока датчика, А.	0,25 - 200	0,001
Коэффициент возврата регулируется в диапазоне	0,5 - 1	0,01
Время срабатывания при двукратном входном токе по отношению к уставке срабатывания, мс, не более	40	
Погрешности: - основная погрешность тока срабатывания, %, не более; - дополнительная погрешность тока срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более; - дополнительная погрешность тока срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц; - от 53 до 80 Гц	5	
	10	
	7	
	10	

Таблица 10 – Выдержки времени МТЗ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
МТЗ-1_ВН_Сраб_t1	Выдержка времени на срабатывание МТЗ-1 ВН	0,1	0 - 10
МТЗ-1_ВН_Сраб_t2	Выдержка времени на срабатывание МТЗ-1 ВН	0,2	0 - 10
МТЗ-2_ВН_Сраб_t1	Выдержка времени на срабатывание МТЗ-2 ВН	1	0,1 - 20
МТЗ-2_ВН_Сраб_t2	Выдержка времени на срабатывание МТЗ-2 ВН	1	0,1 - 20
МТЗ-3_ВН_Сраб	Выдержка времени на срабатывание МТЗ-3 ВН	1,5	0,2 - 100
МТЗ-1_НН_Сраб_t1	Выдержка времени на срабатывание МТЗ-1 НН	0,1	0 - 10

Имя: Инв. № дубл. Подп. дата
 Инв. № подл. 042/ЭТ
 Взам. инв. №
 Подп. и дата Петрова 06.06.18

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Продолжение таблицы 10

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
MT3-1_НН_Сраб_t2	Выдержка времени на срабатывание MT3-1 НН	0,2	0 - 10
MT3-2_НН_Сраб	Выдержка времени на срабатывание MT3-2 НН	1,5	0,2 - 100

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

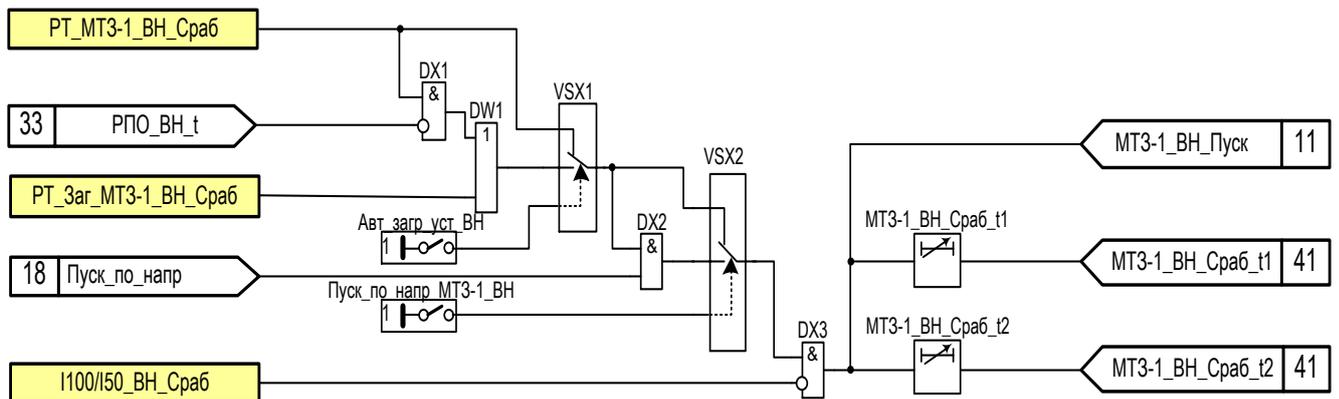


Рисунок 8 – Функциональная схема MT3-1 ВВ

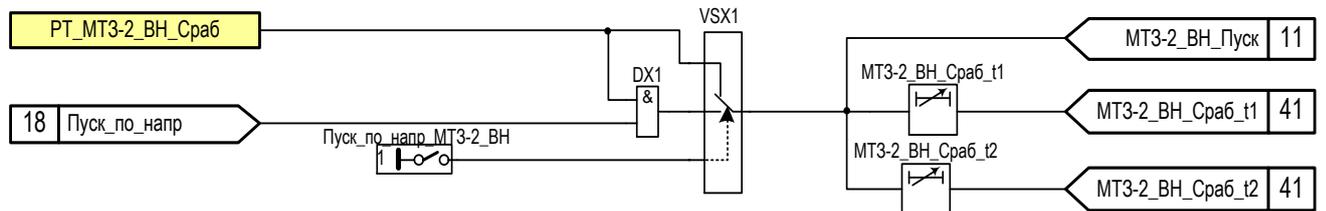


Рисунок 9 – Функциональная схема MT3-2 ВВ

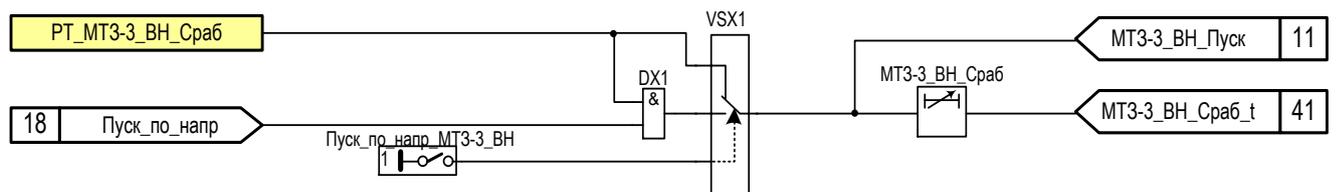


Рисунок 10 – Функциональная схема MT3-3 ВВ

1.5.2.1.5 Для второй и третьей ступеней MT3 ВВ предусмотрена возможность автоматического ускорения срабатывания при включении выключателя с уставкой времени срабатывания «Ускорение_ВВ» (см. таблицу 11).

Ускорение ступеней MT3-2 ВВ и MT3-3 ВВ вводится автоматически при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения логической накладки (см. таблицу 12). Функциональная схема ускорения и пуска MT3 ВВ представлена на рисунке 11.

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.2.1.6 Предусмотрена возможность дистанционного вывода МТЗ ВН из работы с помощью виртуального сигнала «Вывод МТЗ ВН» (см. рисунок 11).

Таблица 11 – Выдержки времени ускорения

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Ускорение_ВН	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ со стороны ВН трансформатора в ускоренном режиме	0,2	0 - 100

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

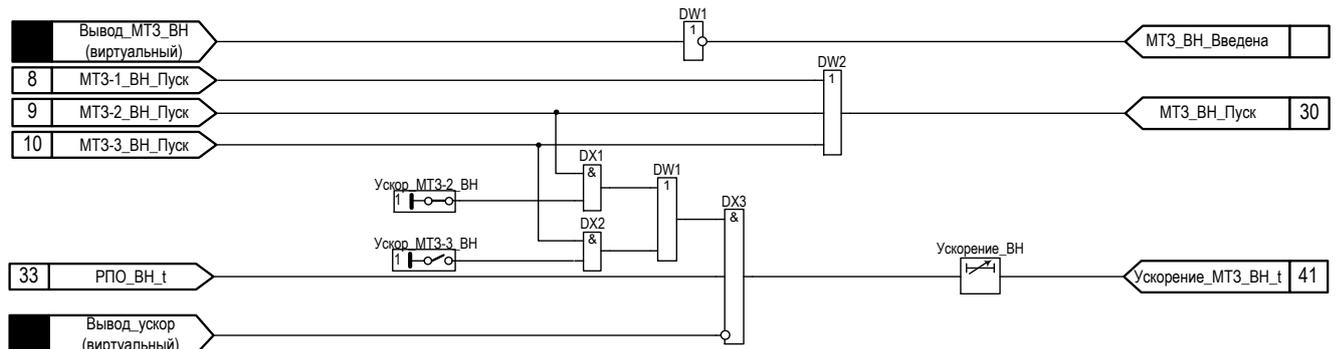


Рисунок 11 – Функциональная схема «Пуска МТЗ ВН» и «Ускорения ВН»

Таблица 12 – Программные накладные «Пуска МТЗ ВН» и «Ускорения ВН»

Имя	Название	Состояние
Ускор_МТЗ-2_ВН	Пуск «Ускорения» от МТЗ-2 со стороны ВН трансформатора	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено
Ускор_МТЗ-3_ВН	Пуск «Ускорения» от МТЗ-3 со стороны ВН трансформатора	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено

1.5.2.2 Максимальная токовая защита со стороны НН трансформатора (МТЗ НН)

1.5.2.2.1 МТЗ НН имеет две ступени: МТЗ-1 НН и МТЗ-2 НН. Ступень представляет собой совокупность нескольких измерительных органов, объединенных общей логикой. Каждый измерительный орган (ИО) МТЗ НН имеет независимую уставку срабатывания и регулируемый коэффициент возврата. Защита надежно срабатывает при кратности тока до $40 I_{НОМ}$.

1.5.2.2.2 В зависимости от выбора соответствующих логических накладок (см. таблицу 8) ступени МТЗ-1 НН и МТЗ-2 НН могут иметь комбинированный пуск по напряжению.

Воздействия каждой из ступеней МТЗ НН могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений. Параметры ИО каждой из ступеней приведены в таблице 9. Функциональные схемы ступеней МТЗ-1 НН и МТЗ-2 НН представлены на рисунках 12 и 13 соответственно.

Инв. № подл. 042/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 06.06.18
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.2.2.3 Особенность первой ступени защиты МТЗ НН в том, что она имеет возможность автоматического закрубления уставки на момент включения выключателя. Данная функция вводится с помощью специальной логической накладки.

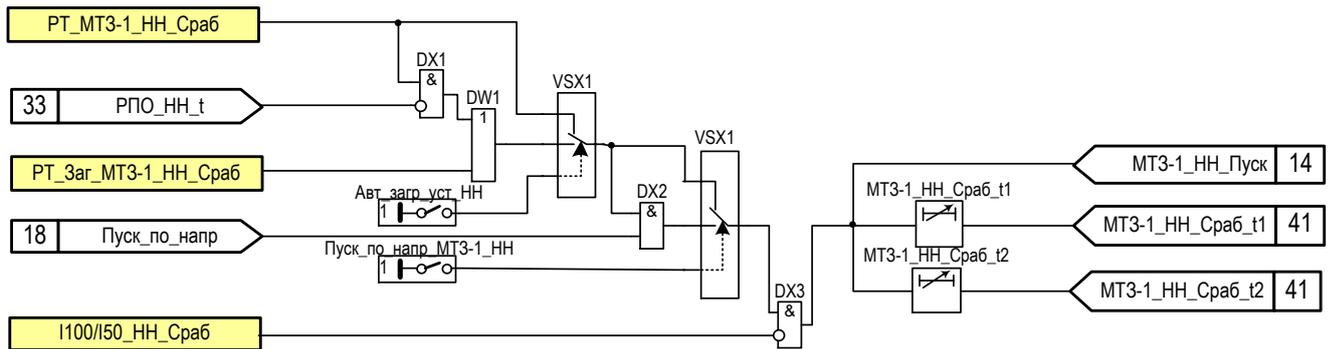


Рисунок 12 – Функциональная схема МТЗ-1 НН

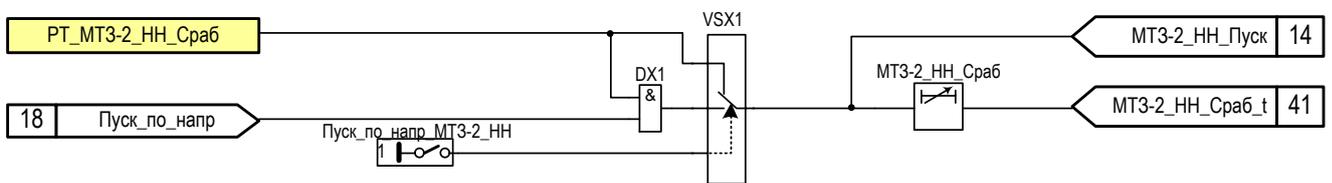


Рисунок 13 – Функциональная схема МТЗ-2 НН

1.5.2.2.4 Для первой ступени МТЗ предусмотрена возможность автоматического ускорения срабатывания при включении выключателя с уставкой времени срабатывания «Ускорение_НН» (см. таблицу 13).

Ускорение ступени МТЗ-2 НН вводится автоматически при любых включениях выключателя при наличии соответствующего положения логической накладки (см. таблицу 14). Функциональная схема ускорения пуска МТЗ НН представлена на рисунке 14.

1.5.2.2.5 Предусмотрена возможность дистанционного вывода МТЗ НН из работы с помощью виртуального сигнала «Вывод МТЗ НН» (см. рисунок 14).

Таблица 13 – Выдержки времени ускорения

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Ускорение_НН	Регулируемая выдержка времени на срабатывание МТЗ со стороны НН трансформатора в ускоренном режиме	0,2	0 - 2

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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/ЭТ

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

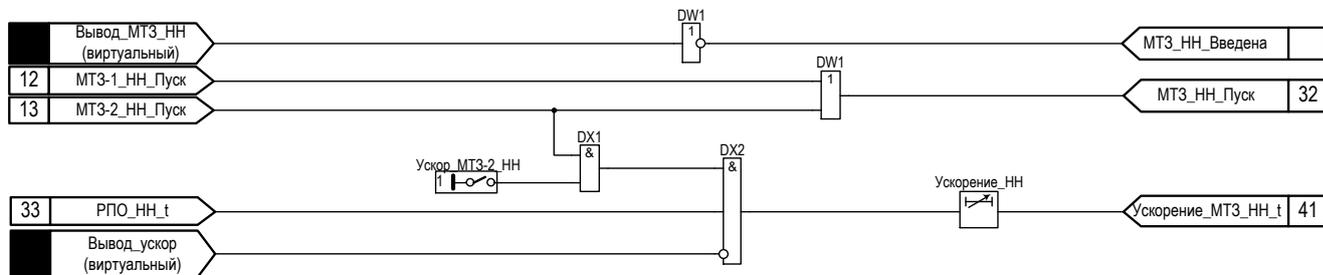


Рисунок 14 – Функциональная схема «Пуска МТЗ НН» и «Ускорения НН»

Таблица 14 – Программные накладки «Пуска МТЗ НН» и «Ускорения НН»

Имя	Название	Состояние
Ускор_МТЗ-2_НН	Пуск «Ускорения» МТЗ-2 со стороны НН трансформатора	1 - предусмотрено
		0 - не предусмотрено

1.5.2.3 Принцип действия ИО «РТ МТЗ-1 ВН», «РТ Заг МТЗ-1 ВН», «РТ МТЗ-2 ВН», «РТ МТЗ-3 ВН», «РТ МТЗ-1 НН», «РТ МТЗ-2 НН».

1.5.2.3.1 ИО реализованы одинаково. Они имеют независимую время-токовую характеристику срабатывания. Основные характеристики приведены в таблице 9.

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

1.5.3 Дополнительные ИО РТ

1.5.3.1 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 15).

1.5.3.2 Функциональная схема дополнительных реле тока представлена на рисунке 15.

Таблица 15 - 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.

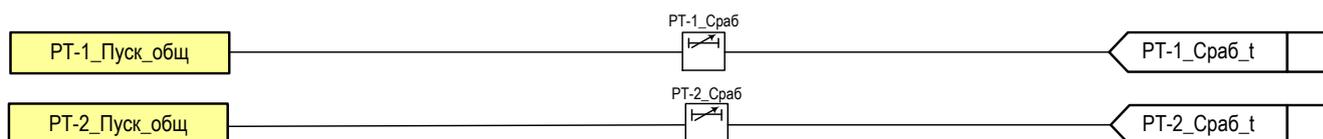


Рисунок 15 - Функциональная схема реле тока

Инв. № подл. 042/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 06.06.18
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.3.3 Каждое из реле может быть выполнено как с зависимыми время-токовой характеристиками срабатывания, так и с независимыми. Полный перечень характеристических кривых приведен в таблицах 17, 18, вид характеристических кривых приведен в приложении Б.

1.5.3.4 Принцип действия ИО «РТ-1», «РТ-2»

1.5.3.4.1 Пример характеристики срабатывания зависимой время-токовой характеристики приведен на рисунке 17. Основные параметры приведены в таблице 16. Функционально-логическая схема ИО приведена на рисунке 16.

1.5.3.4.2 Измерительный орган «РТ-1», «РТ-2» представляет собой орган максимального действия. Расчет 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.

1.5.3.4.3 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 17, 18. Кривые МЭК соответствуют стандарту IEC 60255-4 (ГОСТ 27918-88), кривые ANSI – стандарту IEEE Std C37.112-1996.

1.5.3.4.4 При выборе независимой характеристики срабатывания (уставка «Тип ВВС»-«1», см. таблицу 17) 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 16).

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

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

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

1.5.3.4.8 В состав ИО входят следующие функциональные блоки:

– пусковые органы тока фаз А, В и С (ПО_А, ПО_В, ПО_С);

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

- максиселектор (MAX) – блок, выбирающий наибольший из трех фазных токов;
- блок выдержек времени – предназначен для выбора типа выдержки времени и реализации выбранной выдержки как на срабатывание, так и на возврат.

В ИО отображаются:

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

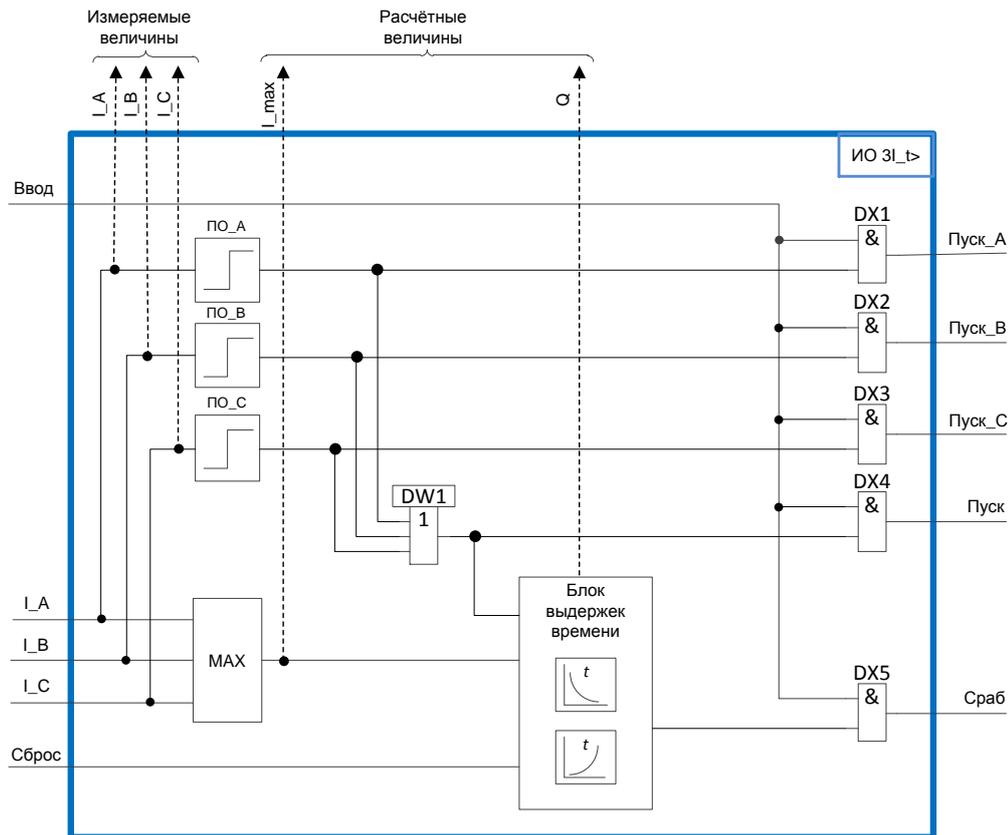


Рисунок 16 – Функционально-логическая схема дополнительных реле тока

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

Инв. № подл.	042/ЭТ	2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

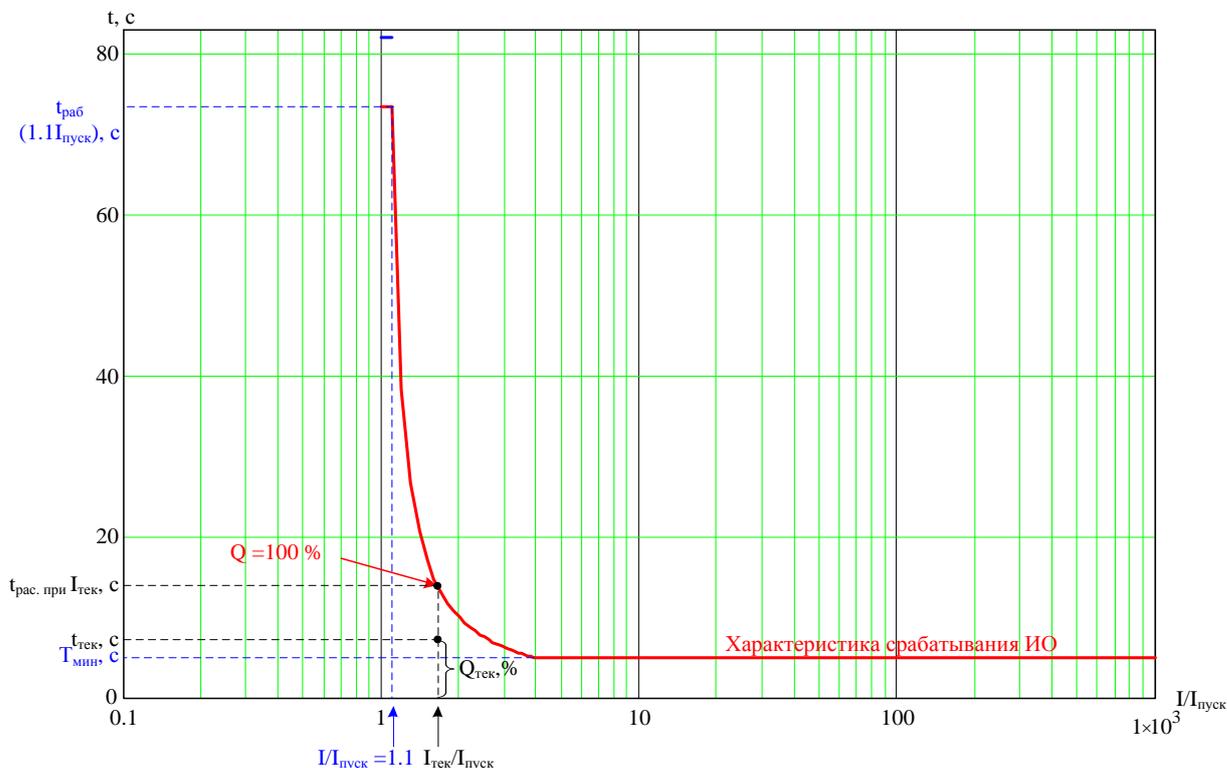


Рисунок 17 – Обобщенный пример характеристической кривой выдержки времени на срабатывание

Таблица 16 – Характеристики трехфазного ИО тока «РТ-1», «РТ-2», «I2>-1 ВН(НН)», «I2>-2 ВН(НН)», «I2>-3 ВН(НН)»

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. 042/ЭТ	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата Петрова 06.06.18	Подп. дата	Инв. № подл.	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ	Лист
											2

Продолжение таблицы 16

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

* Уставка срабатывания «I_{пуск}» задается относительно базового тока - «I_{баз}». Базовый ток определяется как номинальный ток защищаемого объекта, приведенный к низшей стороне ТТ. Задание номинального тока защищаемого объекта и коэффициента трансформации измеренного ТТ доступно через дисплей терминала или комплекс программ EKRASMS-SP (см. соответствующее руководства ЭКРА.650321.001 РЭ и ЭКРА.00006-07 34 01) в пункте «Уставки векторов».

** Только для независимой характеристики срабатывания.

Таблица 17 – Описание характеристических кривых выдержек времени на срабатывание

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

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 17

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
6	Быстро инверсная МЭК (IEC Short time inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{0,05}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,04} - 1}$
7	Длительно инверсная МЭК (IEC Long time inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \frac{120}{\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1}$
8	Нормально инверсная ANSI (ANSI Normal Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{0,0086}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,02} - 1} + 0,0185 \right)$
9	Умеренно инверсная ANSI (ANSI Moderately Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{0,0515}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^{0,02} - 1} + 0,114 \right)$
10	Сильно инверсная ANSI (ANSI Very Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{19,61}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^2 - 1} + 0,491 \right)$
11	Чрезвычайно инверсная ANSI (ANSI Extremely Inverse)	$t_{сраб} = k \cdot \left(\frac{28,2}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}}\right)^2 - 1} + 0,1217 \right)$
12	Крутая (типа реле РТВ-I)	$t_{сраб} = \frac{1}{30 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1\right)^3} + k$
13	Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)	$t_{сраб} = \frac{1}{20 \cdot \left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - 1\right)^{1,8}} + k \quad t_{сраб} = \frac{1}{20 \cdot \left(\frac{I}{6} - 1\right)^{1,8}} + k$

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 17

Тип ВВС	Наименование характеристической кривой	Описание
14	Пользовательская кривая, задаваемая уравнением	$t_{сраб} = k \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{пуск}} - C \right)^E - D} + B \right]$ $t_{сраб} = k \cdot \left[\frac{A}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} - C \right)^E - D} + B \right]$
15	Пользовательская кривая, задаваемая по точкам	Количество точек от 6 до 9 (аппроксимация кубическими сплайнами)

где $t_{сраб}$ – выдержка времени на срабатывание;
 $T_{сраб}$ – уставка, время срабатывания ИО с независимой от тока выдержкой;
 k – уставка, для регулирования характеристической кривой выдержки времени на срабатывание;
 I – измеренный ток;
 $I_{пуск}$ – уставка, пусковой ток;
 A, B, C, D, E – уставки, коэффициенты, определяющие пользовательскую характеристическую кривую выдержки времени на срабатывание.

Таблица 18 - Описание характеристических кривых выдержек времени на возврат

Тип ВВВ	Наименование характеристической кривой	Описание
1	Независимая/определенная МЭК (IEC Definite Time)	$t_{603} = T_{603}$
2	Нормально инверсная ANSI (ANSI Normal Inverse)	$t_{603} = m \cdot \left(\frac{0,46}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right)$
3	Умеренно инверсная ANSI (ANSI Moderately Inverse)	$t_{603} = m \cdot \left(\frac{4,85}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right)$
4	Сильно инверсная ANSI (ANSI Very Inverse)	$t_{603} = m \cdot \left(\frac{21,6}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right)$

Инва. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инва. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 18

Тип ВВВ	Наименование характеристической кривой	Описание
5	Чрезвычайно инверсная ANSI (ANSI Extremely Inverse)	$t_{603} = m \cdot \left(\frac{29,1}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right)$
6	Пользовательская кривая, задаваемая уравнением	$t_{603} = m \cdot \left(\frac{F}{\left(\frac{I}{I_{ПУСК}} \right)^2 - 1} \right)$
7	Пользовательская кривая, задаваемая постоянной остывания	$t_{603} = -R_{остыв} \cdot \ln \left(\frac{Q_{603}}{Q_{сраб}} \right)$

где t_{603} – выдержка времени на возврат;
 $T_{воз}$ – 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;
 $R_{остыв}$ – уставка, постоянная времени остывания;
 $Q_{воз}$ – уставка, уровень возврата блока выдержек времени;
 $Q_{сраб}$ – уставка, уровень срабатывания блока выдержек времени.

1.5.4 Комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка)

1.5.4.1 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 8). Функциональная схема пуска по напряжению приведена на рисунке 18.

1.5.4.2 Пуск по напряжению формируется:

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

1.5.4.3 Пуск по напряжению автоматически выводится при отключенном положении выключателя. Характеристики ИО «U2>>», «РН ПпН» приведены в таблицах 22 23, соответственно.

1.5.5 Контроль исправности цепей напряжения

1.5.5.1 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

* Коэффициент чувствительности для МТЗ должен быть не менее 1,5 при КЗ в основной зоне защиты и не менее 1,2 при КЗ в зонах резервирования, т.е. на предыдущих (нижестоящих) элементах [4].

Инд. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 06.06.18
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

совокупность нескольких измерительных органов (ИО), объединенных общей логикой (на рисунке 18). Выдержки времени и программные накладки контроля исправности ТН приведены в таблицах 19 и 20 соответственно.

1.5.5.2 Контроль наличия неисправности цепей напряжения осуществляется:

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

Таблица 19 – Выдержки времени контроля исправности ТН

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

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

Таблица 20 – Программные накладки контроля исправности ТН

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

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

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

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	37
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

Таблица 21 – 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; - дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более		5	
		10	

Таблица 22 – 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; - дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более		5	
		10	

Таблица 23 – Характеристики ИО минимального напряжения «РН_ПпН», «ЗМН»

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

1.5.6 Газовая защита (ГЗ)

1.5.6.1 Газовая защита применяется в качестве чувствительной защиты от повреждений, возникающих внутри кожуха трансформатора, сопровождающихся электрической дугой или

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

нагревом деталей, что приводит к разложению масла и изоляционных материалов и образованию летучих газов [5]. В логической схеме ГЗ предусмотрена возможность действия на сигнал при слабом газообразовании и понижении уровня масла («ГЗ_Т_Сигн») и отключение при интенсивном газообразовании и дальнейшем понижении уровня масла (ГЗ_Т_Откл) [4, раздел 3].

1.5.6.2 Функциональная схема ГЗ приведена на рисунке 19. Программные накладки и выдержки времени схемы ГЗ приведены в таблицах 24 и 25 соответственно. Сигналы «ГЗТ Отключение» и «ГЗТ Сигнализация» являются виртуальными (не имеющими привязки) и предварительно должны быть сконфигурированы на дискретный вход терминала.

1.5.6.3 Для защиты контакторного устройства РПН с разрывом дуги в масле следует предусматривать отдельное газовое реле и реле давления [4, раздел 3]. Логика формирования сигнала «ГЗ РПН Отключение» аналогична логике формирования «ГЗТ Отключение».

1.5.6.4 Виртуальный сигнал «Наличие оперативного тока ГЗ» (Нал_опер_тока_ГЗ) извещает о подключении устройства отключающего сигнала цепей газовой защиты трансформатора к питанию.

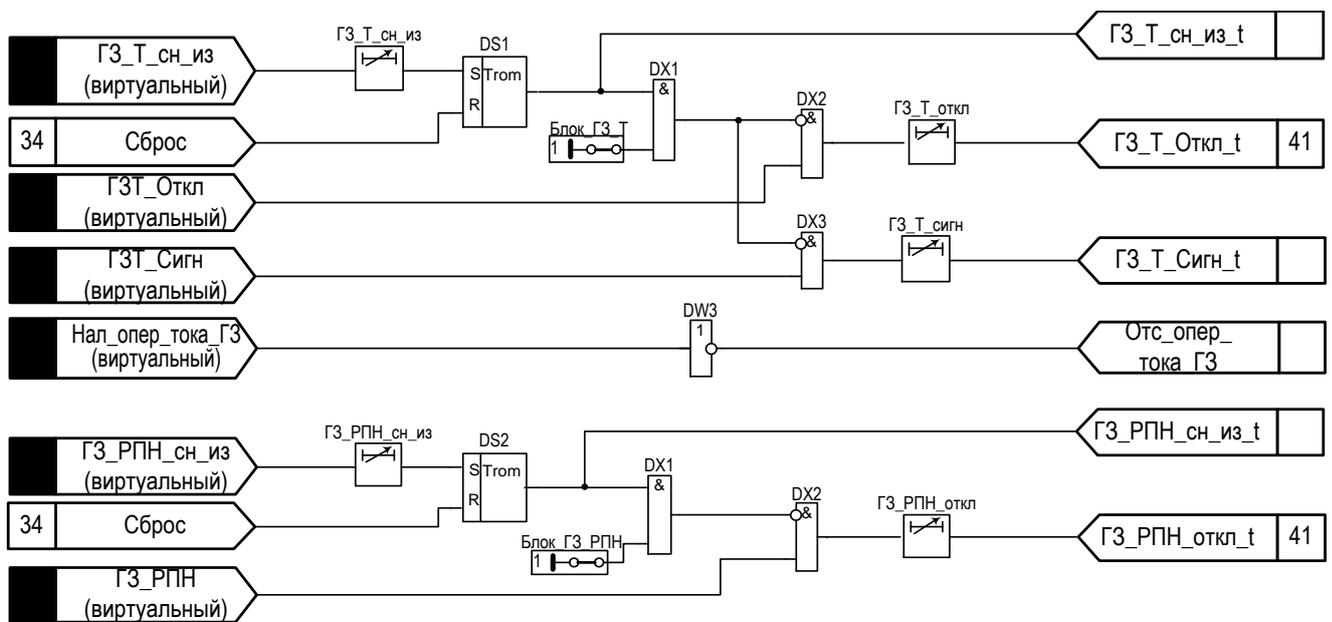


Рисунок 19 - Фрагмент функциональной схемы ГЗ

Таблица 24 – Программные накладки ГЗ

Имя	Название	Состояние
Блок_ГЗ_t	Ввод блокировки ГЗТ	1-введена
		0-выведена
Блок_ГЗ_РПН	Ввод блокировки ГЗ РПН	1-введена
		0-выведена

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

Петрова 06.06.18

042/ЭТ

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 25 – Выдержки времени ГЗ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ГЗ_T_сн_из	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала	0,5	0,1 – 100
ГЗ_T_откл	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ГЗ (с действием на отключение)	0,5	0 – 1
ГЗ_T_сигн	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ГЗ (с действием на сигнал)	0,5	0 – 10
ГЗ_РПН_сн_из	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала	0,5	0,1 – 100
ГЗ_РПН_откл	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ГЗ РПН (с действием на отключение)	0,5	0,1 – 100

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

1.5.7 Защита от автоматики охлаждения (АО)

1.5.7.1 Данная функция используется для управления автоматикой охлаждения трансформатора.

1.5.7.2 Пуск АО осуществляется по превышению током заданной уставки.

1.5.7.3 Выполнение одного из условий в течение выдержки времени «АО_Сраб» (см. таблицу 26) приводит к срабатыванию реле «Автоматика охлаждения» и зажиганию светодиода «Автоматика охлаждения» (см. рисунок 20).

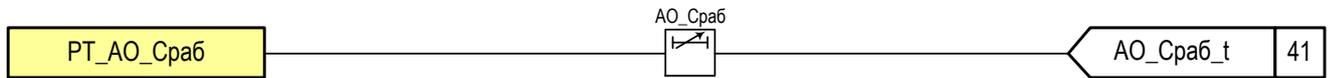


Рисунок 20 - Функциональная схема АО

Сигнал о неисправности цепей охлаждения формируется при наличии одноименного дискретного сигнала через регулируемую выдержку времени «Нспр_цеп_охл» (см. рисунок 21).

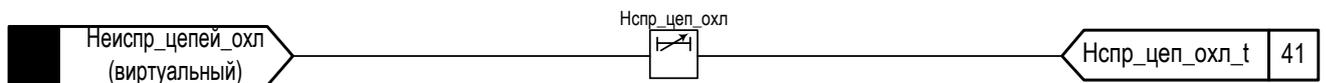


Рисунок 21 - Функциональная схема неисправности цепей охлаждения

Таблица 26 – Выдержка времени АО

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
АО_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание АО	0,5	0,2-100
Нспр_цеп_охл	Регулируемая выдержка времени на формирование сигнала	0,5	-

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

Инв. № подл.	042/Э7
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.8 Блокировка РПН

1.5.8.1 Контролируются три фазных тока высшей стороны трансформатора IA ВН, IB ВН, IC ВН и одно линейное напряжение на низкой стороне UAB НН.

Если в течение выдержки времени «РТ_РПН» (см. таблицу 27) хотя бы один из токов стороны ВН превышает заданную уставку, то срабатывает реле «Блокировка РПН» и появляется надпись на индикаторе «Блокировка РПН».

1.5.8.2 Если в течение выдержки времени «РН_РПН» напряжение превысит заданную уставку, то срабатывает реле «Блокировка РПН».

1.5.8.3 Функциональная схема блокировки РПН приведена на рисунке 22.

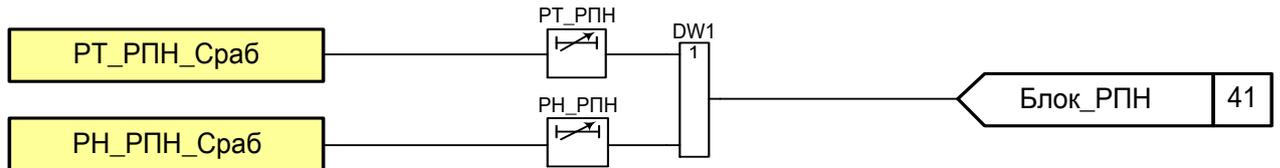


Рисунок 22 – Функциональная схема блокировки РПН

Таблица 27 – Выдержки времени блокировки РПН

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
РТ_РПН	Регулируемый элемент задержки на срабатывание токового реле для блокировки РПН	0,5	0,2-100
РН_РПН	Регулируемый элемент задержки на срабатывание реле напряжения для блокировки РПН	0,5	0,2-100

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

1.5.9 Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)

1.5.9.1 Реле тока ТЗНП использует расчетное значение тока $3I_0$, полученное суммированием фазных токов стороны ВН.

1.5.9.2 Срабатывание «ТЗНП_Сраб» происходит при срабатывании одного из измерительных органов ТЗНП «ИО_ТЗНП_1_Сраб» или «ИО_ТЗНП_2_Сраб».

1.5.9.3 Предусмотрена возможность дистанционного вывода ТЗНП из работы с помощью виртуального сигнала «Вывод ТЗНП».

1.5.9.4 Функциональная схема ТЗНП приведена на рисунке 23. Программные накладные и выдержки времени схемы ТЗНП приведены в таблицах 28 и 29 соответственно.

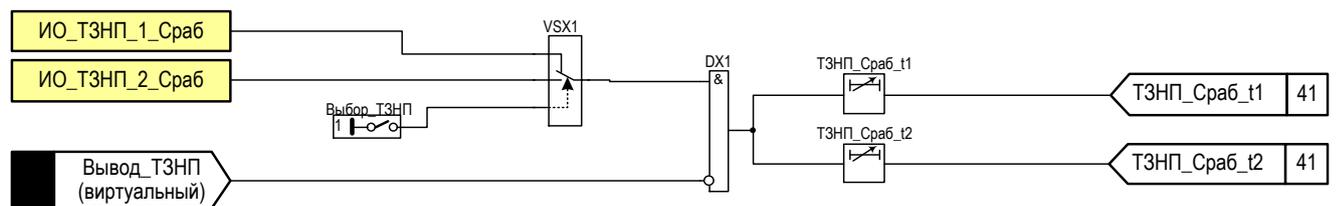


Рисунок 23 - Функциональная схема ТЗНП

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 28 – Программные накладки ТЗНП

Имя	Название	Состояние
Выбор_ТЗНП	Выбор органа срабатывания	1 – работа по I _{ВН}
		0 – работа по I _{ТНП}

Таблица 29 – Выдержки времени ТЗНП

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ТЗНП_Сраб_t1	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ТЗНП	0,1	0,2-100
ТЗНП_Сраб_t2	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ТЗНП	0,5	0,2-100

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

1.5.10 Защита от перегрузки (ЗП)

1.5.10.1 ЗП контролирует три фазы тока в обмотках трансформатора. Для контроля перегрузки двухобмоточного трансформатора достаточно следить за токами в одной из его обмоток. Для удобства пользования можно вводить контроль токов как в обмотке стороны ВН трансформатора, так и в обмотке стороны НН. На двухобмоточных трансформаторах защита от перегрузки устанавливается со стороны основного питания.

1.5.10.2 Защита содержит следующие функциональные органы (см. рисунок 17):

- сигнальный орган (I_{СИГН}), срабатывающий с независимой выдержкой времени при увеличении тока выше значения уставки срабатывания органа;
- пусковой орган (I_{ПУСК}), срабатывающий без выдержки времени при увеличении тока выше значения уставки органа и осуществляющий пуск интегрального органа;
- орган токовой отсечки (I_{ОТС}), срабатывающий с независимой выдержкой времени при увеличении тока выше значения уставки срабатывания органа;
- интегральный орган, срабатывающий с зависимой от тока выдержкой времени, заданной в табличной форме. Количество точек интегрально-зависимой характеристики: от 3 до 9.

Выдержки времени схемы ЗП приведены в таблице 30

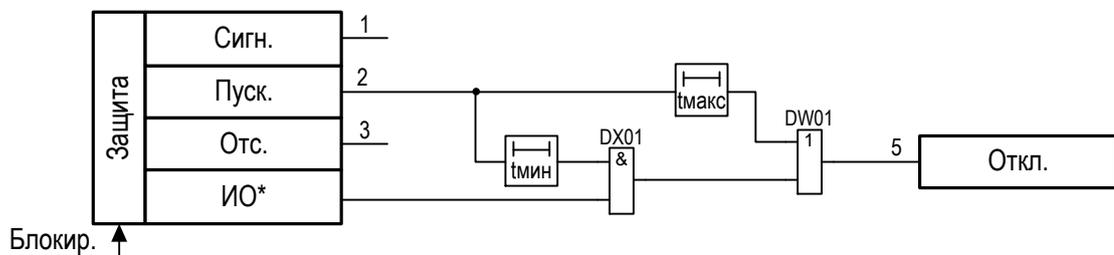


Рисунок 24 – Структурная схема защиты от перегрузок

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

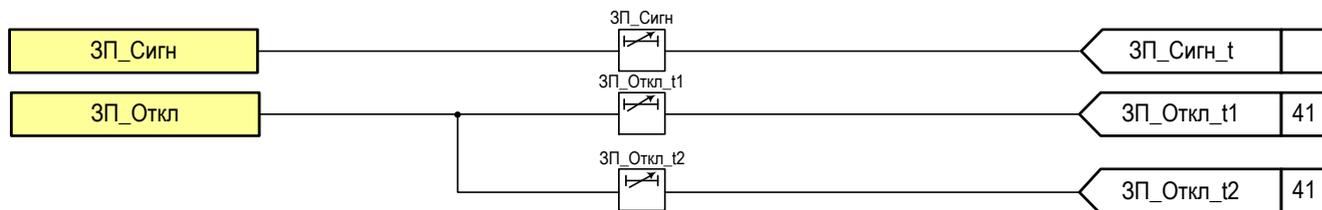


Рисунок 25 – Функциональная схема ЗП

Таблица 30 – Выдержки времени ЗП

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗП_Сигн	Регулируемый элемент задержки на срабатывание сигнализации	20	0,2-100
ЗП_Откл_t1	Регулируемый элемент задержки на срабатывание отсечки	0,5	0,2-100
ЗП_Откл_t2	Регулируемый элемент задержки на срабатывание отключение	10	0,2-100

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

Сигналы «ЗП_Откл_t1» и «ЗП_Откл_t2» действуют на отключение выключателя, сигнализацию на светодиодах, а также на матрицу отключений. Сигнал «ЗП_Сигн» действует на предупредительную сигнализацию и на светодиодную сигнализацию.

1.5.11 Защита от несимметричного режима (ЗНР)

1.5.11.1 ЗНР выполнена одноступенчатой с независимой выдержкой времени на срабатывание (см. таблицу 32) со стороны ВН и НН трансформатора. Воздействие по факту срабатывания защиты может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см.1.5.18). Функциональная схема приведена на рисунке 26.

1.5.11.2 Защита подключается к группе аналоговых цепей «Iвн Y», «Iнн Y» (см. схему подключения).

1.5.11.3 ИО «РТ ЗНР» реагирует на величину отношения тока обратной последовательности I_2 к току прямой последовательности I_1 , рассчитанных по формулам (17) и (18). Характеристика ИО «РТ ЗНР» приведена в таблице 31.

$$I_1 = \frac{1}{3}(I_A + I_B \cdot e^{j120^\circ} + I_C \cdot e^{-j120^\circ}) \quad (17)$$

$$I_2 = \frac{1}{3}(I_A + I_B \cdot e^{-j120^\circ} + I_C \cdot e^{j120^\circ}) \quad (18)$$

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

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист	
								2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ			

формулой (19). 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

$$K < \frac{|I_2|}{|I_1|} \cdot 100 \% \quad (19)$$

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

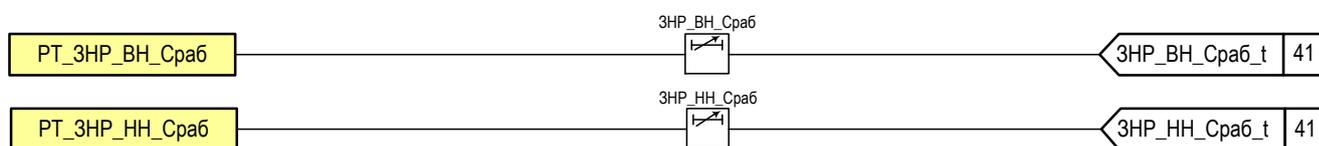


Рисунок 26 - Фрагмент функциональной схемы ЗНР

Таблица 32 – Выдержки времени ЗНР

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ЗНР_ВН_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗНР ВН	0,5	0,2 – 100
ЗНР_НН_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗНР НН	0,5	0,2 – 100

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

1.5.12 Защита от минимального напряжения (ЗМН)

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

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

1.5.12.3 Каждая из ступеней использует индивидуальный ИО минимального напряжения («РН ЗМН-1, «РН ЗМН-2» соответственно) и независимую выдержку времени на срабатывание (см. таблицу 33). ИО «ЗМН» подключаются ко вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - УУ.

1.5.12.4 Воздействие каждой из ступеней может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.18). Длительность срабатывания ограничена формирователем импульсов с прерыванием. Действие ЗМН блокируется при наличии сигнала «ЗМН заблокировано», формирующегося при наличии неисправности цепей напряжения (см. 1.5.5) или наличии внешнего дискретного сигнала «Блокировка ЗМН».

1.5.12.5 Срабатывание ступени ЗМН происходит при симметричном снижении всех трех измеряемых линейных напряжений - (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}) ниже уставки срабатывания и включенном положении выключателя («РПВ_НН»). Функциональная схема ЗМН приведена на рисунке 27.

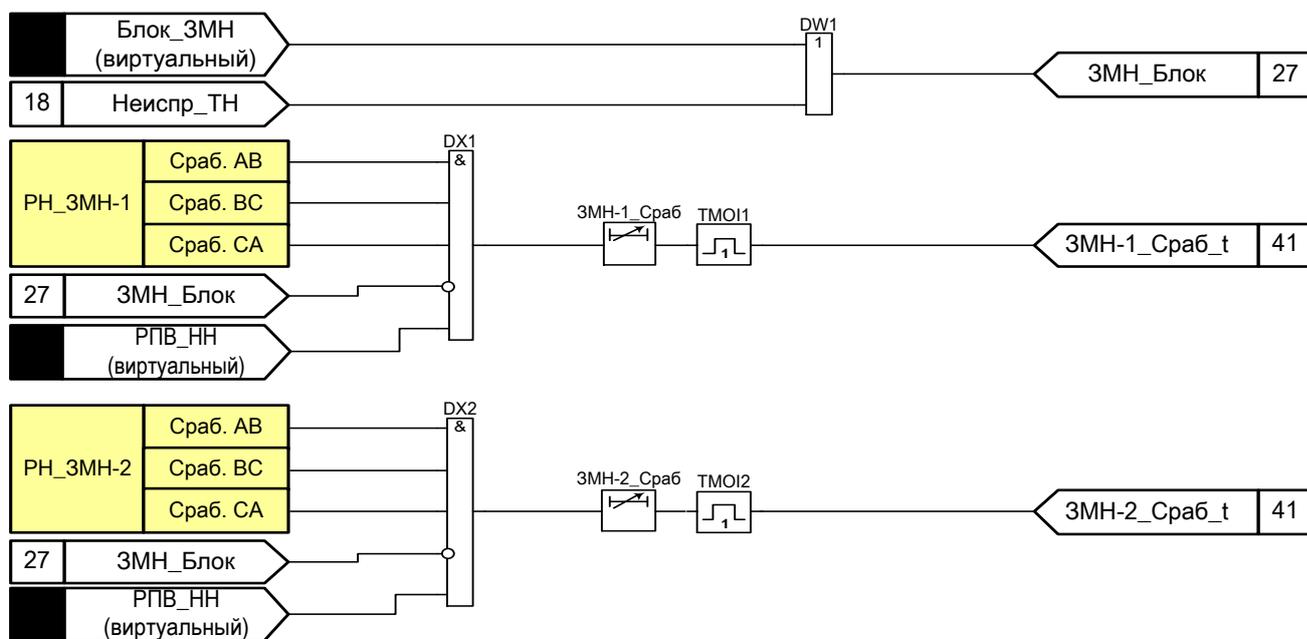


Рисунок 27 – Фрагмент функциональной схемы ЗМН

Таблица 33 – Выдержки времени ЗМН

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

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

Петрова 06.06.18
 042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 33

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендуемый диапазон*, с
ЗМН-2_Сраб	Регулируемая выдержка времени на срабатывание ЗМН-2	8	0,2 – 100
ТМОI2	Формирователь импульсов с прерыванием	1	0 – 10

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

1.5.13 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

1.5.13.1 ЗПН предназначена для предотвращения длительной работы оборудования при напряжении больше значения допустимого по условию эксплуатации. Воздействие может быть назначено индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.18).

1.5.13.2 ЗПН выполнена одноступенчатой. Защита выполнена с применением ИО максимального напряжения и независимой выдержки времени на срабатывание (см. таблицу 34). ИО подключаются ко вторичной обмотке ТН, собранной по схеме «звезда» - UY. Срабатывание ЗПН происходит при превышении любым из измеряемых линейных напряжений уставки срабатывания и наборе выдержки времени на срабатывание. Функциональная схема ЗПН приведена на рисунке 28. Характеристики ИО приведены в таблице 35.

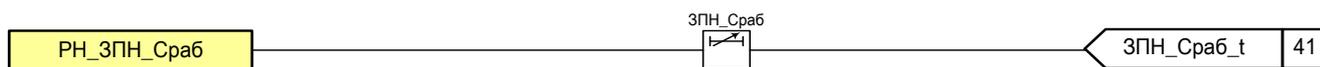


Рисунок 28 - Фрагмент функциональной схемы ЗПН

Таблица 34 – Выдержка времени ЗПН

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

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

Таблица 35 – Характеристики ИО максимального напряжения – «ЗПН»

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	

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 35

Наименование параметра	Значение
Погрешности: – основная погрешность напряжения срабатывания, %, не более;	5
– дополнительная погрешность напряжения срабатывания в рабочем диапазоне температур от значений, измеренных при нормальной температуре, %, не более;	10
– дополнительная погрешность напряжения срабатывания в расширенном диапазоне частот, %, не более: - от 3 до 47 Гц;	7
- от 53 до 80 Гц	10

1.5.14 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

1.5.14.1 УРОВ служит для резервирования отказа выключателя при действии защит.

1.5.14.2 При действии «внешних» защит (сигнал «Внешнее УРОВ ВН») формируется сигнал «УРОВ на себя», который действует в цепь отключения. Тем самым выполняется функция резервирование «нижестоящего» выключателя, который по каким либо причинам не смог отключиться при действии «своих» защит. В зависимости от состояния программных накладок (см. таблицу 36) 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 ВН»). При длительном наличии сигнала «Пуск УРОВ ВН» 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.

1.5.14.3 При срабатывании защит возможно формирование пуска схемы УРОВ защищаемого присоединения. Перечень защит, формирующих пуск схемы УРОВ, конфигурируется с помощью матрицы отключений (см. 1.5.18).

1.5.14.4 Функциональная схема УРОВ ВН приведена на рисунке 30 (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 ВН», который формируется посредством «Матрицы отключения». Сброс триггера происходит после возврата РТ_УРОВ_ВН, свидетельствующего об отсутствии тока в защищаемой цепи. Если в течение выдержки времени «УРОВ_ВН_Пуск» (см. таблицу 37) не произойдет сброс триггера (факт наличия отказа выключателя), сформируется сигнал «УРОВ_Пуск_ВН», который подействует на реле «Пуск_УРОВ_ВН», которое своими контактами сформирует сигнал на вышестоящий терминал защиты. При отсутствии дискретного сигнала «Ввод_УРОВ_ВН» сигнал «УРОВ_Пуск_Вн» не формируется.

При наличии дискретного сигнала «Пуск_УРОВ_ВН» происходит формирование сигнала «УРОВ_на_себя_ВН», который подействует на отключение «своего» выключателя. Если этот дискретный сигнал не исчезнет в течение выдержки времени «Неиспр_внеш_УРОВ_ВН»,

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

сформируется сигнал «Неисправность_внешнего_УРОВ_ВН», который просигнализирует о неисправности нижестоящего устройства защиты.

Структурная схема УРОВ приведена на рисунке 29.

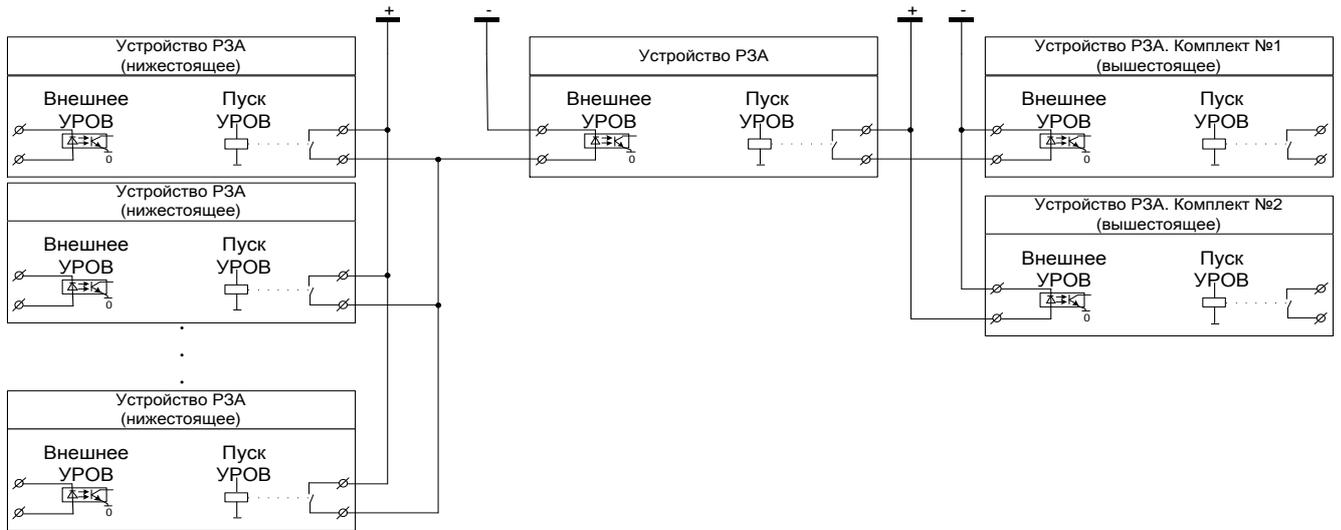


Рисунок 29 – Структурная схема УРОВ

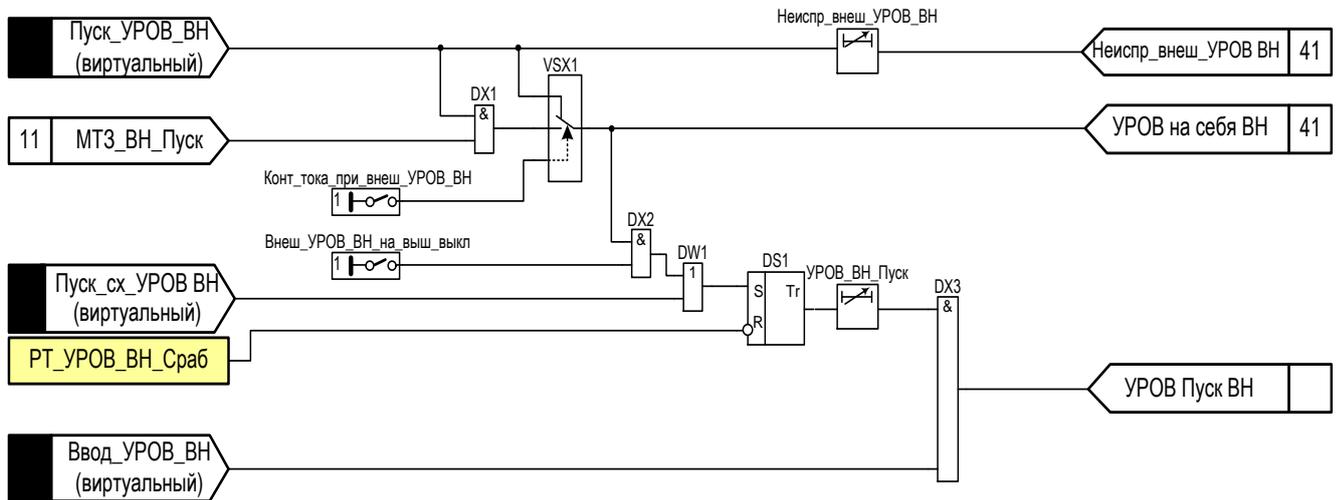


Рисунок 30 - Фрагмент функциональной схемы УРОВ ВН

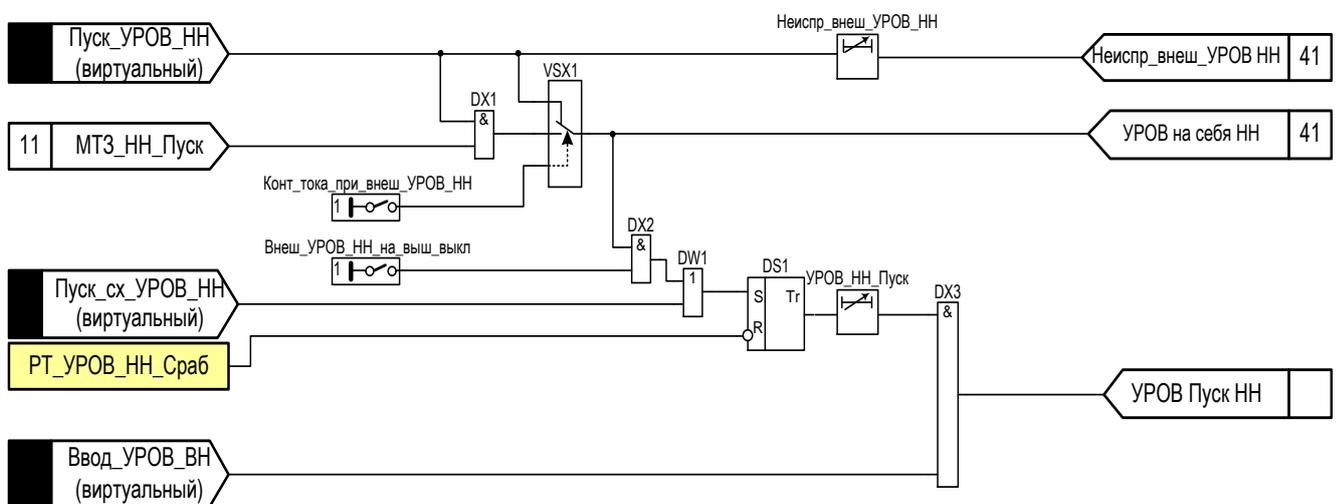


Рисунок 31 - Фрагмент функциональной схемы УРОВ НН

Инв. № подл.	042/Э7	Подп. и дата	Петрова 06.06.18
		Взам. инв. №	
Инв. № дубл.		Подп. дата	
		Инв. № дубл.	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.14.5 Функциональная схема УРОВ НН реализована аналогично функциональной схеме УРОВ ВН и приведена на рисунке 31. Программные накладки и выдержки времени УРОВ НН приведены в таблицах 36 и 37 соответственно.

Таблица 36 – Программные накладки УРОВ

Имя	Название	Состояние
Конт_тока_при_внеш_УРОВ_ВН	Контроль тока при внешнем УРОВ ВН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Внеш_УРОВ_ВН_на_выш_выкл	Внешний УРОВ ВН на вышестоящий выключатель	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Конт_тока_при_внеш_УРОВ_НН	Контроль тока при внешнем УРОВ НН	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен
Внеш_УРОВ_НН_на_выш_выкл	Внешний УРОВ НН на вышестоящий выключатель	1 - предусмотрен
		0 - не предусмотрен

Таблица 37 – Выдержки времени УРОВ

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
Неиспр_внеш_УРОВ_ВН	Выдержка времени на срабатывание для фиксации наличия неисправности в цепях внешнего УРОВ ВН	15	1 – 120
УРОВ_ВН_Пуск	Выдержка времени на срабатывание УРОВ ВН	0,5	0,01 – 10
Неиспр_внеш_УРОВ_НН	Выдержка времени на срабатывание для фиксации наличия неисправности в цепях внешнего УРОВ НН	15	1 – 120
УРОВ_НН_Пуск	Выдержка времени на срабатывание УРОВ НН	0,5	0,01 – 10

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

1.5.15 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

1.5.15.1 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 32 (схема может быть уточнена при конкретном проектировании).

1.5.15.2 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.

Имя	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
---	------	----------------	---------	----------

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

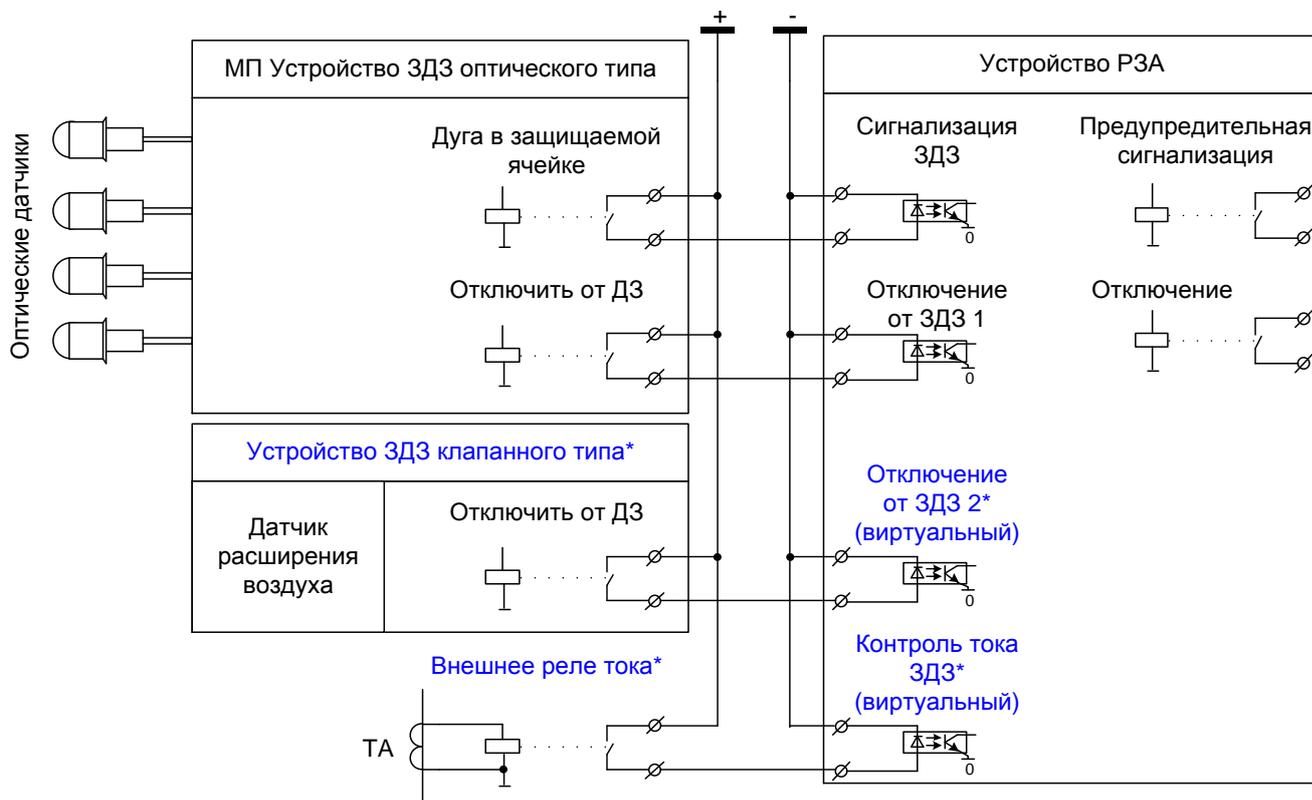
1.5.15.3 ЗДЗ имеет две независимые выдержки времени на срабатывание (см. таблицу 39), воздействия после набора каждой из них могут быть назначены индивидуально с помощью матрицы отключений (см. 1.5.18).

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

1.5.15.5 Фрагмент функциональной схемы ЗДЗ приведен на рисунке 33. Программные накладки схемы ЗДЗ приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Программные накладки ЗДЗ

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



* Необходимость уточняется при конкретном проектировании

Рисунок 32 – Структурная схема ЗДЗ

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

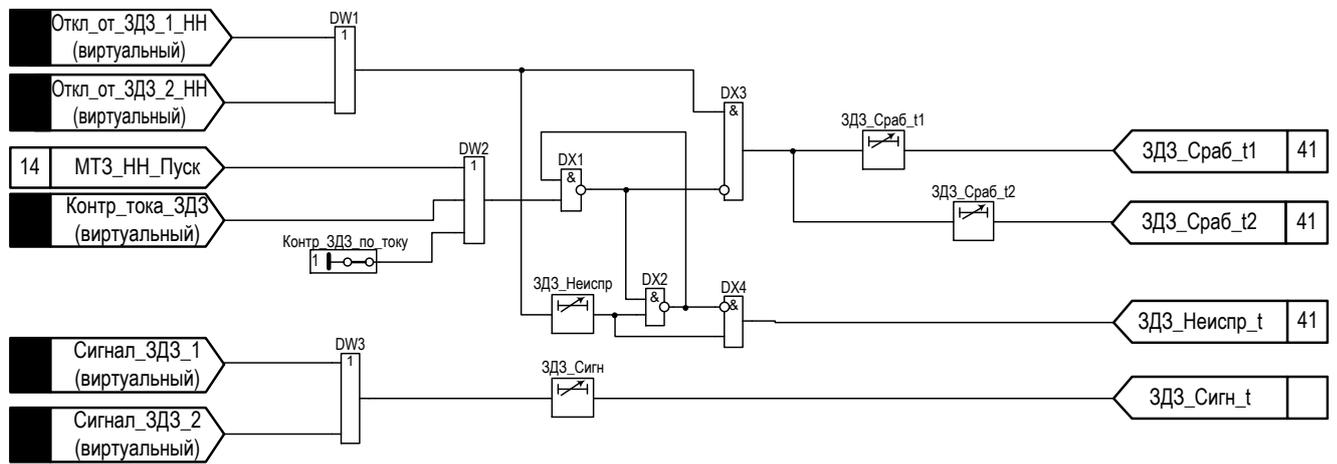


Рисунок 33 - Фрагмент функциональной схемы ЗДЗ

Таблица 39 – 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
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.

1.5.16 Внешнее отключение и подхват РПО

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

1.5.16.2 В соответствии с приведенной функциональной схемой (см. рисунок 34) сигнал «Внешнее отключение» формируется при срабатывании одноименных дискретных входов. Для корректной работы защит и/или функций, использующих в своей работе подхват сигнала «РПО», обязательным условием является превышение величины выдержки времени «РПО» (см. таблицу 40) максимального значения выдержек времени на срабатывание соответствующих защит и/или функций.

1.5.16.3 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.

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инд. № подл.	042/ЭТ

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

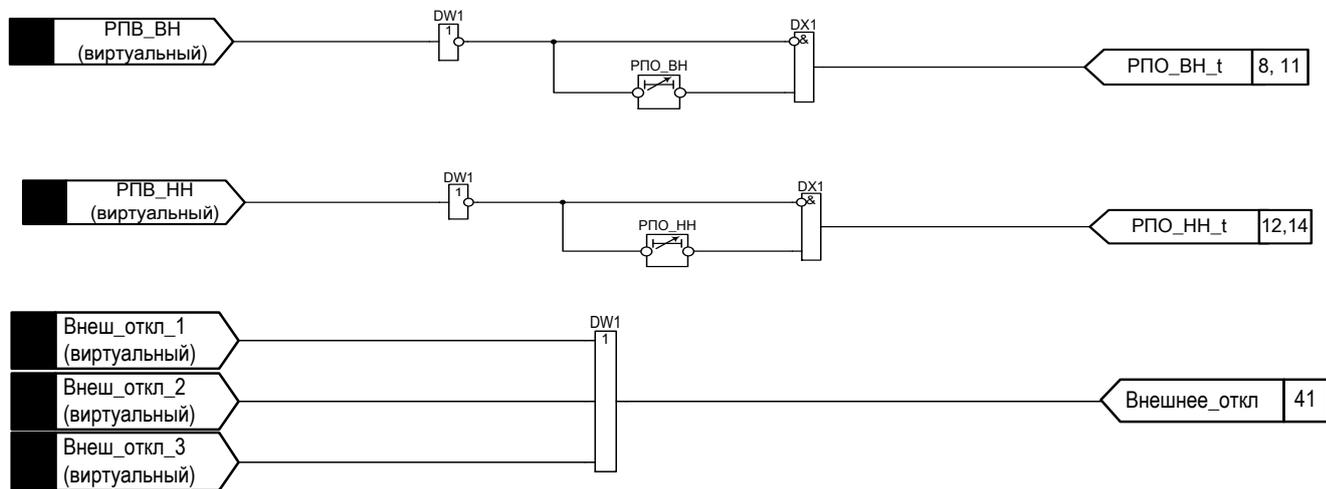


Рисунок 34 – Фрагмент функциональной схемы подхвата РПО и ограничения длительности сигнала внешнего отключения

Таблица 40 – Выдержки времени схемы подхвата РПО

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

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

1.5.17 Формирование сигнала «Сброс»

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

Сигнал «Сброс» формируется по факту наличия дискретного входного сигнала «Сброс».

Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов приведен на рисунке 35. Выдержки времени формирования сигнала Сброс приведены в таблице 41.

Таблица 41 – Выдержки времени формирования сигнала Сброс

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон*, с
ТМО1	Моностабильная константа	1	0,1 – 10

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



Рисунок 35 – Фрагмент функциональной схемы формирования служебных сигналов

1.5.18 Токовая защита обратной последовательности (ТЗОП)

1.5.18.1 Токовая защита обратной последовательности предназначена для защиты трансформаторов и линий электропередач от несимметричных коротких замыканий.

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/ЭТ

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.18.2 ТЗОП выполнена трёхступенчатой. Каждая из ступеней представляет собой совокупность нескольких измерительных органов, объединенных общей логикой.

1.5.18.3 В зависимости от выбора состояния программных накладок (см. таблицу 43) каждая из ступеней ТЗОП может быть выполнена направленной. В зависимости от положения выключателей (сигнал «Полож_Qвн_Qсв») в логике работы защиты блокируется работа направленности защиты.

1.5.18.4 Предусмотрена возможность оперативного ускорения ступеней защиты от внешнего сигнала и автоматического ускорения при включении выключателя.

1.5.18.4.1 ТЗОП отстроена от бросков тока намагничивания срабатыванием ИО «I100/ I50_ВН(НН).

1.5.18.5 Особенность третьей ступени защиты ТЗОП в том, что она имеет возможность вывода на сигнал от внешнего дискретного сигнала.

1.5.18.6 Фрагменты функциональной схемы токовой защиты обратной последовательности приведены на рисунках 36, 37, 38. Выдержки времени и программные накладки токовой защиты обратной последовательности приведены в таблицах 42 и 43 соответственно.

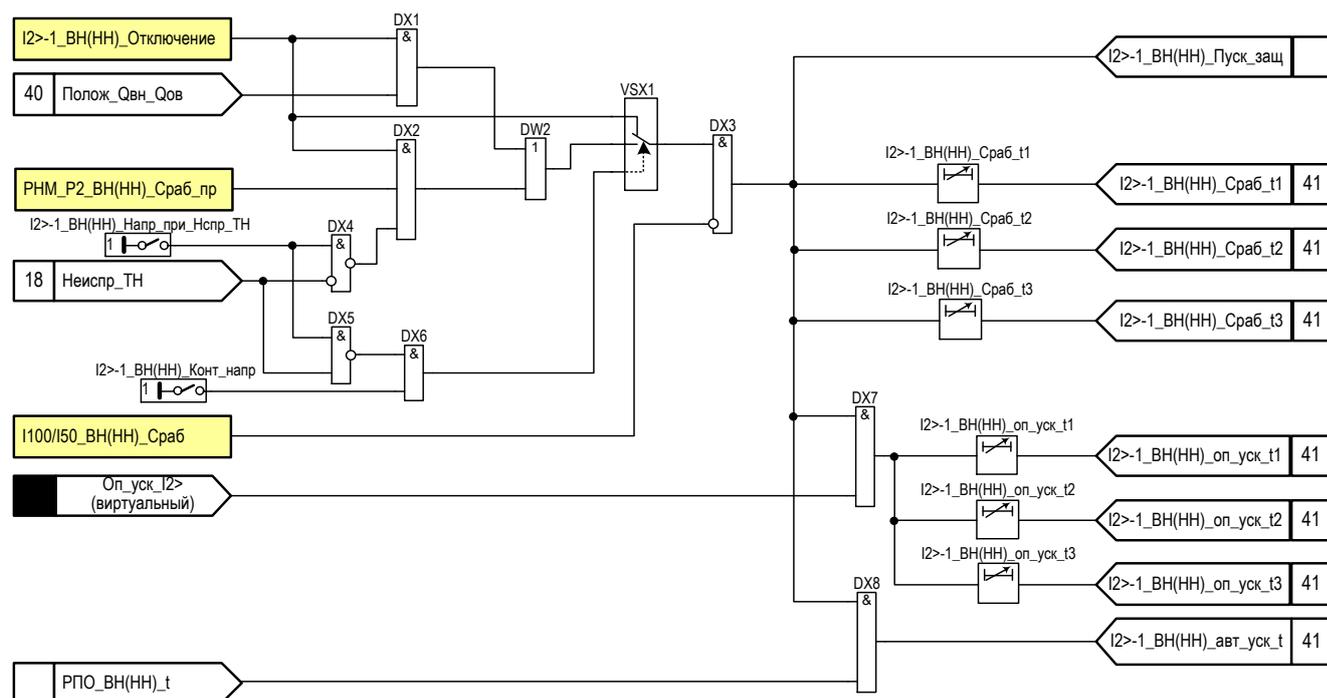


Рисунок 36 – Фрагмент функциональной схемы токовой защиты обратной последовательности первой ступени

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

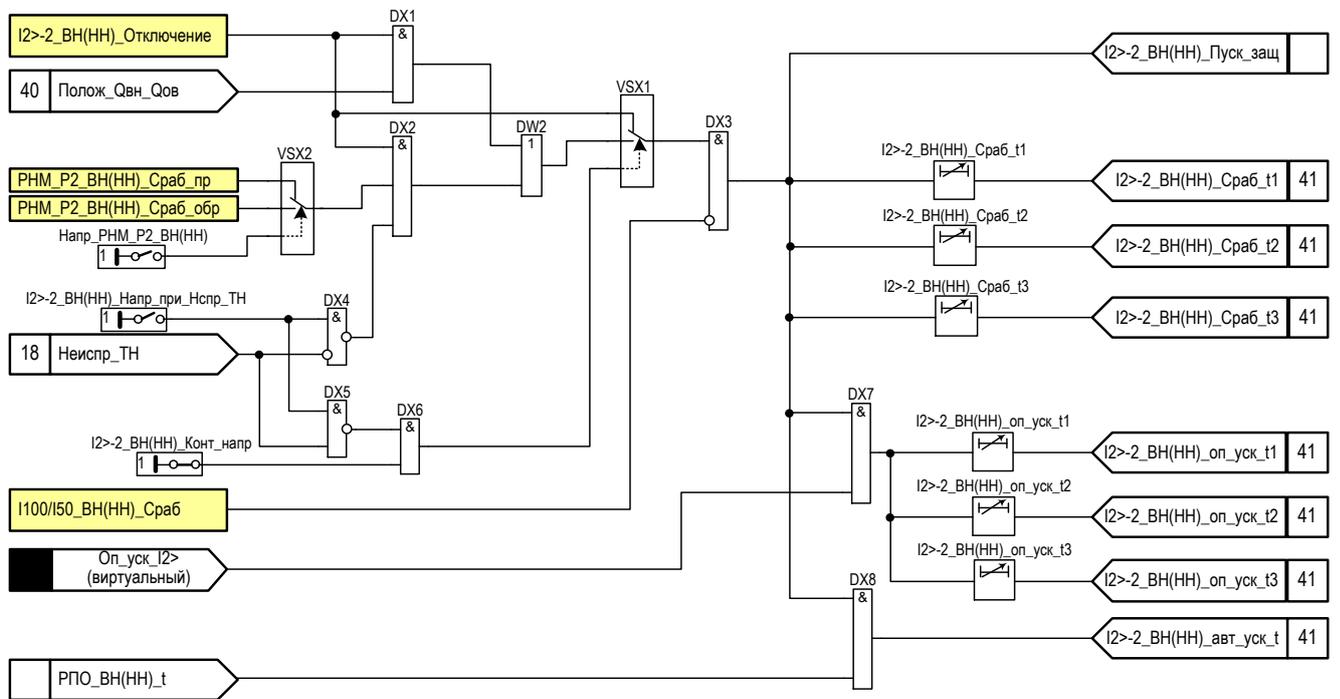


Рисунок 37 – Фрагмент функциональной схемы токовой защиты обратной последовательности второй ступени

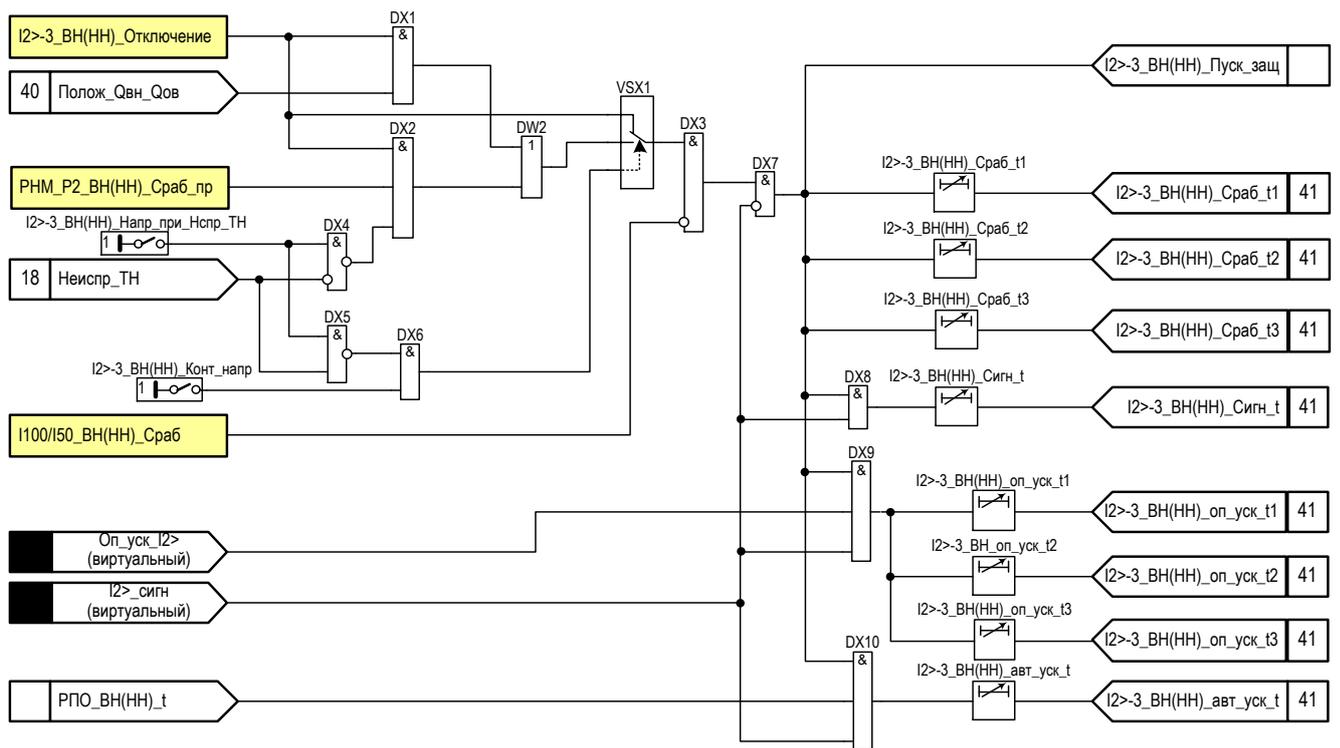


Рисунок 38 – Фрагмент функциональной схемы токовой защиты обратной последовательности третьей ступени

Инв. № подл.	042/ЭТ
	Петрова 06.06.18
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 42 – Выдержки времени схемы токовой защиты обратной последовательности

Имя	Название	Уставка	
		Значение по умолчанию, с	Рекомендованный диапазон, с
I2>-1_VH(НН)_Сраб_t1	Выдержка времени на срабатывание	0,2	0,1 – 10
I2>-1_VH(НН)_Сраб_t2	Выдержка времени на срабатывание	0,5	0,1 – 10
I2>-1_VH(НН)_Сраб_t3	Выдержка времени на срабатывание	1	0,1 – 10
I2>-1_VH(НН)_оп_уск_t1	Выдержка времени на срабатывание	0,1	0,1 – 10
I2>-1_VH(НН)_оп_уск_t2	Выдержка времени на срабатывание	0,3	0,1 – 10
I2>-1_VH(НН)_оп_уск_t3	Выдержка времени на срабатывание	0,6	0,1 – 10
I2>-1_VH(НН)_авт_уск_t	Выдержка времени на срабатывание	0,1	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_Сраб_t1	Выдержка времени на срабатывание	1,5	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_Сраб_t2	Выдержка времени на срабатывание	2	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_Сраб_t3	Выдержка времени на срабатывание	2,5	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_оп_уск_t1	Выдержка времени на срабатывание	1,3	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_оп_уск_t2	Выдержка времени на срабатывание	1,8	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_оп_уск_t3	Выдержка времени на срабатывание	2,3	0,1 – 10
I2>-2_VH(НН)_авт_уск_t	Выдержка времени на срабатывание	0,1	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_Сраб_t1	Выдержка времени на срабатывание	2,5	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_Сраб_t2	Выдержка времени на срабатывание	3	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_Сраб_t3	Выдержка времени на срабатывание	3,5	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_оп_уск_t1	Выдержка времени на срабатывание	2,4	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_оп_уск_t2	Выдержка времени на срабатывание	2,8	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_оп_уск_t3	Выдержка времени на срабатывание	3,3	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_авт_уск_t	Выдержка времени на срабатывание	0,1	0,1 – 10
I2>-3_VH(НН)_Сигн_t	Выдержка времени на срабатывание	2,5	0,1 – 10

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

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Таблица 43 – Программные накладки схемы токовой защиты обратной последовательности ВН

Имя	Название	Состояние
I2>-1_ВН(НН)_Конт_напр	Направленность I2>ВН(НН)-1	1 - предусмотрена
		0 – не предусмотрена
I2>-2_ВН(НН)_Конт_напр	Направленность I2>ВН(НН)-2	1 - предусмотрено
		0 – не предусмотрено
Направ_РНМ_Р2_ВН(НН)	Направленность РНМ Р2 ВН(НН) для I2>2_ВН(НН)	0-прямая
		1-обратная
I2>-3_ВН(НН)_Конт_напр	Направленность I2>ВН(НН)-3	1 - предусмотрена
		0 – не предусмотрена
I2>-1_ВН(НН)_Напр_при_Неисп_ТН	Действ. направ.I2>1_ВН(НН) при неисправности ТН	1 - Авт. перекл. на ненапр. режим
		0 - Запрет работы
I2>-2_ВН(НН)_Напр_при_Неисп_ТН	Действ. направ.I2>2_ВН(НН) при неисправности ТН	1 - Авт. перекл. на ненапр. режим
		0 - Запрет работы
I2>-3_ВН(НН)_Напр_при_Неисп_ТН	Действ. направ.I2>3_ВН(НН) при неисправности ТН	1 - Авт. перекл. на ненапр. режим
		0 - Запрет работы

1.5.18.7 Все ступени ТЗОП могут быть выполнены как с зависимой время-токовой характеристикой срабатывания, так и с независимой. Характеристики ИО «I2>-1 ВН(НН)», «I2>-2 ВН(НН)», «I2>-3 ВН(НН)» аналогичны характеристикам ИО «РТ-1(2)» (см. пункт 1.5.3).

1.5.18.8 Направленность обеспечивается использованием ИО направления мощности обратной последовательности – «РНМ Р2 ВН(НН)».

ИО «РНМ МТЗ» по принципу действия является программным реле направления мощности обратной последовательности. РНМ Р2 подключается к ТТ защищаемой линии со стороны ВН или НН силового трансформатора и ТН секции. Основные характеристики ИО приведены в таблице 44.

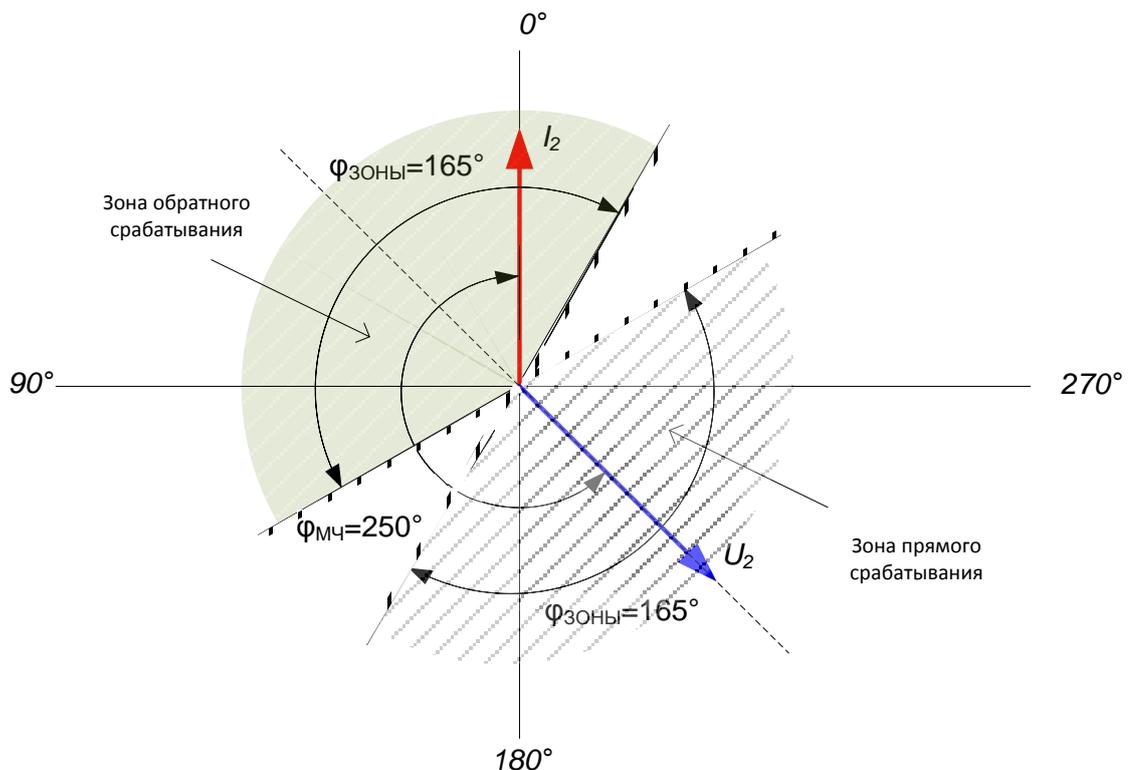


Рисунок 39 – Векторная диаграмма РНМ Р2

Имя	Подп. дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инд. № подл.	042/ЭТ

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Границы сектора срабатывания задаются двумя уставками $\varphi_{МЧ}$ и $\varphi_{ЗОНЫ}$, при этом $\varphi_{МЧ}$ определяет угол между векторами тока и напряжения срабатывания обратной последовательности, одновременно являясь биссектрисой угла зоны срабатывания (см. рисунок 39).

Таблица 44 – Характеристики трехфазного ИО «РНМ Р2 ВН(НН)»

Наименование параметра	Диапазоны уставок	Шаг уставки	Значение по умолчанию
Ток срабатывания обратной последовательности относительно номинального тока датчика, I2_ср, о.е.	$(0,025 - 1) \cdot I_{НОМ}$	0,001	0,15
Угол максимальной чувствительности, Fi_мч, градус	0 - 359,9	0,1	250
Угол, определяющий ширину зоны срабатывания, Fi_з, градус	90 - 175	0,1	165
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		

1.5.19 Контроль положения выключателей

1.5.19.1 Фрагмент функциональной схемы контроля положения выключателей приведен на рисунке 40.

1.5.19.2 Сигнал «Полож_Qвн_Qов» формируется в случае:

- наличия сигнала о включенном положении выключателя ВН и отсутствии сигнала о включенном положении обходного выключателя;
- отсутствия сигнала о включенном положении выключателя ВН;
- отсутствия сигнала о включенном положении разъединителя обходного выключателя.

Контроль положения выключателей предназначен для блокировки направленной работы ТЗОП, когда силовой трансформатор подпитывается только со стороны НН.

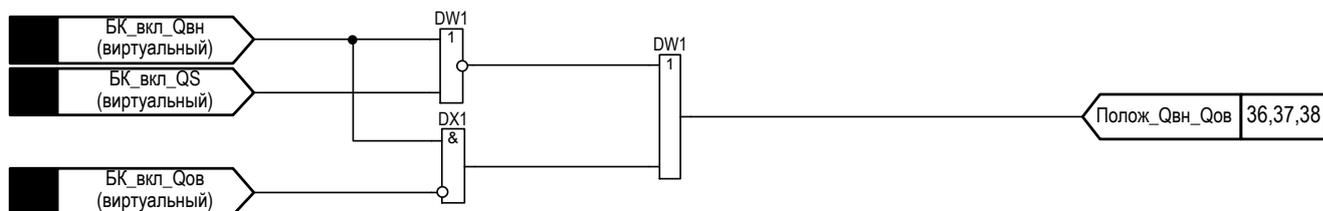


Рисунок 40 – Фрагмент функциональной схемы

Подп. дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Инв. № подл.	042/Э7

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

1.5.20 Матрица отключений

1.5.20.1 В функциональной схеме терминала предусмотрена матрица отключений – редактируемый программный элемент «ИЛИ» (см. рисунок 41).

1.5.20.2 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.

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

Инв. № подл.	042/ЭТ				Лист
	2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	
Инв. № дубл.					59
Взам. инв. №					
Подп. и дата	Петрова 06.06.18				
Подп. дата					
ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ					
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.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ				Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					61

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.

2.3.3 Меню «Текущие величины» -> «Измерения защит» позволяет отобразить на дисплее значения уставок, текущие значения аналоговых входов защиты, выходов защиты, а

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

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.	042/Э7				Лист
	2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	
Инв. № дубл.					63
Взам. инв. №					
Подп. и дата	Петрова 06.06.18				
Подп. дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ЭКРА.656122.036/217 0201 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. Рекомендуется периодически сравнивать показания токов и напряжений с другими приборами, косвенно оценивая работоспособность измерительной части устройства. Проверка величин

Инв. № подл.	042/ЭТ	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ		

уставок и параметров может быть произведена как по месту, так и удаленно через систему АСУ ТП.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ				
				Лист
				65

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 45.

Таблица 45 - Сведения о содержании цветных металлов

Типоисполнение терминала	Суммарная (расчётная) масса цветных металлов и их сплавов, содержащихся в изделии и подлежащих сдаче в виде лома, кг
	Группа металлолома по ГОСТ Р 54564-2011
	М 5
	Возможность демонтажа деталей и узлов при списании изделия
	Частично
ЭКРА 217(А) 0201	0,1929

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

66

Приложение А

(обязательное)

Карта заказа ЭКРА 217(А) 0201

(терминал основных защит, автоматики и сигнализации трансформатора мощностью до 16 МВ·А)

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

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

1. Выбор номинальных параметров

Тип исполнения	Параметры	
	Номинальное напряжение оперативного питания, В	Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69*
<input type="checkbox"/> Общепромышленное (типовое) ЭКРА 217 0201 – 61	<input type="checkbox"/> E1 =110	<input type="checkbox"/> УХЛ3.1 (типовое исполнение)
<input type="checkbox"/> АЭС ЭКРА 217А 0201 – 61	<input type="checkbox"/> E2 =220	<input type="checkbox"/> 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)	
	RS-485*	Ethernet
Тип	Электрический	Электрический (RJ-45) (типовой)
Протоколы связи для интеграции	<input checked="" type="checkbox"/> Modbus RTU	<input checked="" type="checkbox"/> Modbus TCP
	<input checked="" type="checkbox"/> МЭК 60870-5-103	<input checked="" type="checkbox"/> SNTP
		<input checked="" type="checkbox"/> МЭК 60870-5-104
		<input type="checkbox"/> МЭК 61850-8-1 (MMS+GOOSE)
Резервирование *	-	<input checked="" type="checkbox"/> Сетевого подключения – LinkBackUp
		<input checked="" type="checkbox"/> Сети АСУ ТП - PRP (IEC 62439-3)

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

Инв. № подл. 042/ЭТ
 Подп. и дата Петрова 06.06.18
 Взам. инв. №
 Инв. № дубл.
 Подп. дата

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

67

4. Параметры защищаемого объекта

4.1. Данные для реализации дифференциальной защиты трансформатора

Схема соединения обмоток трансформатора, ВН/НН	<input type="checkbox"/> Y-11/Δ (типовая)	<input type="checkbox"/> Δ/ Y-11
	<input type="checkbox"/> Y-1/Δ	<input type="checkbox"/> Δ/ Y-1
	<input type="checkbox"/> Y/Y	<input type="checkbox"/> другая _____
Схема соединения обмоток измерительных ТТ, установленных со стороны ВН/НН	<input type="checkbox"/> Y/Y (типовая)	<input type="checkbox"/> другая _____

4.2. Данные для реализации защиты от замыканий на землю

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

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

5. Характеристики терминала

Параметры	Значение
Номинал аналоговых входов (тока)	<input type="checkbox"/> 1 А <input type="checkbox"/> 5 А (типовой)
Номинал аналогового входа для ТТНП	<input type="checkbox"/> 0,2 А <i>диапазон измерения: от 0,001 до 0,5 А</i> <input type="checkbox"/> 0,6 А (типовой) <i>диапазон измерения: от 0,003 до 1,6 А</i>
Номинал аналоговых входов (напряжения)	100 В*
Функции защит (типовой набор)	Дифференциальная защита трансформатора. Трехступенчатая максимальная токовая защита стороны ВН трансформатора: - с загрузлением уставки МТЗ-1 НН (ТО) при включении выключателя; - с пуском по напряжению; - с ускорением 2й и 3й ступеней при включении выключателя. Двухступенчатая максимальная токовая защита стороны НН трансформатора: - с загрузлением уставки МТЗ-1 НН (ТО) при включении выключателя; - с пуском по напряжению; - с ускорением 2й ступени при включении выключателя. Защита минимального напряжения. Защита от повышения напряжения. Защита несимметричного режима. Защита от перегрузки. Защита от дуговых замыканий. Реле тока автоматика охлаждения. Токовая защита нулевой последовательности. Устройство резервирования отказа выключателя с контролем тока. Газовая защита
Функции управления выключателем (типовой набор)	Отключение от внешних цепей

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

Инв. № подл.	042/ЭТ
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	Петрова 06.06.18

Инв. № подл.	042/ЭТ	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

68

Приложение Б

(справочное)

Характеристические кривые зависимых выдержек времени

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

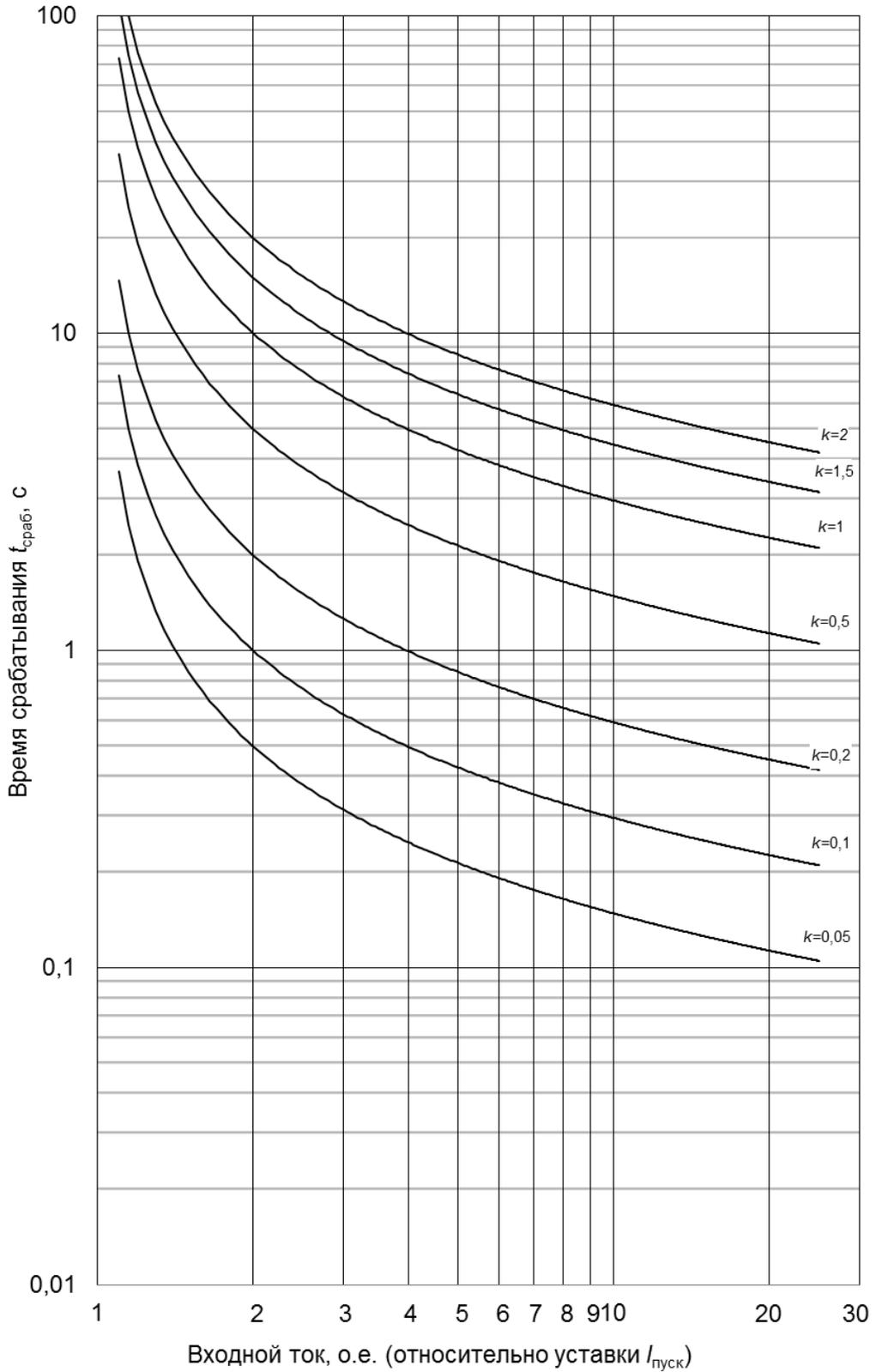


Рисунок Б.1 – Нормально инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

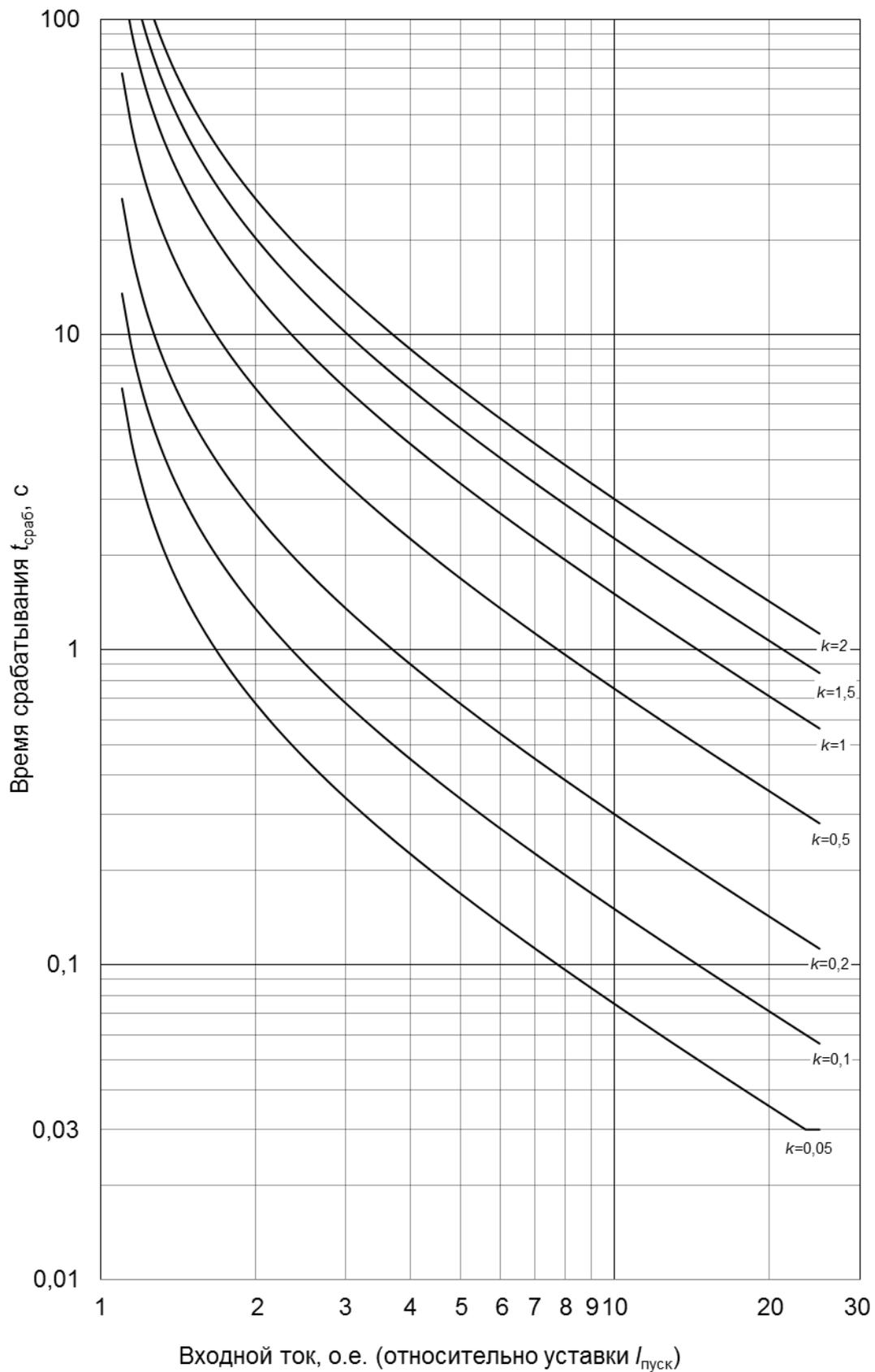


Рисунок Б.2 – Сильно инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

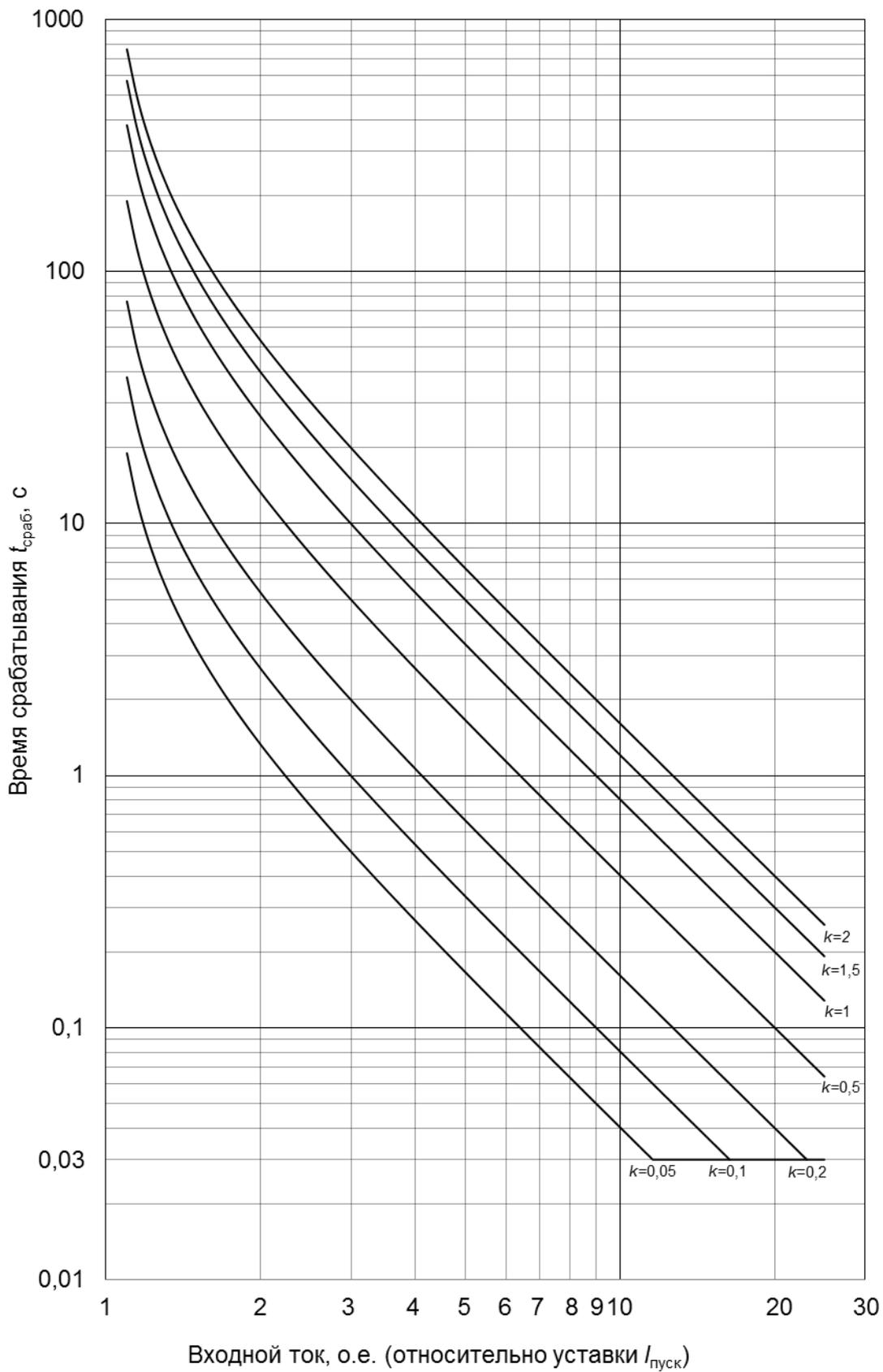


Рисунок Б.3 – Чрезвычайно инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/Э7	Петрова 06.06.18			

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

72

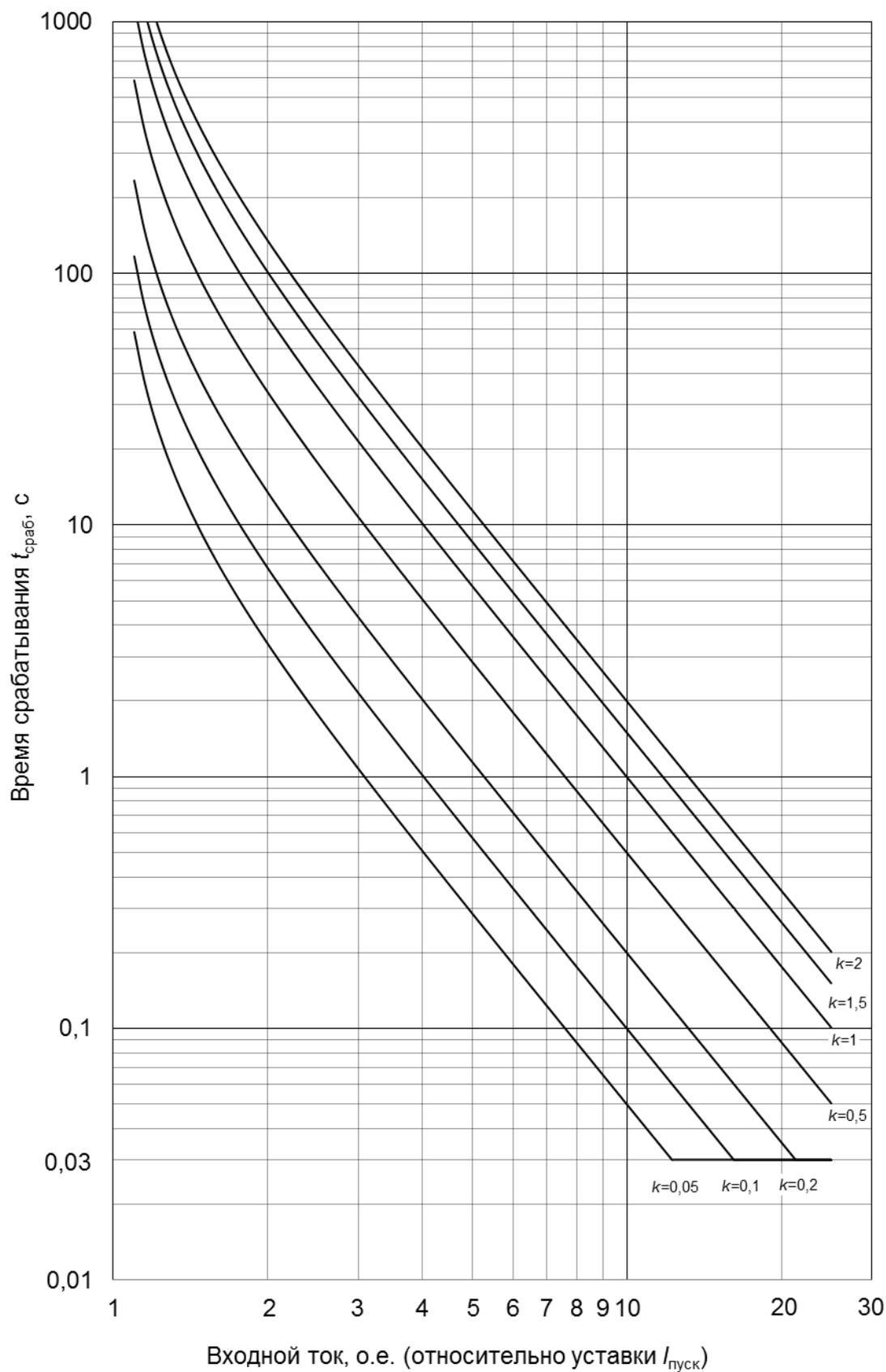


Рисунок Б.4 – Ультра инверсная МЭК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/Э7	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

73

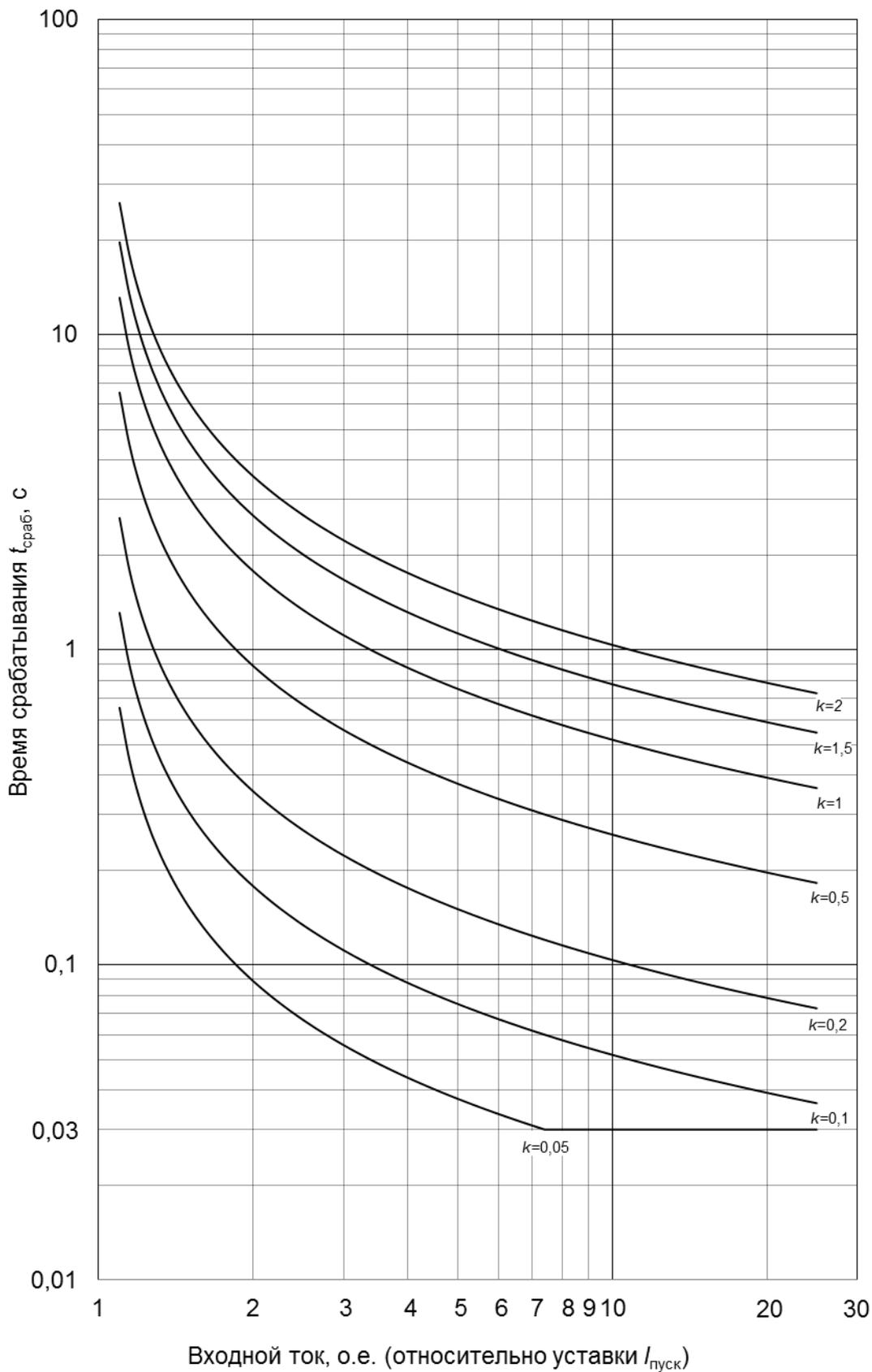


Рисунок Б.5 – Быстро инверсная МЭК

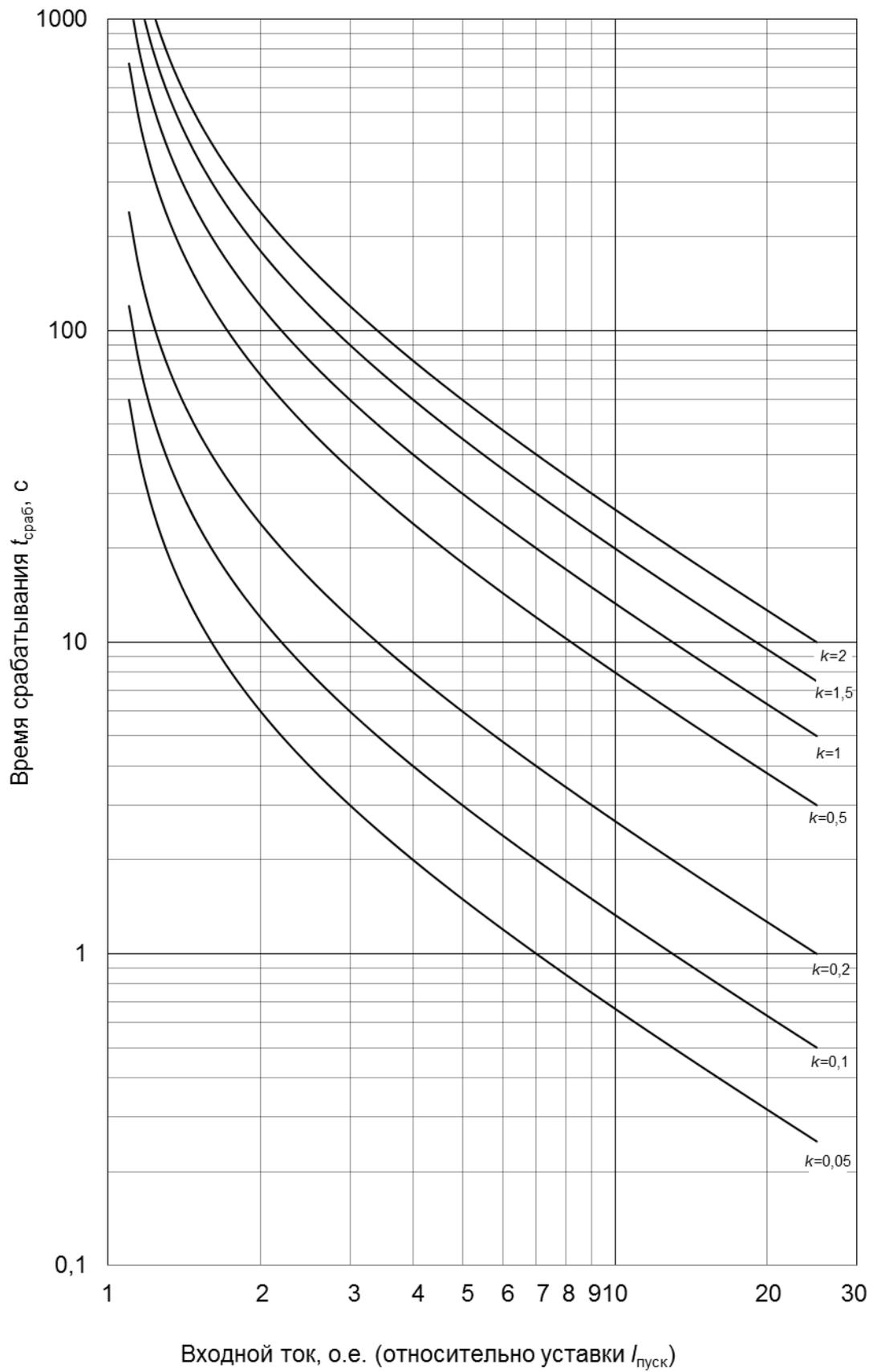
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			

2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

74

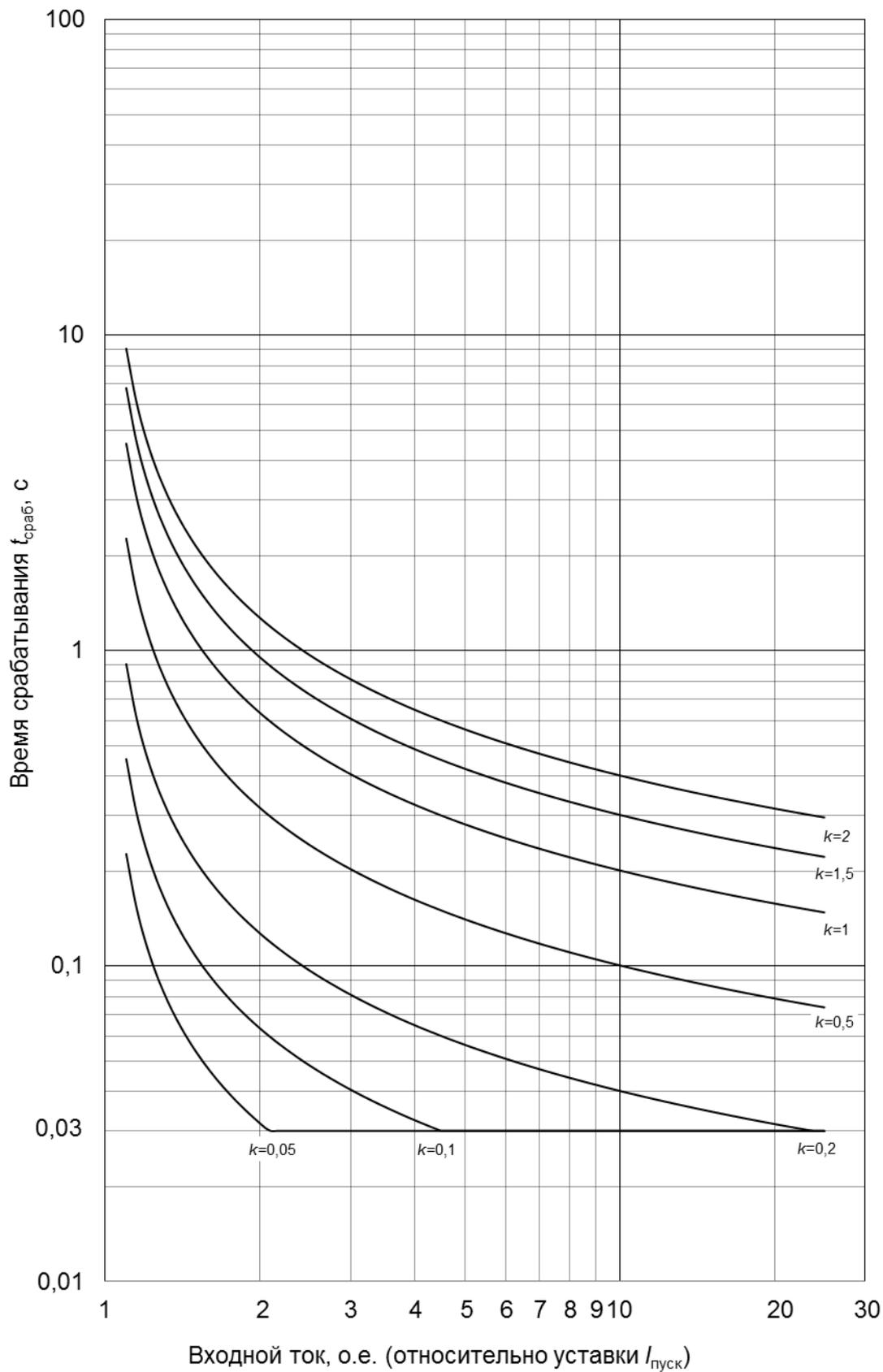


Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/Э7	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

75



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

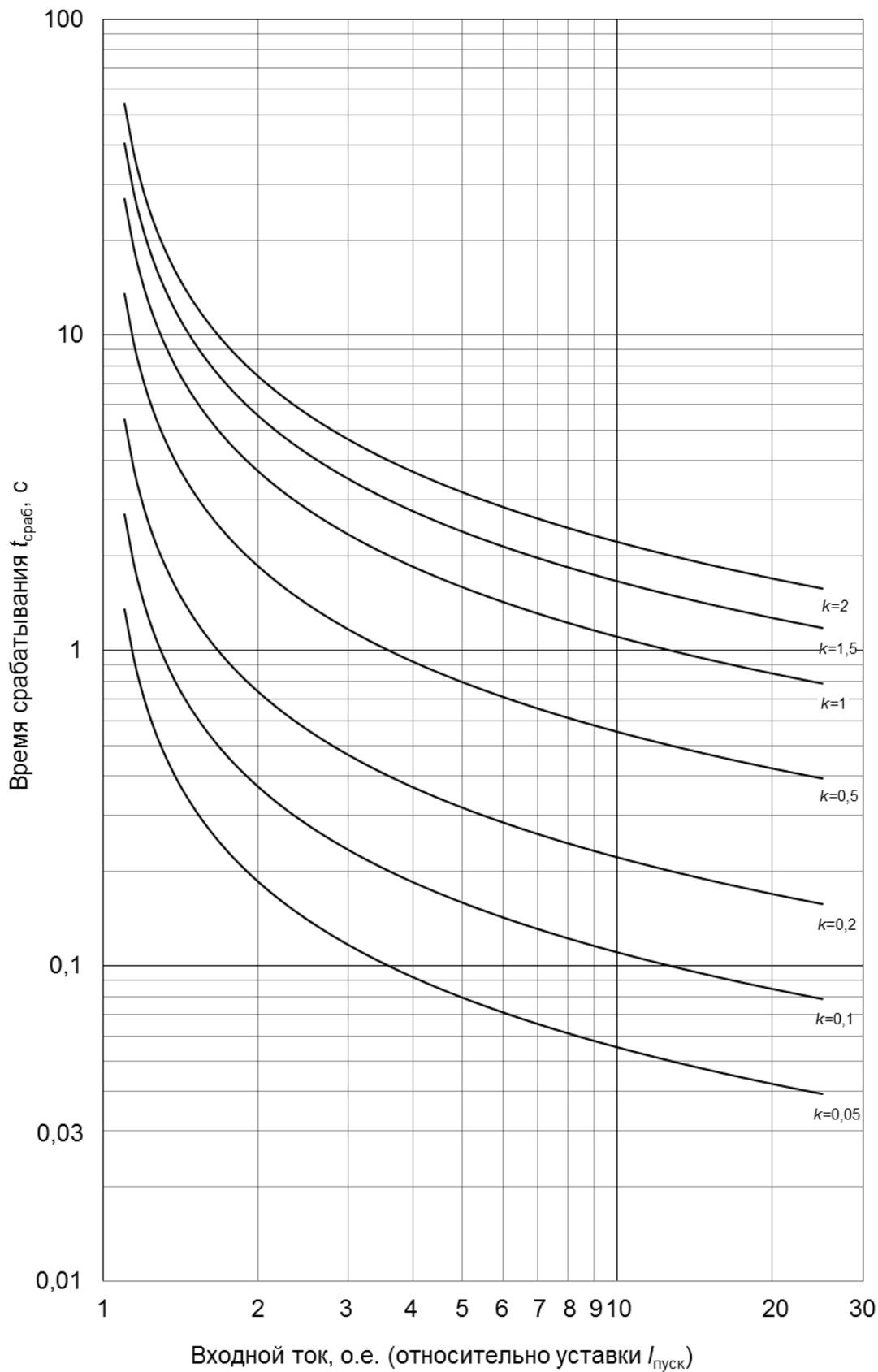


Рисунок Б.8 – Умеренно инверсная ANSI

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

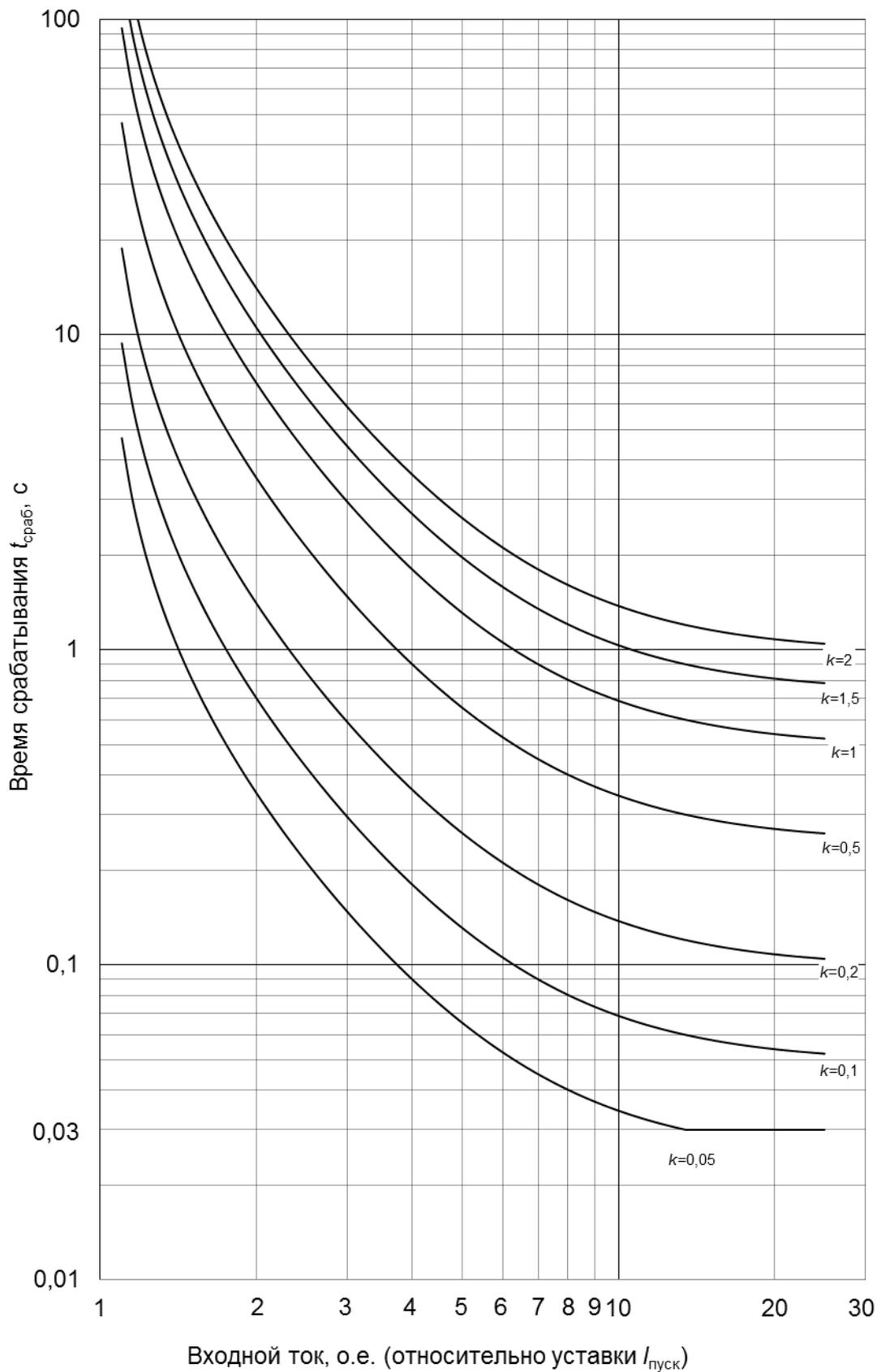


Рисунок Б.9 – Сильно инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

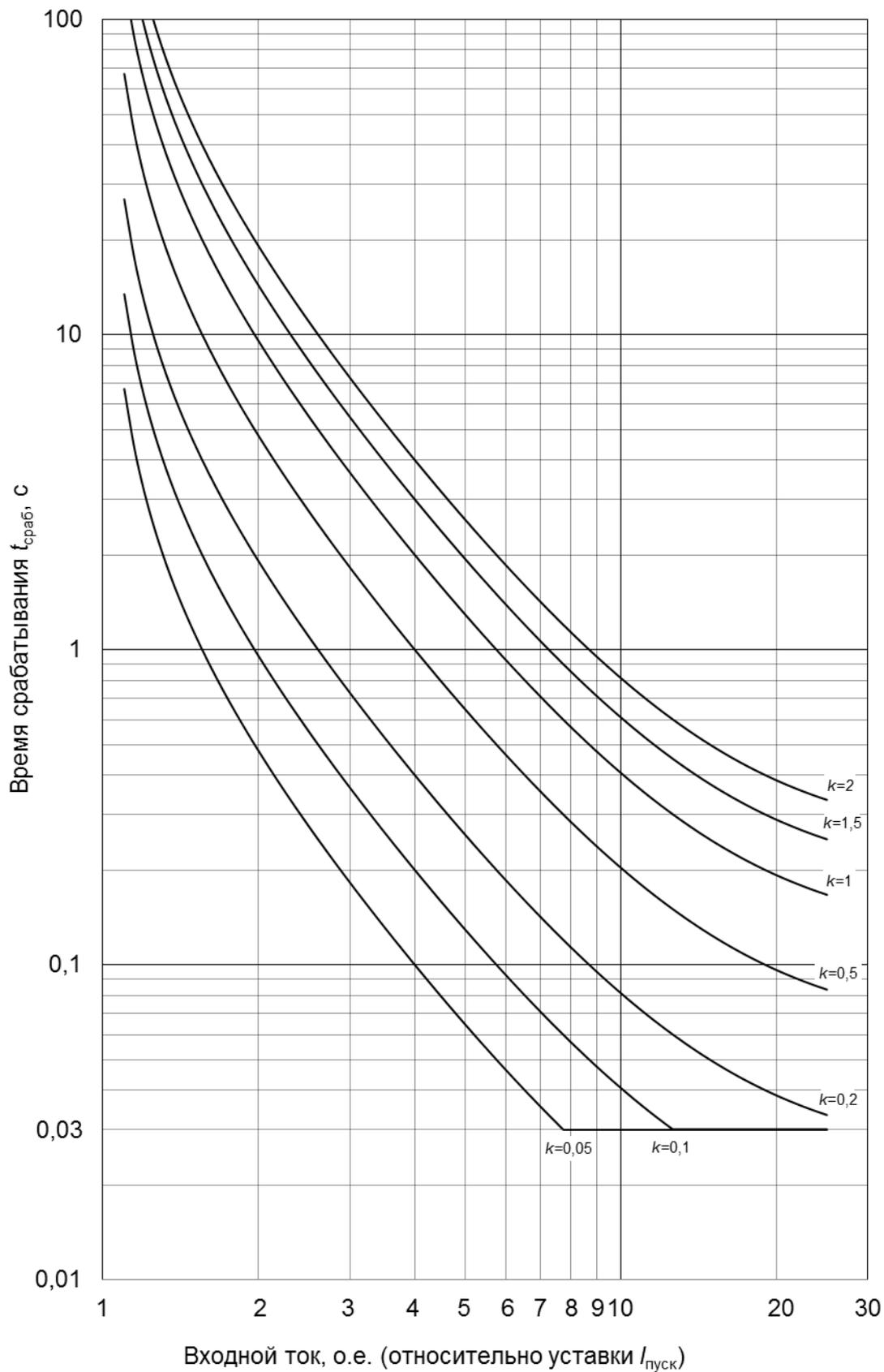


Рисунок Б.10 – Чрезвычайно инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/Э7	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

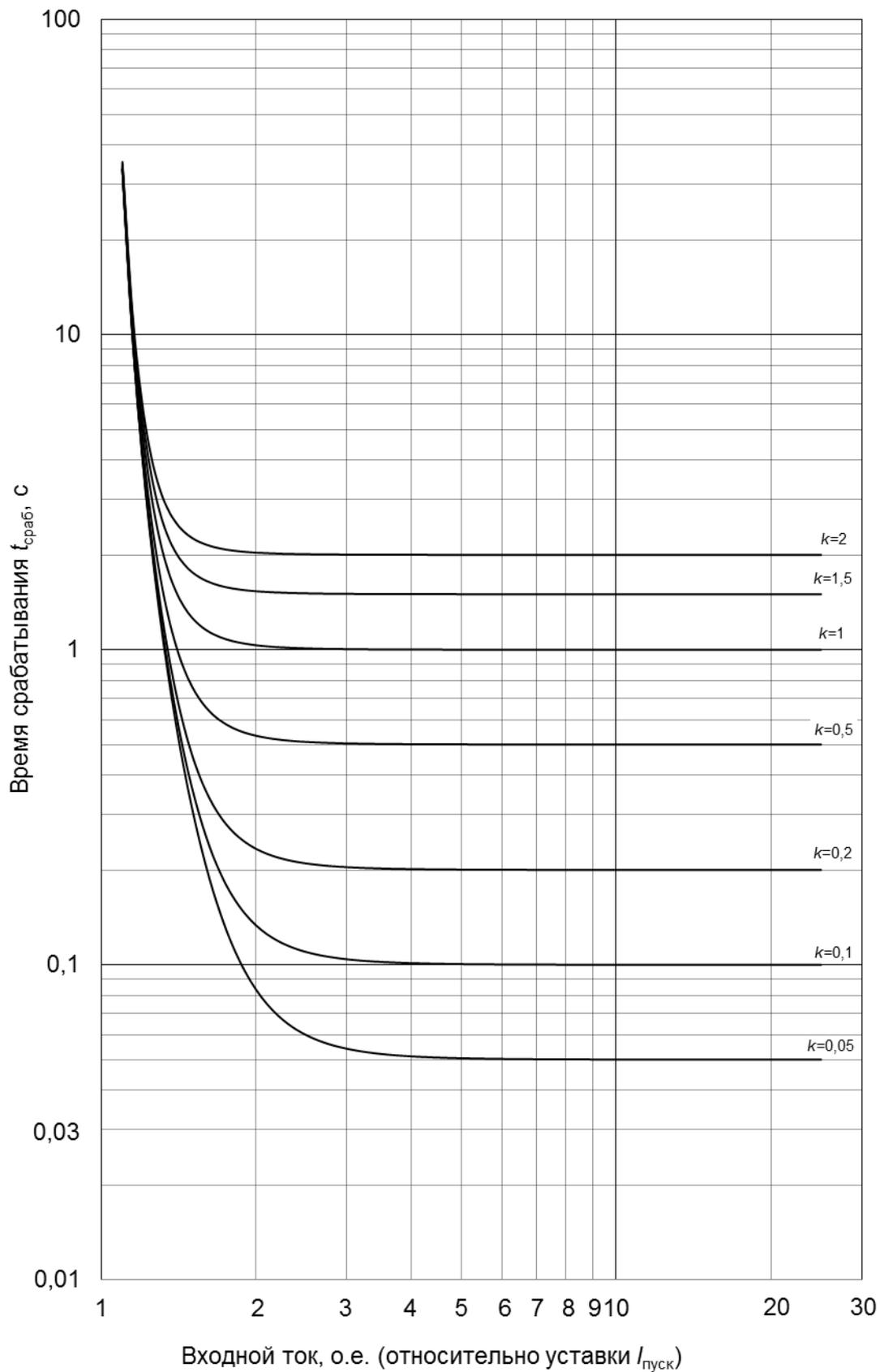


Рисунок Б.11 – Крутая (типа реле РТВ-I)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

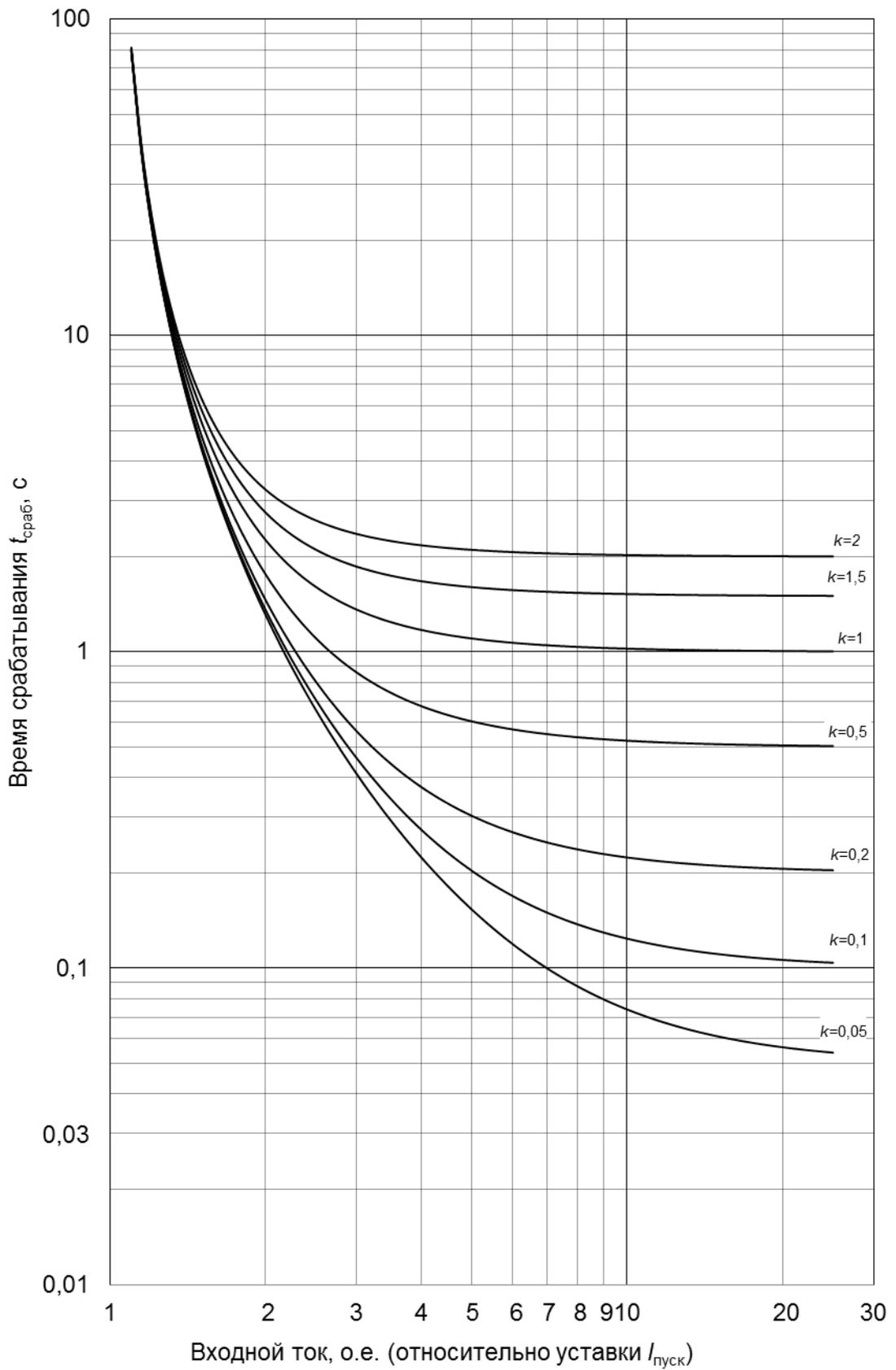


Рисунок Б.12 – Пологая (типа реле РТВ-IV и РТ-80)

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Зам.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Лист

81

Б.2 Характеристические кривые зависимых выдержек времени на возврат

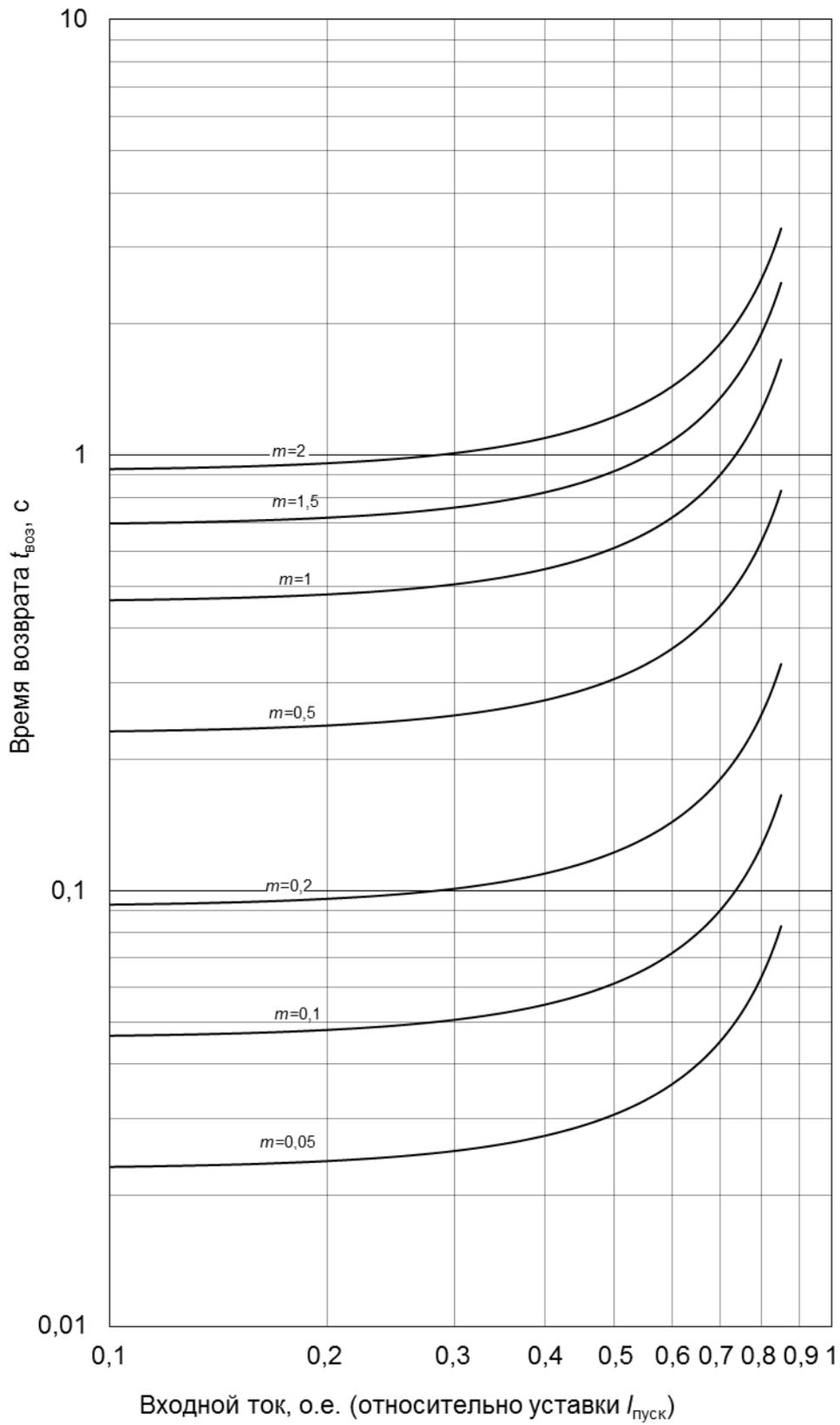
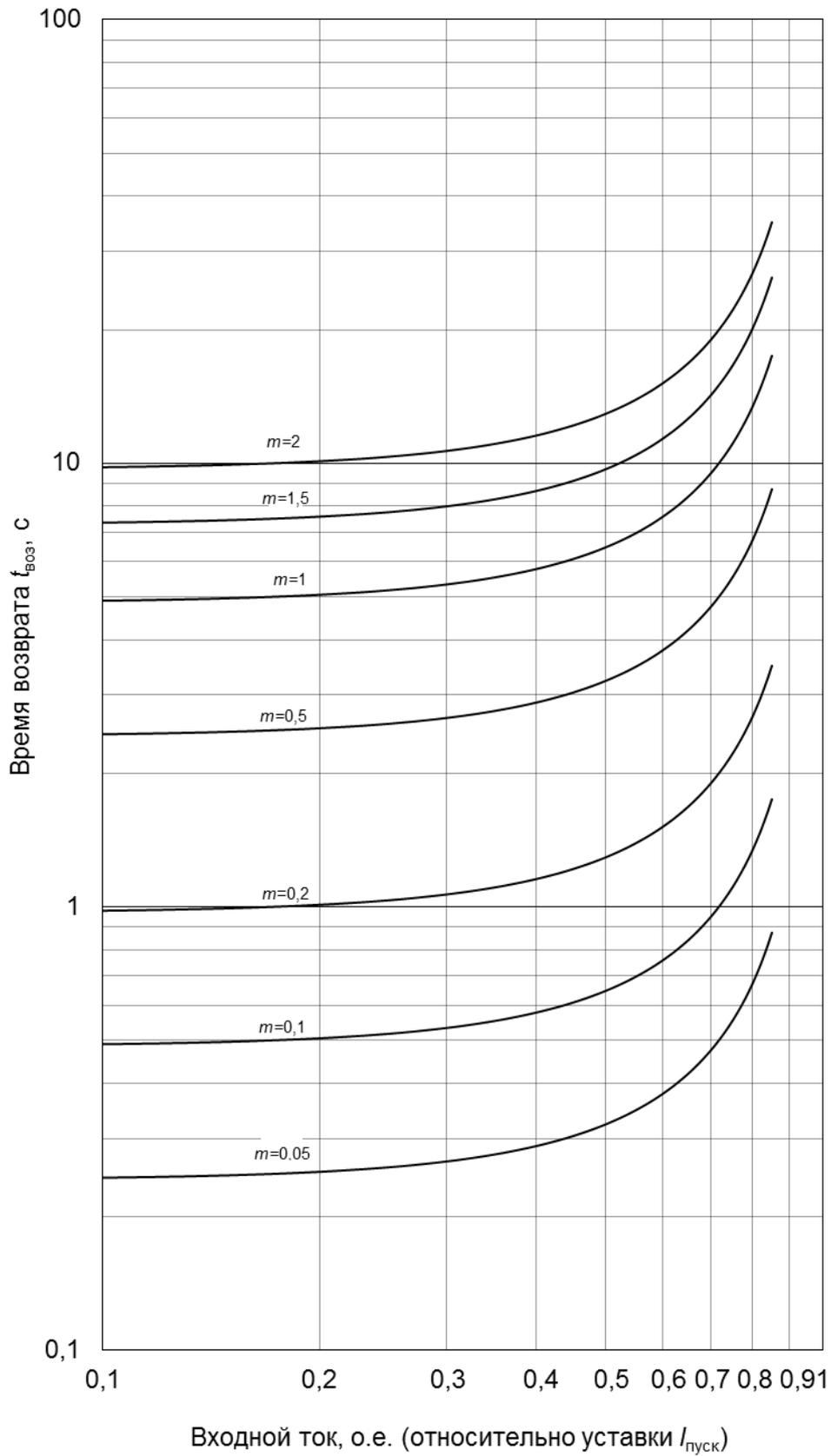


Рисунок Б.13 – Нормально инверсная ANSI

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 11.09.17
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

1	Зам.	ЭКРА.1773-2017	Петрова	11.09.17
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			
2	Нов.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

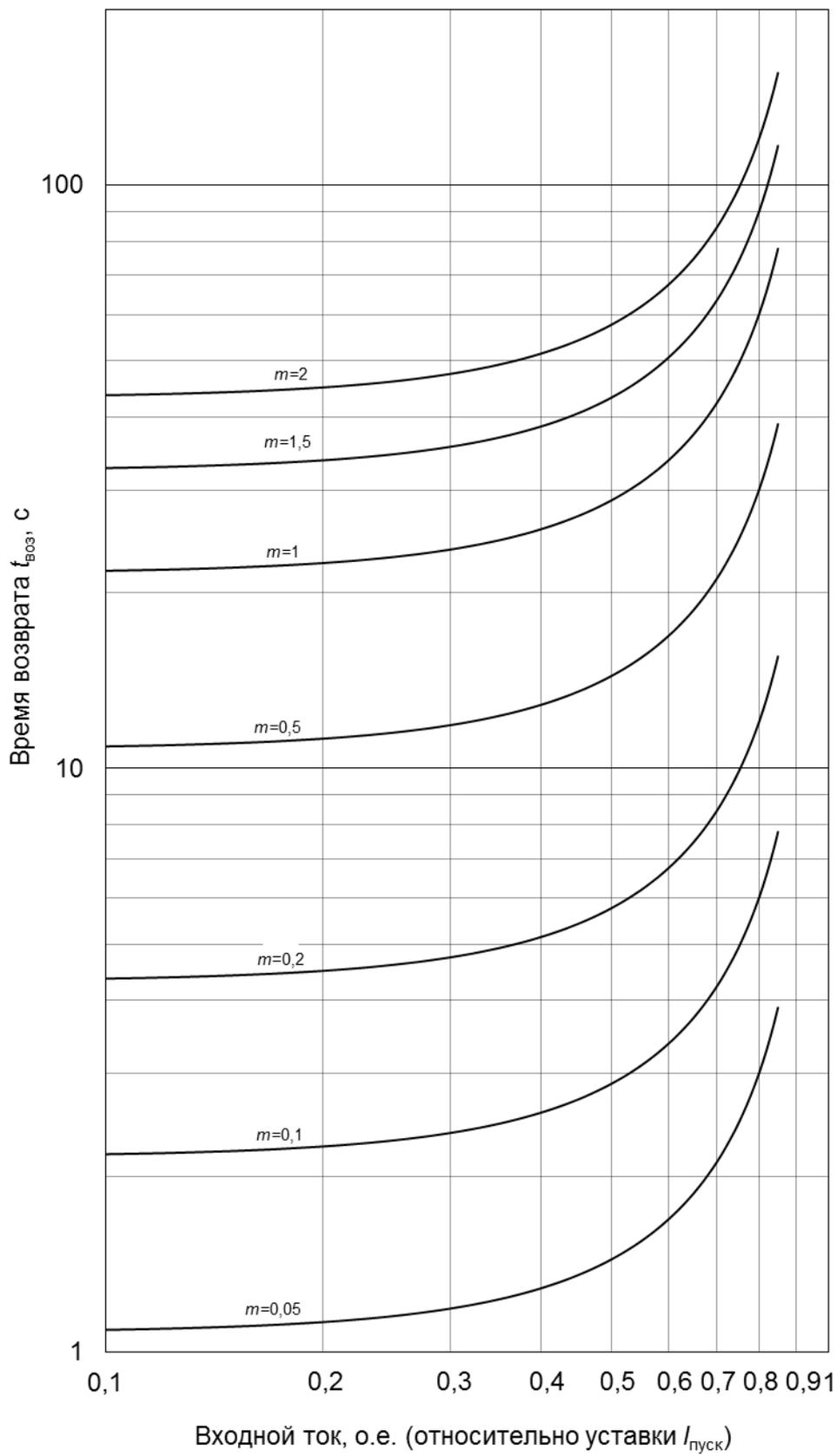


Рисунок Б.15 – Сильно инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/Э7	Петрова 06.06.18			
2	Нов.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

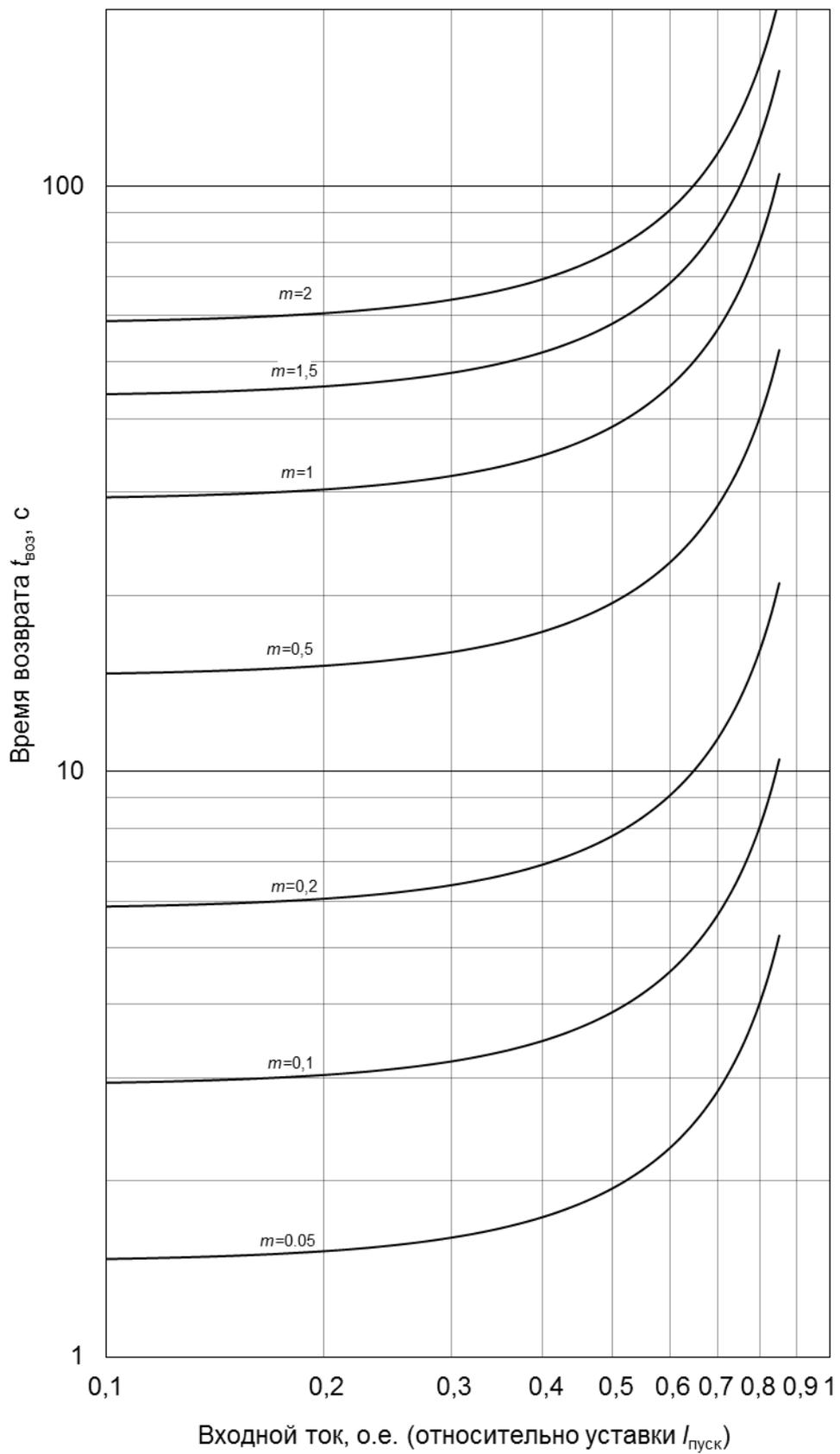


Рисунок Б.16 – Чрезвычайно инверсная ANSI

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. дата
042/ЭТ	Петрова 06.06.18			

2	Нов.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Приложение В

(справочное)

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

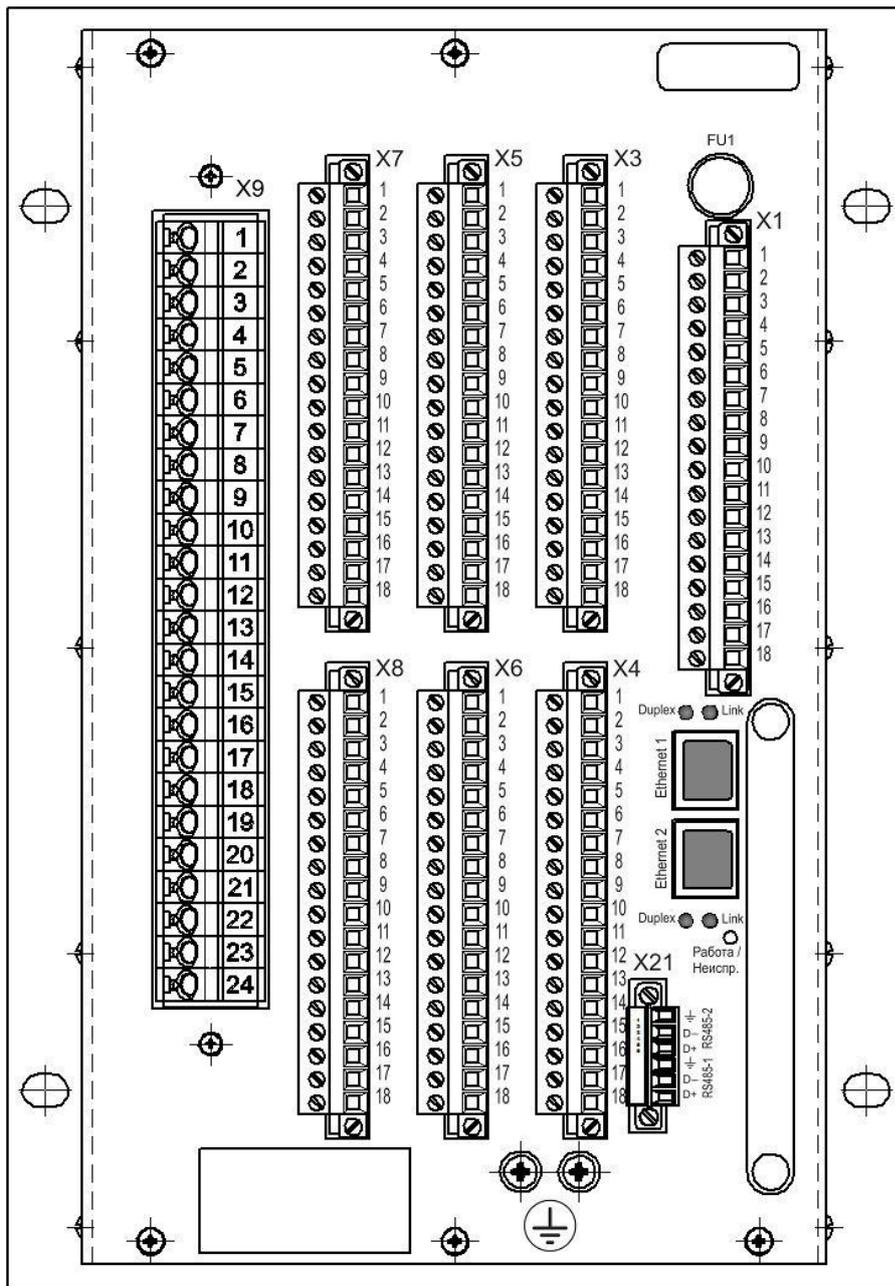


Рисунок В.1

Инв. № подл.	042/ЭТ
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

Инв. № подл.	042/ЭТ	2	Нов.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ

Перечень принятых сокращений и обозначений

1 Принятые сокращения

АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
ВН	Высшее напряжение
ЗДЗ	Защита от дуговых замыканий
КЗ	Короткое замыкание
НН	Низшее напряжение
ПпН	Пуск по напряжению
РКВ	Реле команды «Включить»
РКО	Реле команды «Отключить»
РН	Реле напряжения
РПВ	Реле положения «Включено»
РПО	Реле положения «Отключено»
РТ	Реле тока
ТН	Измерительный трансформатор напряжения
ТТНП	Трансформатор тока нулевой последовательности
ТТ	Измерительный трансформатор тока
ЦВ	Цепь включения
ЦО	Цепь отключения

2 Принятые обозначения (в функциональных схемах используются следующие элементы)

	Внутренний логический сигнал устройства (выходной)
	Внутренний логический сигнал устройства
	Внешний дискретный выходной сигнал (воздействие на выходные реле)
	Виртуальный дискретный входной сигнал (виртуальный сигнал)
	Виртуальный дискретный выходной сигнал (виртуальный сигнал)
	Выходной дискретный сигнал от измерительного органа

Инв. № подл.	042/Э7
Подп. и дата	Петрова 06.06.18
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. дата	

2	Нов.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Список литературы

- 1 ОРТ.135.006 ТИ «Трансформаторы напряжения трехфазной антирезонансной группы НАЛИ-СЭЩ-6(10)»
- 2 1ГТ.769.060 РЭ «Трехфазные группы 3хЗНОЛП.06»
- 3 Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей – Санкт-Петербург, 2003
- 4 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 7
- 5 Н.В. Чернобровов, Релейная защита. Учебное пособие

Инв. № подл.	042/Э7	Подп. и дата	Петрова 06.06.18	Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. дата	
2	Нов.	ЭКРА.1117-2018	Петрова	06.06.18	ЭКРА.656122.036/217 0201 РЭ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

