

SIPROTEC

Дифференциальная
защита

7UT612

V4.0

Руководство по эксплуатации

Предисловие	i
Содержание	vi
Введение	1
Функции	2
Монтаж и ввод в эксплуатацию	3
Технические данные	4
Приложение	A
Алфавитный указатель	

Ограничение ответственности

Содержание данного руководства было проверено на предмет согласования с аппаратным и программным обеспечением рассматриваемых устройств. Тем не менее, не исключены незначительные отклонения, поэтому полного совпадения мы не гарантируем.

Текст данного руководства регулярно корректируется и все исправления вносятся в следующие редакции документа. Мы будем признательны за Ваши предложения по совершенствованию документа.

Мы оставляем за собой право проводить технические изменения без дополнительного уведомления.

Версия документа 4.00.04

Авторские права

Copyright © SIEMENS AG 2008. Все права защищены. Копирование данного руководства и передача третьим лицам, запрещено без соответствующего разрешения. Нарушение данного условия ведет к возмещению убытков. Все права защищены, в том числе и в отношении патентов и торговых марок.

Зарегистрированные торговые марки

SIPROTEC, SINAUT, SICAM и DIGSI являются зарегистрированными торговыми марками фирмы SIEMENS AG. Остальные обозначения в этом руководстве могут быть торговыми марками, использование которых третьей стороной может нарушить права владельца.

Предисловие

Цель данного руководства по эксплуатации

В данном руководстве представлено описание функций, процессов управления, монтажа устройства. В частности, в руководстве вы найдёте:

- Описание функций устройства и способы задания уставок → Глава 2,
- Инструкции по монтажу и вводу в эксплуатацию → Глава 3,
- Технические данные → Глава 4,
- Так же, в Приложении, приведено описание наиболее существенных данных для опытных пользователей.

Общие сведения о структуре, конфигурации и функционированию устройств серии SIPROTEC приводится в Руководстве по эксплуатации системы SIPROTEC 4, № заказа E50417–H1156–C151.

Потенциальные пользователи

Специалисты релейной защиты, инженеры-наладчики, персонал, который вовлечен в установку, проверку и обслуживание устройств защиты, автоматики, и управления, а также оперативный персонал электроустановок и электростанций.

Область применения настоящего руководства

Настоящее руководство применимо для устройств дифференциальной защиты SIPROTEC 7UT612; версия программного обеспечения 4.0.



Данные по совместимости

Настоящее устройство отвечает директивам Совета Европейского Экономического Сообщества (ЕЭС) о соответствии законов Государств-участников в области электромагнитной совместимости (EMC(ЭМС) Директива Совета 89/336/ЕЭС), касающихся электрооборудования, используемого в заданных классах напряжения (Директива о низком напряжении 73/23 ЕЭС).

Это соответствие было подтверждено испытаниями, проводимыми Siemens AG в соответствии со статьей 10 из Директивы Совета и общими стандартами EN 50081 и EN 50082 (для директивы EMC) и стандартами EN 60255-6 (для директивы по низковольтному оборудованию).

Данное устройство разработано и произведено для использования на промышленных объектах.

Данное устройство соответствует международным стандартам МЭК 60255 и немецким стандартам DIN 57435 часть 303 (в отношении к VDE 0435 часть 303).

Дополнительные стандарты

ANSI C37.90.*.

Дополнительная поддержка

При необходимости получения дополнительной информации о системе SIPROTEC 4 или при возникновении проблем, не рассмотренных в достаточном для покупателя объеме, необходимо обратиться в местное представительство компании Siemens.

Учебные курсы

Информацию о индивидуальных курсах обучения вы можете получить из нашего специального каталога (Каталог курсов обучения) или непосредственно в нашем центре обучения. Пожалуйста, обратитесь к Вашему представителю компании Siemens.

Инструкции и Предупреждения

Предупреждения и примечания, содержащиеся в настоящем руководстве, служат для Вашей безопасности и обеспечения предусмотренного срока службы устройства. Пожалуйста, обращайтесь на них особое внимание!

В документе используются следующие обозначения и стандартные определения:

ОПАСНО

означает, что несоблюдение соответствующих мер предосторожности приведет к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

Предупреждение

означает, что несоблюдение соответствующих мер предосторожности может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

Предостережение

означает, что несоблюдение соответствующих мер предосторожности может привести к незначительным травмам или материальному ущербу. В особенности, последнее касается повреждений самого устройства и последующих, обусловленных неисправностью самого устройства, повреждений другого оборудования.

Примечание

обращает внимание на информацию об устройстве или на соответствующую часть руководства, существенную для выделения.



Предупреждение!

Во время работы устройство находится под высоким напряжением. Пренебрежение этими инструкциями может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

Указанный персонал должен в совершенстве знать все предупреждения и примечания по безопасности, приведенные в настоящем руководстве, а также применимые в конкретных условиях действия по обеспечению безопасности, правила техники безопасности и предупреждающие меры.

Бесперебойная и безопасная эксплуатация данного устройства возможна только при соблюдении надлежащих правил, указанных в данном руководстве, в части транспортировки, монтажа процессов управления, и обслуживания квалифицированным персоналом.

В частности, необходимо соблюдать общие инструкции по эксплуатации и технике безопасности при проведении работ на силовых электроустановках (например, МЭК, DIN, VDE, EN или другие национальные или международные инструкции). Необходимо соблюдать их требования. Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или к значительному материальному ущербу.

КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ

Применительно к данному руководству и торговой марке, квалифицированный персоналом считаются специалисты, знакомые с конструкцией и эксплуатацией оборудования, а также с опасностями, связанными с этим. Персонал должен быть:

- Обучен и допущен к включению и отключению питания, заземлению, маркировке цепей и оборудования в соответствии с установленной практикой по безопасности.
- Обучен правильному уходу и обслуживанию защитного оборудования в соответствии с установленной практикой по безопасности.
- Обученный оказанию первой медицинской помощи.

Принятые обозначения (по тексту и на схемах)

Для обозначения понятий, которые в тексте означают информацию от устройства или для устройства, используются следующие типы шрифтов:

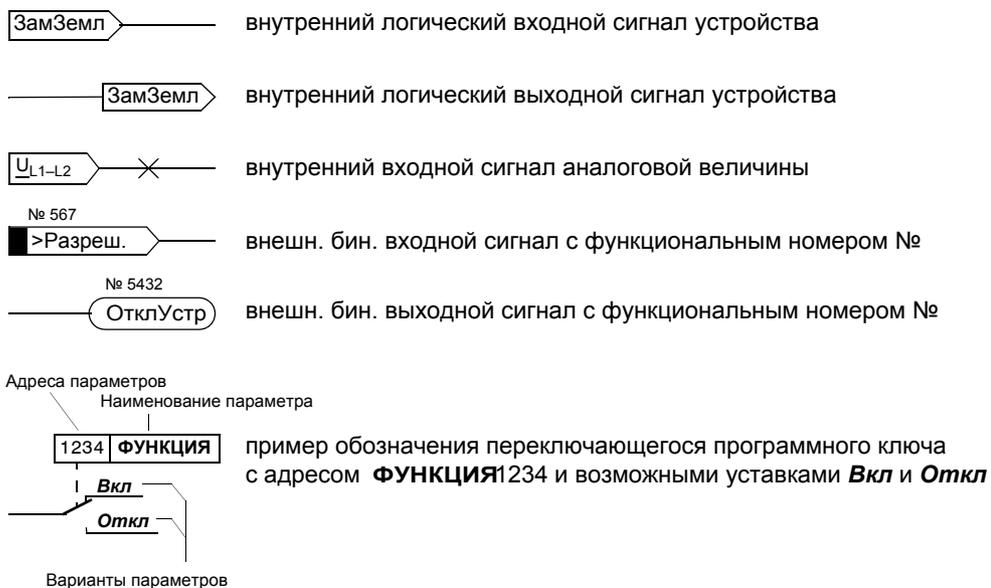
Наименования параметров, т.е. обозначения параметров функций и конфигурации, которые отображаются слово в слово на дисплее устройства или на экране ПК с помощью программы DIGSI 4, выделяются в тексте жирным шрифтом.

Значения параметров, т.е. возможные значения текстовых параметров, которые отображаются дословно точно также на дисплее устройства или на экране ПК (с системной программой DIGSI 4), дополнительно выполнены наклонным шрифтом.

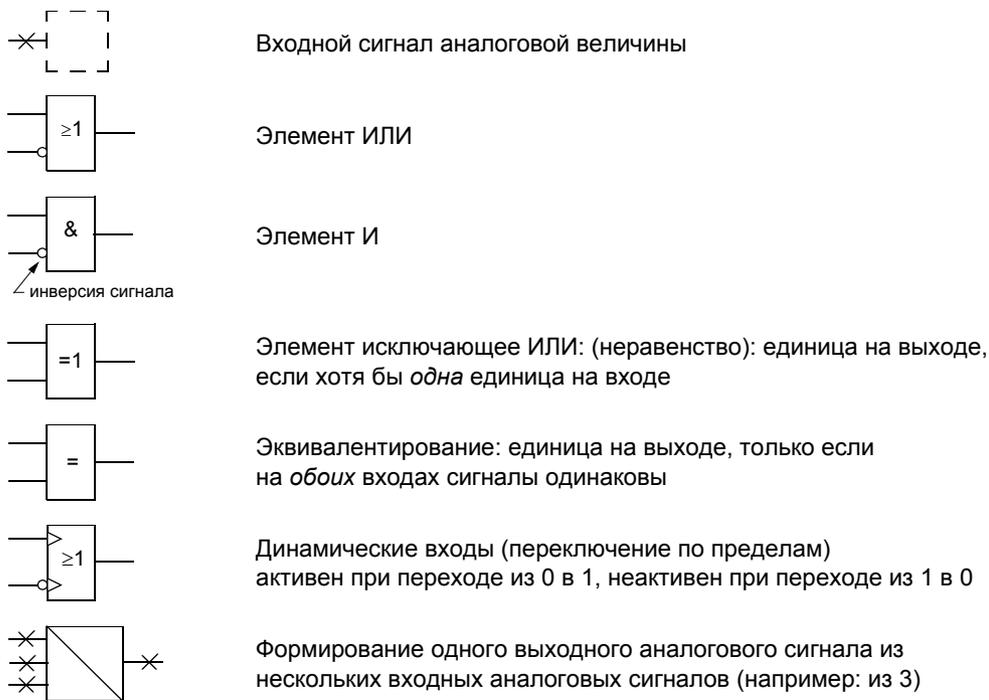
“Сообщения”, т.е. обозначение информации, которую выдает устройство или принимает от других устройств или средств управления, приводится по тексту в кавычках.

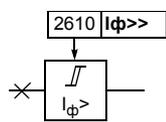
Отличия допускаются в рисунках в случаях, когда тип обозначения очевиден из иллюстрации.

В рисунках используются следующие символы:

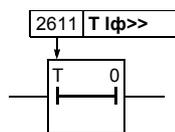


Кроме того, используются графические условные обозначения в соответствии с МЭК 60617-12 и МЭК 60617-13 или графические обозначения, полученные на их основе. Ниже приводятся наиболее часто используемые из них:

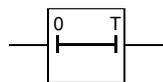




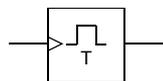
Пороговый элемент с адресом уставки и определителем параметра (именем)



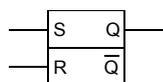
Таймер (задержка T на срабатывание, в данном примере - регулируемая, с адресом уставки и названием параметра)



Таймер (выдержка T на возврат, в данном примере - нерегулируемая)



Динамически запускаемый импульсный таймер T (монотриггер)



Статическая память (RS-триггер) со входом установки (S), входом сброса (R), выходом (Q) и инверсным выходом (\bar{Q})

В большинстве остальных случаев используются графические символы в соответствии с 60617–12 и МЭК60617–13 или схожие с ними.



Содержание

	Предисловие	i
	Содержание	vi
1	Введение	1
1.1	Общая информация о функционировании	2
1.2	Область применения	6
1.3	Характеристики	8
2	Функции	15
2.1	Общие положения	16
2.1.1	Конфигурирование списка функций	16
2.1.2	Параметры Энергосистемы 1	23
2.1.2.1	Обзор уставок	32
2.1.2.2	Список сообщений	35
2.1.3	Группы уставок.....	35
2.1.3.1	Обзор уставок	36
2.1.3.2	Список сообщений	36
2.1.4	Общие данные защиты (Данные энергосистемы 2).....	36
2.1.4.1	Список сообщений	37
2.2	Дифференциальная защита	38
2.2.1	Основные положения дифференциальной защиты	38
2.2.2	Дифференциальная защита трансформаторов.....	48
2.2.3	Дифференциальная защита генераторов, двигателей и последовательных реакторов.....	54
2.2.4	Дифференциальная защита шунтирующих реакторов	56
2.2.5	Дифференциальная защита небольших шин, ответвлений и коротких линий.....	57
2.2.6	Однофазная дифференциальная защита шин	58
2.2.7	Задание параметров функции	64
2.2.8	Обзор уставок	69
2.2.9	Список сообщений	71
2.3	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной.....	73
2.3.1	Описание функции.....	75
2.3.2	Задание параметров функции	81
2.3.3	Обзор уставок	82
2.3.4	Список сообщений	82

2.4	Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности.....	83
2.4.1	Описание функции.....	83
2.4.1.1	МТЗ с независимой выдержкой времени.....	83
2.4.1.2	МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени.....	86
2.4.1.3	Команда ручного включения.....	90
2.4.1.4	Динамическая коррекция уставок.....	90
2.4.1.5	Отстройка от броска тока намагничивания.....	91
2.4.1.6	Быстродействующая защита шин с использованием обратной блокировки.....	92
2.4.2	Задание параметров функции.....	93
2.4.2.1	Токосые ступени.....	94
2.4.2.2	Токосые ступени нулевой последовательности.....	101
2.4.3	Обзор уставок.....	105
2.4.4	Список сообщений.....	109
2.5	Максимальная токовая защита от замыканий на землю.....	111
2.5.1	Описание функции.....	111
2.5.1.1	МТЗ с независимой выдержкой времени.....	111
2.5.1.2	МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени.....	113
2.5.1.3	Команда ручного включения.....	115
2.5.1.4	Динамическая коррекция уставок.....	115
2.5.1.5	Отстройка от броска тока намагничивания.....	115
2.5.2	Задание параметров функции.....	116
2.5.3	Обзор уставок.....	121
2.5.4	Список сообщений.....	122
2.6	Динамическая коррекция уставок для максимальной токовой защиты.....	124
2.6.1	Описание функции.....	124
2.6.2	Задание параметров функции.....	128
2.6.3	Обзор уставок.....	129
2.6.4	Список сообщений.....	129
2.7	Однофазная максимальная токовая защита.....	130
2.7.1	Описание функции.....	130
2.7.2	Высокоомная дифференциальная защита.....	132
2.7.3	Защита от токов утечки с бака трансформатора.....	134
2.7.4	Задание параметров функции.....	135
2.7.5	Обзор уставок.....	139
2.7.6	Список сообщений.....	140
2.8	Защита от несимметричной нагрузки.....	141
2.8.1	Описание функции.....	141
2.8.1.1	Ступени с независимыми выдержками времени.....	142
2.8.1.2	Ступень с обратно зависимой выдержкой времени.....	142
2.8.2	Задание параметров функции.....	144
2.8.3	Обзор уставок.....	148
2.8.4	Список сообщений.....	148

2.9	Защита от термической перегрузки.....	149
2.9.1	Защита от перегрузки с использованием тепловой модели	149
2.9.2	Расчет наиболее нагретой точки и определение скорости старения	152
2.9.3	Задание параметров функции	156
2.9.4	Обзор уставок	160
2.9.5	Список сообщений.....	161
2.10	Термоблоки для функции перегрузки	162
2.10.1	Описание функции.....	162
2.10.2	Задание параметров функции	162
2.10.3	Обзор уставок	164
2.10.4	Список сообщений.....	168
2.11	Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ).....	170
2.11.1	Описание функции.....	170
2.11.2	Задание параметров функции	173
2.11.3	Обзор уставок	174
2.11.4	Список сообщений.....	174
2.12	Обработка внешних сигналов	175
2.12.1	Описание функции.....	175
2.12.2	Задание параметров функции	176
2.12.3	Обзор уставок	176
2.12.4	Список сообщений.....	177
2.13	Функции контроля	178
2.13.1	Описание функции.....	178
2.13.1.1	Контроль аппаратного обеспечения.....	178
2.13.1.2	Контроль программного обеспечения	179
2.13.1.3	Контроль измеряемых величин	179
2.13.1.4	Контроль цепи отключения	180
2.13.1.5	Реакции устройства на неисправности	183
2.13.1.6	Группы аварийных сообщений	185
2.13.1.7	Ошибки при задании уставок.....	186
2.13.2	Задание параметров функции	186
2.13.3	Обзор уставок	187
2.13.4	Список сообщений.....	188
2.14	Управление функциями защиты.....	190
2.14.1	Логика обнаружения повреждения для устройства в целом.....	190
2.14.2	Логика отключения от устройства	191
2.14.3	Задание параметров функции	193
2.14.4	Обзор уставок	193
2.14.5	Список сообщений.....	193

2.15	Вспомогательные функции	195
2.15.1	Обработка сообщений.....	195
2.15.1.1	Общие положения	195
2.15.1.2	Протокол событий (Рабочие сообщения).....	197
2.15.1.3	Протокол отключений (Сообщения о повреждениях).....	197
2.15.1.4	Спонтанные сообщения	198
2.15.1.5	Общий опрос.....	198
2.15.1.6	Статистика коммутаций	199
2.15.2	Измерения во время работы	199
2.15.3	Регистрация данных аварийных режимов.....	204
2.15.4	Задание параметров функции.....	205
2.15.5	Обзор уставок	206
2.15.6	Список сообщений.....	206
2.16	Обработка команд	211
2.16.1	Типы команд.....	211
2.16.2	Пошаговое выполнение последовательности команд	212
2.16.3	Взаимоблокировка.....	213
2.16.3.1	Переключение с проверкой условий блокировки / без проверки условий блокировки.....	214
2.16.4	Запись и квитирование команд	217
2.16.5	Список сообщений.....	218
3	Монтаж и ввод в эксплуатацию	219
3.1	Монтаж и подключение	220
3.1.1	Установка:	220
3.1.2	Варианты подключения.....	223
3.1.3	Согласование аппаратных средств.....	227
3.1.3.1	Общие положения	227
3.1.3.2	Разборка устройства	229
3.1.3.3	Установка перемычек на печатных платах.....	232
3.1.3.4	Модули интерфейсов	236
3.1.3.5	Сборка устройства.....	240
3.2	Проверка подключений	241
3.2.1	Подключение кабелей к последовательным интерфейсам.....	241
3.2.2	Проверка подключения к электроустановке.....	244

3.3	Ввод в эксплуатацию	246
3.3.1	Режим тестирования и блокировка передачи	247
3.3.2	Проверка системного (SCADA) интерфейса	247
3.3.3	Проверка дискретных входов и выходов	249
3.3.4	Проверка соответствия уставок.....	252
3.3.5	Проверка функции УРОВ	253
3.3.6	Проверка защищаемого объекта симметричными первичными токами	255
3.3.7	Проверка токами нулевой последовательности на защищаемом объекте	263
3.3.8	Проверка защиты шин	268
3.3.9	Проверка токового входа I8	270
3.3.10	Тестирование функций, определяемых пользователем	271
3.3.11	Проверка устойчивости и функции записи осциллограмм	271
3.4	Окончательная подготовка устройства	273
4	Технические данные.....	275
4.1	Общие данные устройства.....	276
4.1.1	Аналоговые входы	276
4.1.2	Источник питания.....	276
4.1.3	Дискретные входы и выходы	277
4.1.4	Интерфейсы связи.....	278
4.1.5	Электрические испытания.....	282
4.1.6	Механические испытания.....	283
4.1.7	Испытания климатическими воздействиями	284
4.1.8	Условия работы	285
4.1.9	Конструкция	286
4.2	Дифференциальная защита	287
4.2.1	Общая информация	287
4.2.2	Трансформаторы	288
4.2.3	Дифзащита генераторов, двигателей, реакторов	290
4.2.4	Дифзащита шин, узлов, коротких линий	291
4.3	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной.....	293
4.4	Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности	295
4.5	Максимальная токовая защита от замыканий на землю	302
4.6	Динамическое срабатывание при холодной нагрузке для максимальной токовой защиты с выдержкой времени	303
4.7	Однофазная максимальная токовая защита.....	304
4.8	Защита от несимметричной нагрузки.....	305

4.9	Защита от термической перегрузки	306
4.9.1	Защита от перегрузки с использованием тепловой модели	306
4.9.2	Расчет наиболее нагретой точки и определение скорости старения	308
4.10	Термодатчики для функции перегрузки	308
4.11	Функция резервирования отказа выключателя	309
4.12	Внешние команды на отключение	309
4.13	Функции контроля	310
4.14	Вспомогательные функции	311
4.15	Размеры	313
A	Приложение	315
A.1	Информация для заказа и дополнительное оборудование	316
A.1.1	Дополнительное оборудование	318
A.2	Полные схемы	321
A.2.1	Корпус для утопленного монтажа или монтажа в шкафу	321
A.2.2	Корпус для навесной установки	322
A.3	Примеры схем подключения	323
A.4	Привязка функций защиты к защищаемым объектам	334
A.5	Предварительно заданные конфигурации	335
A.6	Функции, зависящие от протокола	337
A.7	<u>Список уставок</u>	338
A.8	Список сообщений	353
A.9	Список измеряемых величин	373
	Алфавитный указатель	377



Введение

1

В данной главе представлено устройство SIPROTEC 4 7UT612. В обзор устройства входит описание его применения, характеристик и набора функций.

1.1	Общая информация о функционировании	2
1.2	Область применения	6
1.3	Характеристики	8

1.1 Общая информация о функционировании

Устройство SIPROTEC 7UT612 - цифровая дифференциальная защита - оборудовано мощной микропроцессорной системой. Таким образом, реализована полностью цифровая обработка данных, начиная от сбора измеряемых величин и заканчивая формированием управляющих команд для выключателей. На рисунке 1-1 представлена обобщенная структурная схема устройства.

Аналоговые входы

Измерительные входы (MI) преобразуют сигналы о токах и напряжениях, полученные от измерительных трансформаторов, и приводят их к уровню, на

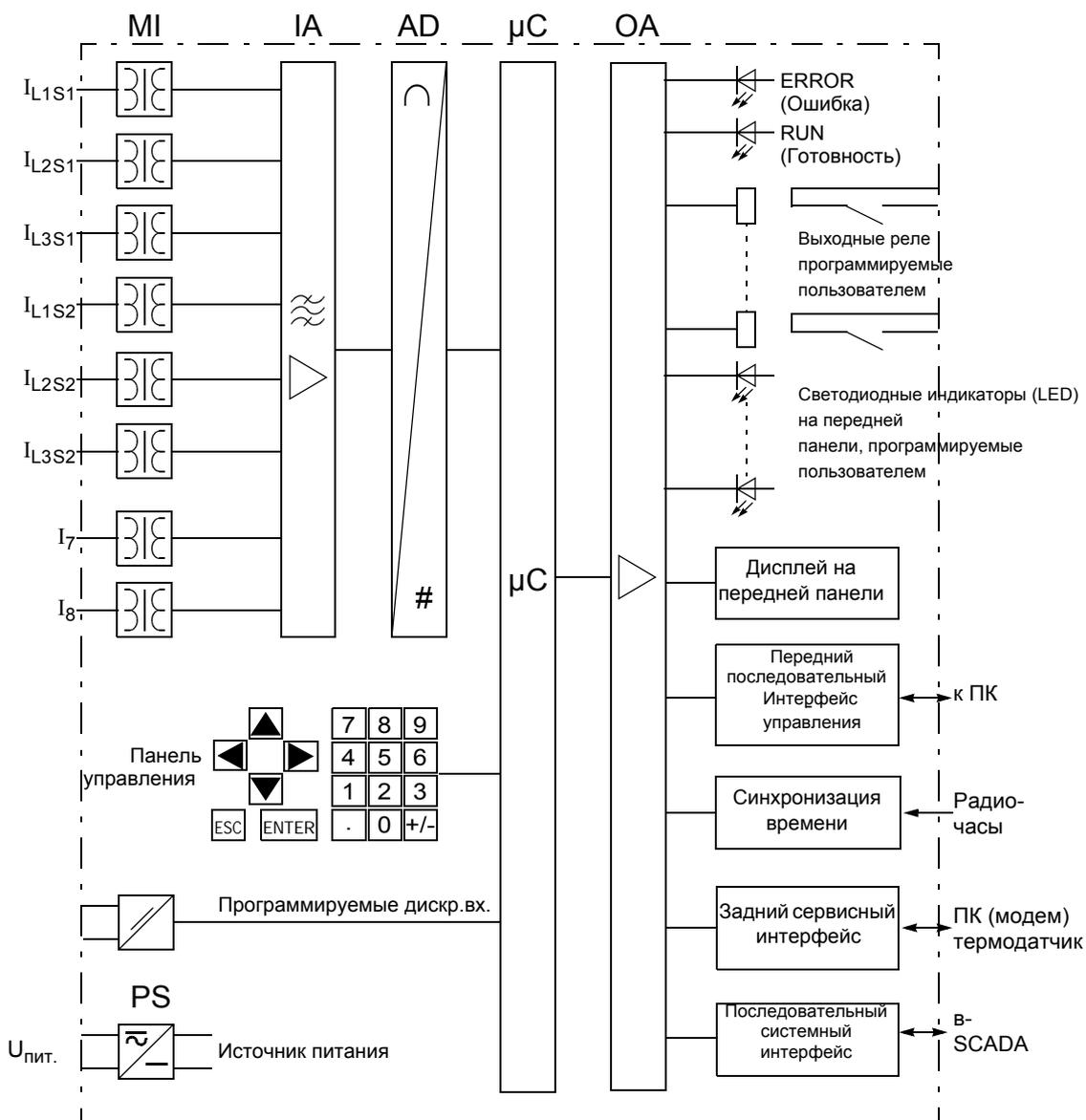


Рисунок 1-1 Аппаратная структура цифровой дифференциальной защиты 7UT612 — пример исполнения для двухобмоточного трансформатора со сторонами S1 и S2

котором осуществляется обработка данных сигналов в устройстве. Устройство имеет 8 входов по току.

Три токовых входа используются для подведения фазных токов на каждой из сторон защищаемой зоны, дополнительный измерительный вход (I_7) может быть использован для подведения любого желаемого тока, например, тока замыкания на землю, измеряемый между нейтралью обмотки трансформатора и землей. Вход I_8 разработан для высокочувствительного определения тока, которое позволяет определять, например, небольшие токи утечки с корпуса силового трансформатора или реактора, или — при использовании внешнего последовательного сопротивления — однофазный вход может быть использован для получения напряжения (например, для защиты высокоомного типа).

Аналоговые входные величины подаются на входные усилители “IA”.

Группа входных усилителей “IA” обеспечивает наличие большого полного сопротивления для измеряемых сигналов и содержит фильтры, оптимизирующие сигналы в определенном диапазоне со скоростью, зависящей от обработки сигналов.

Группа аналого-цифровых преобразователей AD содержит аналого-цифровые преобразователи и элементы памяти, предназначенные для передачи цифровых сигналов в систему микрокомпьютера “ μC ”.

Система микрокомпьютера

Кроме обработки измерительных величин система микрокомпьютера “ μC ” так же обеспечивает работу функций защиты и управления. Система микрокомпьютера выполняет следующие функции:

- фильтрация и подготовка измеренных величин
- постоянный контроль измеренных величин,
- контроль срабатывания отдельных функций защиты,
- формирование измерительных сигналов, т.е. преобразование токов в соответствии с группой соединения обмоток защищаемого трансформатора (при использовании для дифференциальной защиты трансформатора) и приведение амплитуд токов,
- формирование дифференциальных величин и величин торможения,
- гармонический анализ фазных токов и величин торможения,
- расчет действующих значений токов для защиты от перегрузки и задания возрастания температуры защищаемого объекта,
- опрос пороговых значений,
- обработка сигналов для логических функций,
- принятие решений о выдаче команд на отключение,
- хранение информации о повреждениях, аварийных сигналах и данных для анализа системного повреждения,
- управление операционной системой и связанными функциями, такими как запись данных, часы реального времени, обмен данными, интерфейсы, т.п.

Информация выдается через выходные усилители “OA”.

Дискретные входы и выходы

Микропроцессорная система получает внешнюю информацию через дискретные входы. В качестве такой информации могут выступать команды дистанционного сброса или блокирования функций защиты. Система “ μC ” выдает информацию на внешнее оборудование через выходные контакты. Выходными являются, в частности, команды к коммутационному оборудованию и сигналы сигнализации важных событий и состояний.

Элементы лицевой панели устройства

Светодиод (LED) и экран жидко-кристаллического дисплея (ЖКД) расположенные на передней панели терминала, отображают информацию, такую как цели, измеряемые величины, сообщения связанные с происходящими событиями или повреждениями, и функциональный статус терминала 7UT612.

Клавиши управления совместно с жидко-кристаллическим дисплеем представляют собой местный интерфейс обмена данными с устройством 7UT612. При помощи указанных элементов лицевой панели устройства обеспечивается доступ ко всем данным устройства. Таковыми являются: уставки функций защиты и управления, рабочие сообщения и сообщения о повреждениях, а также измеренные значения (см. также Системное Руководство SIPROTEC), № заказа E50417–H1156–C151). Способы изменения уставок описаны в главе 2.

Если устройство включает в себя функции контроля коммутационных устройств, то управление выключателями и другим оборудованием возможно с лицевой панели устройства 7UT612.

Последовательные интерфейсы

Последовательный **интерфейс оператора**, расположенный на передней панели терминала, обеспечивает локальную связь 7UT612 с персональным компьютером. Удобная обработка всех функций устройств SIPROTEC 4 возможна при использовании программы SIPROTEC DIGSI 4.

Отдельный последовательный **сервисный** интерфейс обеспечивает дистанционную связь через модем, или местную связь через подстанционный главный компьютер, который постоянно подключен к терминалу 7UT612. При этом необходима программа DIGSI 4.

Все данные устройства защиты 7UT612 могут быть переданы ведущему устройству или в центральную систему контроля и управления при помощи последовательного системного интерфейса (SCADA). В зависимости от варианта использования, коммуникации с системой управления могут осуществляться в соответствии с различными типами и протоколами передачи данных.

Дополнительный интерфейс предназначен для **синхронизации времени** внутренних часов при использовании внешних источников синхронизации.

С помощью дополнительных интерфейсных модулей могут быть созданы различные протоколы коммуникаций.

Сервисный интерфейс, кроме того, может быть использован для подключения термодатчиков, необходимых для получения внешней температуры, для обработки, например, в защите от перегрузки.

Источник питания Терминал 7UT612 может быть запитан любым напряжением от обычных источников питания. Кратковременные падения напряжения питания, которые могут происходить при коротких замыканиях в системе питания, не опасны ввиду наличия конденсатора (см. Технические данные, подраздел 4.1.2).

1.2 Область применения

Цифровая дифференциальная защита 7UT612 является быстродействующей и селективной защитой от КЗ трансформаторов всех уровней напряжения, во вращающихся машинах, последовательных и шунтирующих реакторов, коротких линий и мини-шинах с двумя отходящими линиями. Так же, она может быть использована в качестве однофазной защиты шин с количеством отходящих линий до семи. Можно задать индивидуальное применение, которое будет оптимально подходить для конкретного защищаемого объекта.

Устройство также может использоваться при двухфазных подключениях в системах с номинальной частотой $16^{2/3}$ Гц.

Основным преимуществом принципа действия дифференциальной защиты является мгновенное отключение при коротком замыкании в любой точке защищаемой зоны. Защищаемая зона определяется трансформаторами тока, которые отделяют объект от сети. Такое жесткое ограничение зоны является причиной абсолютной селективности дифференциальной защиты.

При использовании в качестве защиты трансформатора устройство обычно подключается к группам трансформаторов тока, расположенным со стороны высшего и низшего напряжений силового трансформатора. Сдвиг фаз и потокосцепление токов, обусловленные соединением обмоток трансформатора, обрабатываются в устройстве с помощью расчетных алгоритмов. Требуемый пользователю способ заземления нейтрали(ей) задается устройству и автоматически учитывается в алгоритмах расчета.

При использовании устройства в качестве защиты генератора или двигателя, устройство сравнивает токи в нейтрали машины с токами на ее выводах. То же относится и к последовательным реакторам.

Устройство также может быть использовано для защиты коротких линий или небольших сборных шин с двумя отходящими линиями. Термин “короткие” означает, что соединения ТТ с устройством не приведут к увеличению нагрузки на трансформаторы тока.

Для трансформаторов, генераторов, двигателей или шунтирующих реакторов с заземленной нейтралью ток, протекающий между нейтралью и землей, может быть измерен и использован для высокочувствительной защиты КЗ на землю.

Наличие в устройстве семи измерительных входов по току позволяют организовать однофазную защиту шин с количеством отходящих линий до семи. В этом случае, на каждой фазе устанавливается по одному устройству 7UT612. В противном случае, при использовании *одного* устройства 7UT612 для организации защиты шин с семью отходящими линиями требуется установка (внешних) суммирующих трансформаторов.

Дополнительно разработан высокочувствительный вход по току I_g . Он может быть использован, например, для определения небольших токов утечки из бака трансформатора или реактора на землю, таким образом обеспечивая высокую чувствительность даже к высокоомным повреждениям.

На базе терминала 7UT612 может быть выполнена высокоомная защита трансформаторов (автотрансформаторов), генераторов и шунтирующих реакторов. В этом случае, токи всех трансформаторов тока (одинакового типа), расположенных по концам защищаемой зоны, заводятся на обычный (внешний)

резистор с высоким сопротивлением, ток которого измеряется с помощью высокочувствительного входа по току I_8 терминала 7UT612.

Устройство имеет функции резервной максимальной токовой защиты с выдержкой времени для всех типов защищаемых объектов. Эти функции могут быть использованы для любой стороны.

Защита от термической перегрузки доступна для любого типа машин. Для учета температуры масла, она может быть дополнена функцией оценки температуры точки кипения и скорости старения, при использовании внешнего термодатчика.

Защита от несимметричной нагрузки позволяет определять несимметричные токи. С ее помощью можно определить фазные повреждения и токи обратной последовательности, которые особенно опасны для вращающихся машин.

Версия устройства, разработанная для двухфазных сетей с номинальной частотой $16^{2/3}$ Гц, может быть использована для тяговых подстанций (трансформаторы или генераторы), она содержит все необходимые для данного применения функции (дифференциальную защиту, дифференциальную защиту от КЗ на землю с ограниченной зоной, максимальную токовую защиту, защиту от перегрузки).

Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ) проверяет реакцию выключателя после выдачи ему команды на отключение. Функция УРОВ может быть привязана к любой из сторон защищаемого объекта.

1.3 Характеристики

- Высокопроизводительная 32-разрядная микропроцессорная система.
- Полностью цифровая обработка измеренных величин и процесс управления, начиная с определения и оцифровывания аналоговых величин и заканчивая выдачей команд на отключение выключателей.
- Полная и надежная гальваническая развязка между внутренними рабочими цепями терминала 7UT612 и внешними цепями измерения, управления и питания обеспечивается благодаря конструкции аналоговых входных трансформаторов, бинарных входов и выходов, и преобразователей постоянного и переменного токов.
- Терминал подходит для защиты трансформаторов, генераторов, двигателей, узлов схемы или небольших шин.
- Простота работы с устройством при помощи интегрированной панели управления или подключенного персонального компьютера с ПО DIGSI 4.

Дифференциальная защита трансформаторов

- Характеристика срабатывания с током торможения
- Отстройка от броска тока намагничивания с использованием второй гармоники.
- Отстройка от токов небаланса при переходных процессах и в установившемся режиме, вызванных, например, перевозбуждением трансформаторов с использованием высших гармоник: по выбору третьей или пятой.
- Нечувствительность к постоянной составляющей и насыщению трансформаторов тока.
- Высокая устойчивость функционирования при различных степенях насыщения трансформаторов тока
- Отключение без выдержки времени повреждений с высокими токами в трансформаторах.
- Независимость от вида заземления нейтрали(лей) силового трансформатора.
- Высокая чувствительность к замыканиям на землю при обработке тока нейтрали заземленной обмотки трансформатора
- Встроенная обработка групп соединения обмоток трансформатора
- Встроенная обработка коэффициента трансформации, включая обработку различных номинальных токов обмоток трансформатора.

Дифференциальная защита генераторов и двигателей

- Характеристика срабатывания с током торможения
- Высокая чувствительность.
- Малое время отключения
- Нечувствительность к постоянной составляющей и насыщению трансформаторов тока.
- Высокая устойчивость функционирования при различных степенях насыщения трансформаторов тока
- Независимость от вида заземления нейтрали

Дифференциальная защита небольших сборных шин и коротких линий

- Характеристика срабатывания с током торможения
- Малое время отключения
- Нечувствительность к постоянной составляющей и насыщению трансформаторов тока.
- Высокая устойчивость функционирования при различных степенях насыщения трансформаторов тока
- Контроль исправности токовых цепей при рабочих токах.

Защита шин

- Однофазная дифференциальная защита шин с количеством отходящих линий до семи.
- Используется один терминал на каждую фазу, либо токи к одному терминалу подводятся через дополнительные суммирующие трансформаторы тока.
- Характеристика срабатывания с током торможения
- Малое время отключения
- Нечувствительность к постоянной составляющей и насыщению трансформаторов тока.
- Высокая устойчивость функционирования при различных степенях насыщения трансформаторов тока
- Контроль исправности токовых цепей при рабочих токах.

Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной

- Защита от замыканий на землю заземленных обмоток трансформаторов тока, генераторов, двигателей, шунтирующих реакторов или выводов нейтрали
- Малое время отключения
- Высокая чувствительность к коротким замыканиям на землю в защищаемой зоне
- Высокая устойчивость к внешним замыканиям на землю, путем использования отношения амплитуд и фаз протекающих токов замыкания на землю.

Высокоомная защита

- Высокочувствительное определение тока повреждения с использованием обычного (внешнего) нагрузочного резистора
- Малое время отключения
- Нечувствительность к постоянной составляющей и насыщению трансформаторов тока.
- Высокая устойчивость при оптимальном выравнивании
- Подходит для определения замыканий на землю в заземленных генераторах, двигателях, шунтирующих реакторах и трансформаторах, включая автотрансформаторы, при наличии заземления нейтрали.
- Подходит для проведения измерения напряжения (с помощью тока через резистор), необходимого для высокоомной защиты.

Защита от утечки токов с корпуса

- Для трансформаторов или реакторов, корпус которых изолирован или имеет высокое сопротивление относительно земли.
- Контроль тока утечки, протекающего от бака в землю
- Может подключаться к “обычному” токовому входу устройства или к специальному высокочувствительному токовому входу (минимальная уставка 3 мА)

Максимальная токовая защита для фазных токов и токов нулевой последовательности

- Две ступени максимальной токовой защиты с независимыми выдержками времени для каждого из фазных токов и рассчитанного тока нулевой последовательности (утроенного тока нулевой последовательности) могут быть привязаны к любой стороне или точке измерения защищаемого объекта.
- Кроме того, дополнительно одна ступень с обратно зависимой выдержкой времени для каждого фазного тока и тока нулевой последовательности
- Предусмотрен выбор обратно зависимых характеристик из различных стандартных характеристик или выбор характеристики, задаваемой пользователем.
- Ступени могут быть скомбинированы по желанию пользователя; для фазных токов и тока нулевой последовательности могут быть выбраны различные характеристики.
- Имеется возможность внешнего блокирования любой желаемой ступени (например, для обратной блокировки)
- Мгновенное отключение любой ступенью защиты при включении на повреждение.
- Отстройка от бросков тока намагничивания по второй гармонике измеряемого тока.
- Динамическое изменение уставок МТЗ, например, при определении условий холодного пуска.

Максимальная токовая защита от замыканий на землю

- Две ступени максимальной токовой защиты с независимыми выдержками времени для тока замыкания на землю, подведенного ко входу по току I_7 (например, тока между нейтралью и землей).
- Кроме того, дополнительно одна ступень с обратно зависимой выдержкой времени для тока замыкания на землю.
- Предусмотрен выбор обратно зависимых характеристик из различных стандартных характеристик или выбор характеристики, задаваемой пользователем.
- Все ступени могут быть скомбинированы по желанию пользователя.
- Имеется возможность внешнего блокирования любой желаемой ступени (например, для обратной блокировки)
- Мгновенное отключение любой ступенью защиты при включении на повреждение.
- Отстройка от бросков тока намагничивания по второй гармонике измеряемого тока
- Динамическое изменение уставок МТЗ, например, при определении условий холодного пуска.

Однофазная максимальная токовая защита

- По желанию могут быть скомбинированы две ступени максимальной токовой защиты с независимыми выдержками времени
- Для определения любого повышения тока в одной фазе
- Защита может быть привязана ко входу I_7 или к высокочувствительному входу I_8 .
- Может использоваться для определения очень маленьких токов (например, для высокоомной защиты или защиты от тока утечки с бака трансформатора, см. выше)
- Может быть использована для определения любого напряжения переменного тока с помощью внешнего последовательного сопротивления (например, для высокоомной защиты, см. выше)
- Возможность внешнего блокирования любой ступени

Защита от несимметричной нагрузки

- Обработка тока обратной последовательности любой желаемой стороны защищаемого объекта.
- Две ступени с независимыми выдержками времени для тока обратной последовательности и одна дополнительная ступень с обратно зависимой выдержкой времени
- Предусмотрен выбор обратно зависимых характеристик из различных стандартных характеристик или выбор характеристики, задаваемой пользователем.
- Все ступени могут быть скомбинированы по желанию пользователя.

Защита от термической перегрузки

- Тепловая модель определения электрических потерь, вызванных протеканием тока
- Достоверное определение действующих значений
- Может быть привязана к любой стороне защищаемого объекта
- Настраиваемый порог срабатывания ступени сигнализации с токовым критерием
- Настраиваемый порог срабатывания сигнализации на основе амплитуды тока
- Дополнительный расчет температуры наиболее нагретой точки в соответствии с МЭК 60354 с расчетом резервной мощности и скорости старения (с помощью внешнего резистивного датчика температуры).

УРОВ

- С контролем протекания тока в каждом полюсе выключателя на любой стороне защищаемого объекта
- Контроль положения выключателя (если блок-контакты выключателя заведены в устройство)
- Пускается командой отключения любой внутренней функцией защиты
- Пуск от внешних функций отключения через бинарный вход.

Прямое внешнее отключение

- Отключение любого выключателя от внешнего устройства через дискретные входы
- Включение внешних команд во внутреннюю обработку информации и команды отключения
- Наличие или отсутствие выдержки времени на отключение

Обработка внешней информации

- Учет внешних сигналов (информации, определяемой пользователем) во внутренней обработке информации
- Сигнал от трансформатора при образовании газа в масле для газовой защиты
- Передача информации на выходные реле, светодиоды, и через последовательный системный интерфейс на центральный компьютер подстанции.

Логические функции, определяемые пользователем (СФС)

- Свободно-программируемые комбинации внутренних и внешних сигналов для возможности реализации логических функций пользователя
- Набор всех стандартных логических функций
- Выдержки времени и опрос установленных точек измерения величин.

Ввод в эксплуатацию, работа

- Всесторонние средства поддержки для работы и ввода в эксплуатацию терминала
- Индикация всех измеряемых величин, амплитуд и соотношений фаз.
- Отображение вычисленных значений дифференциальных и тормозных токов.
- Встроенные вспомогательные инструменты могут отображаться с помощью стандартного браузера: векторные диаграммы всех токов всех сторон и точек измерения защищаемого объекта выводятся на дисплей в виде графиков.
- Проверки подключения и направленности, а так же проверка интерфейсов

Функции контроля

- Контроль внутренних цепей измерения, напряжения питания, аппаратного и программного обеспечения, что приводит к увеличению надежности терминала.
- Контроль вторичных цепей трансформаторов тока с использованием проверок симметрии и чередования.
- Проверка соответствия уставок защит защищаемому объекту, и привязки входов по току: блокирование дифференциальной защиты при несоответствии уставок, поскольку это может привести к нарушению работы.
- Возможен контроль цепей отключения.

Дополнительные функции

- Часы с буферной батареей, синхронизируемые сигналом синхронизации (например, DCF 77, IRIG B через спутник), сигналом на дискретном входе или через системный интерфейс.
- Непрерывный расчет и отображение измеренных величин на дисплее лицевой панели устройства. Отображение измеряемых величин всех сторон защищаемого объекта.
- Регистрация событий восьми последних повреждений (повреждения в энергосистеме) с метками реального времени (разрешение 1 мс).
- Хранение осциллограмм и передача данных по аналоговым и сконфигурированным пользователем путям бинарных сигналов с максимальным диапазоном времени, равным 5 с.
- Статистика переключений: счетчик операций включения и отключения, а также функции регистрации величины тока повреждения и величины суммарного отключаемого тока повреждения.
- Связь с центральным оборудованием контроля и хранения данных через последовательные интерфейсы с выбором кабеля данных, модема, или оптоволокна.

В данной главе описываются многочисленные функции, реализованные в устройстве SIPROTEC 7UT612. Для каждой функции приводятся возможные варианты уставок, рекомендации по их выбору и диапазоны уставок, а также необходимые расчетные формулы.

2.1	Общие положения	16
2.2	Дифференциальная защита	38
2.3	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	73
2.4	Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности	83
2.5	Максимальная токовая защита от замыканий на землю	111
2.6	Динамическая коррекция уставок для максимальной токовой защиты	124
2.7	Однофазная максимальная токовая защита	130
2.8	Защита от несимметричной нагрузки	141
2.9	Защита от термической перегрузки	149
2.10	Термоблоки для функции перегрузки	162
2.11	Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ)	170
2.12	Обработка внешних сигналов	175
2.13	Функции контроля	178
2.14	Управление функциями защиты	190
2.15	Вспомогательные функции	195
2.16	Обработка команд	211

2.1 Общие положения

В течение нескольких секунд после включения устройства на ЖК-дисплее отображается заглавное изображение. В устройстве 7UT612 отображаются измеряемые величины.

Конфигурирование уставок (подраздел 2.1.1) может быть выполнено посредством персонального компьютера (ПК) с программным обеспечением DIGSI 4 и отправлено в устройство через рабочий интерфейс, расположенный на лицевой панели, или через последовательный сервисный интерфейс. Работа с программным обеспечением DIGSI 4 приводится в Руководстве пользователя системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151. Для доступа к режиму изменения уставок конфигурации необходимо ввести пароль №7. Без ввода пароля уставки можно просматривать, однако их нельзя изменять и передавать в устройство.

Параметры функций, т.е. уставки функциональных возможностей, пороговые значения и т.д., могут быть введены при помощи клавиатуры лицевой панели устройства или при использовании персонального компьютера, подключенного к переднему или сервисному интерфейсу, с предустановленным программным обеспечением DIGSI 4. В данном случае требуется введение пароля 5 уровня (для индивидуальных параметров).

2.1.1 Конфигурирование списка функций

Общие положения Устройство 7UT612 содержит функции защиты и дополнительные функции. Аппаратная часть и внутреннее программное обеспечение соответствуют этим функциям. Кроме того, для индивидуальных нужд защищаемого объекта могут быть использованы команды (управляющие воздействия). Кроме того, на этапе конфигурации отдельные функции можно активировать или деактивировать, а также можно задать возможность взаимодействия между функциями.

Пример конфигурации набора функций:

Устройства 7UT612 предназначены для защиты шин и трансформаторов. Функцию защиты от перегрузки следует применять только для трансформаторов. Если устройство используется для защиты шин, то данная функция устанавливается как **Выведено**, а если устройство используется для защиты трансформатора, то данная функция устанавливается как **Введено**.

Доступные функции могут быть сконфигурированы как **Введено** или **Выведено**. Некоторые функции могут иметь больше опций, они будут рассмотрены далее.

Функции, сконфигурированные как **Выведено** не обрабатываются устройством 7UT612. При этом не выдается никаких сообщений, а соответствующие уставки (функции, предельные значения и др.) не отображаются на дисплее в процессе задания уставок.



Примечание:

Список доступных функций и уставки, введенные по умолчанию, зависят от номера заказа терминала (для получения более полной информации см. коды заказов в Приложениях).

Определение набора функций

Конфигурирование уставок может быть выполнено посредством ПК с программным обеспечением DIGSI 4 и передано в устройство через рабочий интерфейс на лицевой панели, или через последовательный сервисный интерфейс. Работа с программным обеспечением DIGSI 4 приводится в Руководстве пользователя системы SIPROTEC, номер заказа E50417–H1156–C151 (Разделу 5.3).

Для доступа к режиму изменения уставок конфигурации необходимо ввести пароль №7. Без ввода пароля уставки можно просматривать, однако их нельзя изменять и передавать в устройство.

Особые случаи

Большинство уставок являются очевидными. Ниже приводятся особые случаи. Приложение A.4 включает список функций и соответствующих им защищаемых объектов.

Во-первых, необходимо определить какая из сторон защищаемого объекта будет называться *сторона 1*, а какая *сторона 2*. Выбор осуществляется произвольно. При использовании нескольких устройств 7UT612, стороны должны называться последовательно, чтобы в дальнейшем их было легче привязывать. В качестве *сторон 1* рекомендуется выбрать:

- при защите трансформаторов - сторону высшего напряжения, но, если нейтраль стороны низшего напряжения заземлена, то в качестве стороны 1 предпочтительнее будет выбрать сторону низшего напряжения;
- при защите генераторов - сторону зажимов;
- при защите двигателей и шунтирующих реакторов - сторону питания;
- при защите последовательных реакторов, линий и шин - сторону можно выбрать произвольно.

Определение стороны играет важную роль при введении последующих уставок конфигурирования.

При использовании функции изменения групп уставок, уставка по адресу 103 **Переключ Группы** должна быть выставлена как **Введено**. В этом случае можно использовать до четырех различных групп уставок для параметров функций. В нормальном режиме работы возможно обычно и быстрое переключение между этими группами уставок. Уставка **Выведено** подразумевает, что можно использовать только одну группу уставок.

Определение защищаемого объекта (адрес 105 **Защищ Объект**) необходимо для определения параметров уставок и для распределения входов и выходов терминала по функциям защиты:

- Для обычных силовых трансформаторов с изолированными обмотками выставляется **Защищ Объект = 3-фТрансформ** вне зависимости от количества обмоток, группы соединения (взаимодействия обмоток) и состояния нейтрали(ей). Данная уставка используется даже, если в защищаемой зоне располагается заземляющий реактор в нейтрали (см. Рис. 2-18, страница 51).
- Вариант **Автотрансформ** выбирается для автотрансформатора. Этот вариант также подходит для шунтирующих реакторов, если трансформаторы тока установлены по обеим сторонам точек подключения реактора (см. Рис. 2-25 справа, страница 56).

- Для варианта **1-ф Трансформ**, фазный вход L2 не подсоединяется. Этот вариант подходит для однофазных силовых трансформаторов при частоте $16^{2/3}$ Гц (трансформаторы тяговых подстанций).
- Для генераторов и двигателей подходят одинаковые уставки. Вариант **Ген./Двигат.** также подходит для последовательных и шунтирующих реакторов, которые оборудованы трансформаторами тока по обеим сторонам выводов.
- Вариант **3ф Шины** используется, если устройство предназначено для защиты небольших шин или узлов с двумя ответвлениями. Эта уставка также применима к коротким линиям, которая ограничивается двумя трансформаторами тока. Термин "короткие" означает, что кабели трансформаторов тока между трансформаторами тока и устройством не вызовут превышения допустимой нагрузки на ТТ.
- Устройство может быть использовано в качестве однофазной дифференциальной защиты для шин с 7 отходящими линиями, либо при установке по одному устройству на фазу, либо при подключении одного устройства через внешние суммирующие ТТ. В этом случае выбирается вариант **1ф Шины**. При этом в терминал необходимо ввести количество отходящих линий по адресу **107 Колво Концов**.

Вход I₇ обычно служит для измерения тока нейтрали. Уставка по адресу **108 Подкл ТТ I7** указывает, к какой стороне относится выбранный ток. При защите трансформаторов выбирается сторона с заземленной нейтралью, на которой будет измеряться ток. При защите заземленных генераторов и двигателей выбирается сторона, которая находится со стороны заземленной нейтрали. При защите автотрансформаторов выбирается любая сторона, поскольку для обеих сторон существует только один ток нейтрали. Если ток нейтрали не используется для дифференциальной защиты или дифзащиты от замыканий на землю с ограниченной зоной, то вводится уставка: **Не используется**.

Если дифзащита от замыканий на землю с ограниченной зоной используется, то она должна быть привязана к заземленной стороне по адресу **113 Огр 33**. Если защита использоваться не будет, то должна быть выставлена уставка **Выведено**. При защите автотрансформаторов в качестве стороны привязки может быть выбрана любая из сторон.

Максимальная токовая защита с выдержкой времени так же должна быть привязана к одной из сторон защищаемого объекта.

- Уставка стороны привязки фазной максимальной токовой защиты с выдержкой времени задается по адресу **120 МТЗ фаз НВВ/ИВВ**. При защите генераторов обычно выбирается сторона нейтрали, а при защите двигателей - сторона зажимов. В противном случае, при одностороннем питании рекомендуется выбирать питающую сторону. Однако, обычно для защиты питающей стороны используется внешняя максимальная токовая защита с выдержкой времени. В этом случае внутренняя максимальная токовая защита устройства 7UT612 используется для защиты противоположной стороны. В этом случае она используется как резервная защита от внешних повреждений.
- Для выбора группы характеристик, в соответствии с которой будет работать фазная максимальная токовая защита с выдержкой времени используется уставка по адресу **121 ХарМТЗфНВВ/ИВВ**. Если защита используется как максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени (МТЗ НВВ), выставьте уставку **Независим Выд**. При необходимости, кроме МТЗ НВВ

может быть сконфигурирована максимальная токовая защита с обратно зависимой выдержкой времени (МТЗ ИВВ). Последняя работает в соответствии с характеристиками МЭК (*МТЗ Хар-каМЭК*), или характеристиками ANSI (*МТЗ Хар-ка ANSI*) либо в соответствии с характеристиками, определяемыми пользователем. В последнем случае конфигурируется характеристика времени отключения (*Хар-ка Пользов*) или характеристика времени отключения и характеристика времени сброса (*ХарВозв Польз*). Для получения более полной информации по характеристикам см. Технические данные.

- Уставкой по адресу 122 осуществляется привязка максимальной токовой защиты с выдержкой времени тока нулевой последовательности **МТЗ 3I₀ НВВ/ИВВ** к любой из сторон защищаемого объекта. Это не обязательно должна быть та же сторона, что и для фазной максимальной токовой защиты (адрес 120, см. выше). Для введения характеристик МТЗ НП по адресу 123 **ХарМТЗ_3I₀Н/ИВВ** доступны те же опции. Однако, уставки МТЗ нулевой последовательности могут отличаться от уставок фазной МТЗ. Для этой функции защиты всегда необходим ток нулевой последовательности $3I_0$ контролируемой стороны. Этот ток вычисляется из суммы соответствующих фазных токов.
- В устройстве имеется МТЗ от замыканий на землю, которая не зависит от описанной выше МТЗ нулевой последовательности. Эта защита, конфигурируемая по адресу 124 **МТЗ зем НВВ/ИВВ**, МТЗ ИВВ), требует подведения тока к измерительному входу по току I_7 . В большинстве случаев это ток в заземленной нейтрали (для трансформаторов, генераторов, двигателей или шунтирующих реакторов). Привязка к какой-либо из сторон защищаемого объекта не требуется, поскольку эта защита всегда обрабатывает ток со входа I_7 и не имеет значения с какой стороны он подводится. Для данной защиты по адресу 125 **ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ** можно выбрать одну из групп характеристик, тем же образом, что и для фазной МТЗ, вне зависимости от типа характеристики, выбранной для фазной МТЗ.

Однофазная МТЗ НВВ **МТЗ 1-Ф НВВ/ИВВ** конфигурируется по адресу 127. Имеется два варианта данной функции. Либо функция получает измерение тока от “нормального” входа I_7 (*Нечувств.ТТ7*) либо от высокочувствительного входа I_8 (*Чувств.ТТ8*). Последний случай представляет наибольший интерес, поскольку вход I_8 позволяет определять чрезвычайно малые значения тока (от 3 мА на входе). Эта функция защиты подходит, например, для выполнения высокочувствительной защиты от утечки токов с бака трансформатора (см. подраздел 2.7.3) или высокоомной защиты (см. подраздел 2.7.2). Данная защита не нуждается в привязке к какой-либо стороне. Защита применяется в соответствии с требованиями пользователя.

Уставка защиты от несимметричной нагрузки по адресу 140 **Несимм Нагрузка** осуществляет ее привязку к какой-либо из сторон защищаемого объекта, т.е. учитывает ток обратной последовательности и проверяет наличие какой-либо несимметричной нагрузки. Характеристика времени отключения может быть выставлена как независимая (*Независим Выд*) по адресу 141 **ХарЗащНесимНагр**, либо в соответствии с характеристикой МЭК (*МТЗ Хар-каМЭК*) или в соответствии с характеристикой ANSI (*МТЗ Хар-ка ANSI*).

Для защиты от перегрузки необходимо определить сторону, токи которой подходят для определения перегрузки. Для этого используется уставка по адресу 142 **ТермЗащПерегруз**. Поскольку причина перегрузки появляется вне

защищаемого объекта, то ток перегрузки является сквозным током. Поэтому защиту не обязательно устанавливать с питающей стороны.

- При защите трансформаторов с РПН защита от перегрузки привязывается к стороне без регулирования, поскольку это единственная сторона, где имеется определенная взаимосвязь между номинальным током и номинальной мощностью.
- При защите генераторов защита от перегрузки обычно привязывается со стороны нейтрали.
- При защите двигателей и шунтирующих реакторов защита от перегрузки подключается к трансформаторам тока с питающей стороны.
- При защите последовательных реакторов, линий и шин в закрытых помещениях, сторона привязки выбирается произвольно.
- Для защиты шин и воздушных линий защита от перегрузки обычно не применяется, поскольку рассчитать увеличение температуры не представляется возможным. Климатические и погодные условия (температура, ветер) изменяются слишком быстро. С другой стороны, токовая ступень способна выдать предупредительный сигнал об угрозе перегрузки.

По адресу 143 **ХарТермЗащич** пользователь может дополнительно выбрать один из двух методов распознавания перегрузки:

- Защита от термической перегрузки по тепловой модели в соответствии с МЭК 60255-8 (*Классически*),
- Защита от термической перегрузки с расчетом температуры наиболее нагретой точки и скорости старения в соответствии с МЭК 60354 (*МЭК354*).

Первый метод характеризуется простотой использования и небольшим количеством уставок. Для использования второго метода необходимы детальные знания о защищаемом объекте, окружающей среде в которой он располагается и его охлаждении. Последнее полезно при выполнении защиты трансформаторов со встроенными датчиками температуры. Для получения дополнительной информации обратитесь к разделу 2.9.

Если защита от перегрузки с расчетом температуры наиболее нагретой точки используется в соответствии со стандартом МЭК 60354 (адрес 143 **ХарТермЗащич** = *МЭК354*), то к сервисному интерфейсу должен быть подключен хотя бы один термоблок. От термоблока устройство получает информацию о температуре охладителя. Интерфейс настраивается по адресу 190 **Вх Датчика Темп**. В устройстве 7UT612 это **Порт С**. Количество резистивных датчиков температуры и способ передачи информации от температурных преобразователей устанавливаются по адресу 191 **ТИП ПОДКЛ RTD**: *6RTDсмплекс* или *6RTDполудупл* (с 1 термоблоком) или *12RTDполудупл* (с 2 термоблоками). Эти уставки должны соответствовать уставкам термоблоков.

Примечание: Точка замера температуры, необходимая для расчета температуры наиболее нагретой точки, должна быть подведена через первый термоблок.

Для защиты от отказа выключателя по адресу 170 **УРОВ** задается контролируемая сторона. Это должна быть сторона, питающая внутреннее повреждение.

Для функции контроля цепей отключения по адресу 182 **Контр.цепи откл** вводится количество используемых дискретных входов: 2 (**2 ДискрВхода**) или 1 (**1 ДискрВход**). Входы должны быть изолированы.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
103	Переключ Группы	Выведено Введено	Выведено	Опция переключения группы уставок
105	Защищ Объект	3-фТрансформ 1-фТрансформ Автотрансформ Генерат/Двигат 3ф Шины 1ф Шины	3-фТрансформ	Защищаемый объект
106	КОЛ-ВО СТОН	2	2	Количество сторон
107	Колво Концов	3 4 5 6 7	7	Кол-во концов для 1-фазной защиты шин
108	Подкл ТТ I7	Не используется Сторона 1 Сторона 2	Не используется	ТТ I7 подключен к...
112	ДиффЗащита	Выведено Введено	Введено	Дифференциальная защита
113	Огр 33	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Огранич земл. защита
117	Дин Коррект Уст	Выведено Введено	Выведено	Динамическая корректировка уставок
120	МТЗ фаз НВВ/ИВВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Фазная МТЗ с незав./инвер.выд.времени
121	ХарМТЗфНВВ/ИВВ	Независим Выд МТЗ Хар-каМЭК МТЗ Хар-ка ANSI Хар-ка Пользов ХарВозв Польз	Независим Выд	Хар-ка срабатывания фазной МТЗ с НВВ/ИВВ
122	МТЗ 3I0 НВВ/ИВВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	МТЗ 3I0 с НВВ/ИВВ
123	ХарМТЗ_3I0Н/ИВВ	Независим Выд МТЗ Хар-каМЭК МТЗ Хар-ка ANSI Хар-ка Пользов ХарВозв Польз	Независим Выд	Хар-ка срабатывания МТЗ 3I0 с НВВ/ИВВ
124	МТЗ зем НВВ/ИВВ	Выведено Нечувств.ТТ7	Выведено	Земляная МТЗ с незав./инвер.выд.времени

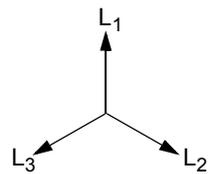
Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
125	ХарЗемМТЗ_Н/ ИВВ	Независим Выд МТЗ Хар-каМЭК МТЗ Хар-ка ANSI Хар-ка Пользов ХарВозв Польз	Независим Выд	Хар-ка ПускМТЗ от КЗ на землю с НВВ/ИВВ
127	МТЗ 1-Ф НВВ/ИВВ	Выведено Нечувств.ТТ7 Чувств.ТТ8	Выведено	МТЗ 1-ФАЗНАЯ с НВВ/ИВВ
140	Несимм Нагрузка	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)
141	ХарЗащНесимНагр	Независим Выд МТЗ Хар-каМЭК МТЗ Хар-ка ANSI	Независим Выд	Хар-ка защиты от несимм.нагр.(обр.посл.)
142	ТермЗащПерегруз	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Защита от термической перегрузки
143	ХарТермЗащич	Классически МЭК354	Классически	Хар-ка защиты от термической перегрузки
170	УРОВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
181	КонтрИзмерВелич	Выведено Введено	Введено	Контроль измеряемых величин
182	Контр.цепи откл	Выведено 2 ДискрВхода 1 ДискрВход	Выведено	Контроль цепи отключения
186	ВнешнОткл1	Выведено Введено	Выведено	Внешнее отключение, функция 1
187	ВнешнОткл2	Выведено Введено	Выведено	Внешнее отключение, функция 2
190	Вх Датчика Темп	Выведено Порт С	Выведено	Вход внешнего датчика температуры
191	ТИП ПОДКЛ RTD	6RTDсимплекс 6RTDполудупл 12RTDполудупл	6RTDсимплекс	Тип подключения RTD-блока

2.1.2 Параметры Энергосистемы 1

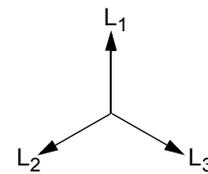
Общие положения В устройство необходимо ввести некоторые данные энергоустановки и энергосистемы для соответствующей адаптации его функций, в зависимости от конкретного применения. Например, в данные должны быть включены расчетные данные по подстанции и измерительным трансформаторам, полярности и подключении измеряемых величин, при необходимости, особенности выключателей и другого силового оборудования. Эти данные могут быть изменены только с помощью ПК с программным обеспечением DIGSI 4. Информация об этом приведена в этом подразделе.

Номинальная частота Номинальная частота энергосистемы вводится по адресу 270 **Номинальная Частота**. В соответствии с исполнением устройства на заводе-изготовителе вводится уставка по умолчанию, менять которую следует только в том случае, если устройство будет использоваться для других целей, отличных от тех, для которых устройство было заказано.

Чередование фаз Для установки чередования фаз используется уставка по адресу 271 **Чередование фаз**. Предварительно введено чередование фаз по часовой стрелке **L1 L2 L3**. Для систем с чередованием фаз против часовой стрелки вводится уставка **L1 L3 L2**. Эта уставка не нужна для однофазных применений.



По часовой стрелке **L1 L2 L3**



Против часовой стрелки **L1 L3 L2**

Рисунок 2-1 Чередование фаз

Единицы измерения температуры

Температура при расчете температуры наиболее нагретой может быть представлена в градусах по Цельсию **Град Цельсия** либо по Фаренгейту **Град Фаренгейта**. При использовании защиты от перегрузки с расчетом температуры точки кипения, установите единицу измерения температуры по адресу 276 **Ед измер темп**. В противном случае данная уставка может быть проигнорирована. Изменение единиц измерения температуры не означает, что уставки, связанные с этими единицами измерения, будут автоматически преобразованы. Они должны быть введены заново по их соответствующим адресам.

Данные по объекту трансформатор

Данные трансформатора необходимы в том случае, если устройство используется в качестве дифференциальной защиты трансформаторов, т.е. если при конфигурировании защищаемого объекта было установлено следующее (подраздел 2.1.1, заголовок “Особые случаи”): **Защищ Объект** (адрес 105) **3-фТрансформ** или **Автотрансформ** или **1-фТрансформ**. В остальных случаях эти уставки недоступны.

При определении обмотки 1, пожалуйста, обратите внимание на распределение сторон, как это было описано выше (подраздел 2.1.1, под заголовком “Особые

случаи”). Обычно сторона 1 является опорной обмоткой, у которой сдвиг тока по фазе равен 0° и нет номера группы соединения обмоток. Обычно это обмотка высшего напряжения трансформатора.

Следующую информацию необходимо ввести в терминал:

- Первичное номинальное напряжение U_H в кВ (линейное) по адресу 240 **Ун перв Ст1**.
- Режим нейтрали по адресу 241 **Общ.Тч Ст1: Глухозаземл** или **Изолированная**. Если нейтраль заземлена через токоограничивающую цепь (например, через малое сопротивление) или через дугогасительную катушку (катушка Петерсона) (с большим реактивным сопротивлением), необходимо также выставить уставку **Глухозаземл**.
- Режим подключения обмоток трансформатора вводится по адресу 242 **СоедОбмСт1**. Обычно, векторная группа обозначается заглавной буквой в соответствии со стандартом МЭК.

Если обмотка трансформатора регулируемая, тогда реальное номинальное напряжение стороны не используется в качестве номинального напряжения U_H , в этом случае за номинальное принимается напряжение, соответствующее среднему напряжению в регулируемом диапазоне. Для расчета применяется следующая формула:

$$U_H = 2 \cdot \frac{U_{\max} \cdot U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} = \frac{2}{\frac{1}{U_{\max}} + \frac{1}{U_{\min}}}$$

где U_{\max} , U_{\min} предельные напряжения регулируемого диапазона.

Пример расчета:

Трансформатор YNd5

35 МВА

110 кВ/20 кВ

Y - обмотка с переключателем ответвлений $\pm 20\%$

Пределы регулирования напряжения обмотки (110 кВ):

максимальное напряжение $U_{\max} = 132$ кВ

минимальное напряжение $U_{\min} = 88$ кВ

Вводимое напряжение (адрес 240)

$$U_{\text{н-перв Ст1}} = \frac{2}{\frac{1}{U_{\max}} + \frac{1}{U_{\min}}} = \frac{2}{\frac{1}{132 \text{ кВ}} + \frac{1}{88 \text{ кВ}}} = 105.6 \text{ кВ}$$

Для стороны 2, параметры задаются по тому же принципу, что и для стороны 1: Первичное номинальное напряжение U_H в кВ (линейное) по адресу 243 **Ун первич Ст2**, режим нейтрали по адресу 244 **Общ.Тч Ст2**, режим подключения обмоток трансформатора вводится по адресу 245 **СоедОбмСт2**.

Кроме того, векторная группа, которая показывает фазовый сдвиг стороны 2 относительно опорной (сторона 1), задается по адресу 246 **ГрСоедОбмСт2**. Это значение определяется согласно МЭК в виде цифры - множителя для 30° . Если опорной является сторона высшего напряжения (сторона 1), то числовое значение вводится непосредственно, например, **5** для векторной группы Yd5 или Ду5. Можно задать любую возможную группу соединения обмоток от 0 до 11

(например, для Yy, Dd и Dz значение группы будет только четным, а для Yd, Yz и Dy - только нечетным).

Если в качестве опорной обмотки (сторона 1) используется не сторона высшего напряжения, то необходимо учесть изменение векторной группы: например, трансформатор Yd5 при использовании в качестве опорной обмотки низшего напряжения рассматривается как Dy7 (см. Рис.2-2).

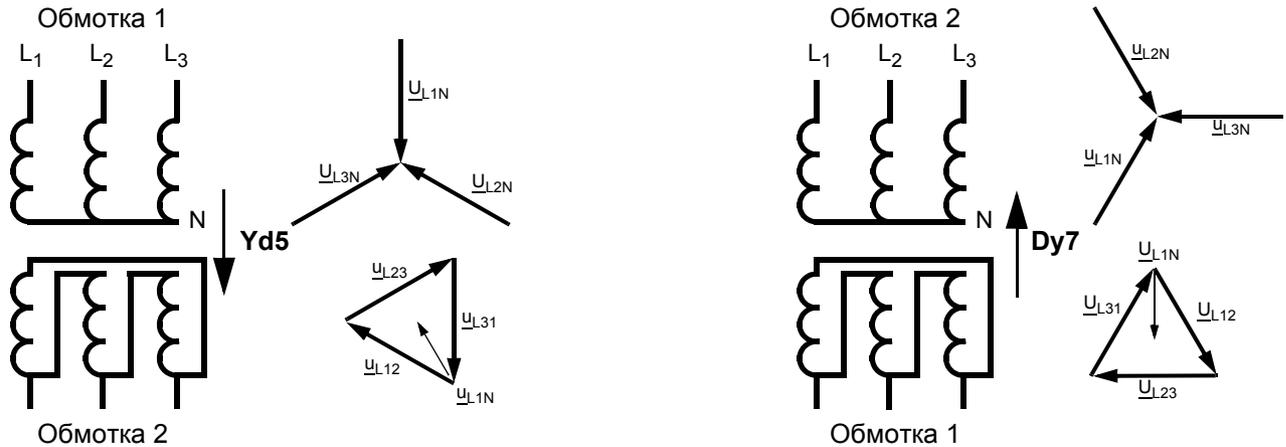


Рисунок 2-2 Пример изменения векторной группы трансформатора, если в качестве опорной используется сторона низшего напряжения

Первичная номинальная мощность **Sn Трансф** (адрес 249) является непосредственно первичной номинальной полной мощностью трансформатора. Мощность всегда должна задаваться в первичных значениях, даже если устройство конфигурируется во вторичных значениях. Устройство вычисляет номинальный ток защищаемой обмотки исходя из этой мощности. Это значение является базовым для всех относительных величин.

На основе номинальных данных защищаемого трансформатора, устройство автоматически рассчитывает формулы выравнивания токов с учетом векторной группы и различных значений номинальных токов сторон. Токи всегда преобразуются таким образом, что чувствительность защиты всегда имеет отношение к мощности трансформатора. Следовательно, для преобразования номинального тока обычно нет необходимости в проведении расчетов вручную и выполнения других операций.

Данные объекта для генераторов, двигателей и реакторов

При использовании устройства 7UT612 для защиты генераторов или двигателей, во время конфигурирования списка функций защиты необходимо ввести следующее (см. подраздел 2.1.1, адрес 105): **Защит Обьект = Генерат/Двигат**. Эти уставки также используются для последовательных и шунтирующих ректоров, если полные группы ТТ подключены к обоим сторонам. В остальных случаях эти уставки недоступны.

Уставкой по адресу 251 **Un Ген/Двиг** в устройство заводится информация о первичном номинальном напряжении (линейном) защищаемой электрической машины.

Первичная номинальная мощность, вводимая как **Sn Ген/Двиг** (адрес 252) и непосредственно является первичной номинальной полной мощностью машины. Мощность всегда должна задаваться в первичных значениях, даже если устройство конфигурируется во вторичных величинах. Устройство вычисляет номинальный ток защищаемого объекта и его сторон на основании этой мощности и номинального напряжения. Это значение является базовым для всех относительных величин.

Данные объекта для небольших сборных шин, точек узлов, коротких линий

Эти данные требуются только в том случае, если устройство используется в качестве дифференциальной защиты мини-шин или двухконцевых коротких линий. При конфигурировании списка функций (см. подраздел 2.1.1 по адресу 105), необходимо ввести: **Защищ Объект = 3ф Шины**. В остальных случаях эти уставки недоступны.

Уставкой по адресу 261 **Un СШ** в устройство заводится информация о первичном номинальном напряжении (линейном). Эта уставка не влияет на функции защиты, но она необходима для вывода на дисплей рабочих измеряемых величин.

Поскольку на обеих сторонах или отходящих линиях могут быть установлены трансформаторы тока с различными номинальными токами, то номинальный рабочий ток **100% шкалы тока** (адрес 265) принимается как номинальный ток объекта, который будет являться базовым для всех остальных токов. Токи преобразуются таким образом, что уставки функций защиты будут введены в относительных величинах относительно этого номинального рабочего тока. Обычно если трансформаторы тока отличаются друг от друга, то в качестве рабочего номинального тока выбирается наибольший номинальный первичный ток.

Данные по объекту шины, с количеством отходящих линий до 7

Эти данные требуются только в том случае, если терминал используется в качестве дифференциальной защиты однофазных шин с количеством отходящих линий не больше 7. При конфигурировании списка функций (см. подраздел 2.1.1 по адресу 105), необходимо ввести: **Защищ Объект = 1ф Шины**. В остальных случаях эти уставки недоступны.

Уставкой по адресу 261 **Un СШ** в устройство заводится информация о первичном номинальном напряжении (линейном). Эта уставка не влияет на функции защиты, но она необходима для вывода на дисплей рабочих измеряемых величин.

Поскольку на шинах и отходящих линиях могут быть установлены трансформаторы тока с различными номинальными токами, то номинальный рабочий ток **100% шкалы тока** (адрес 265) принимается как номинальный ток объекта, который будет являться базовым для всех остальных токов. Токи преобразуются таким образом, что уставки функций защиты будут введены в относительных величинах относительно этого номинального рабочего тока. Обычно, внешнего выравнивающего оборудования не требуется. Обычно если трансформаторы тока отличаются друг от друга, то в качестве рабочего номинального тока выбирается наибольший номинальный первичный ток.

Если терминал подключается через суммирующие трансформаторы, последние должны быть подключены между выводами трансформаторов тока каждой из отходящих линий и входами устройства. В этом случае, суммирующие трансформаторы могут использоваться и для выравнивания токов. В качестве рабочего номинального тока шин обычно выбирается наибольший

номинальный первичный ток отходящей линии. Номинальные токи каждого присоединения просто приводятся к выбранному току.

Если на каждую фазу устанавливается одно устройство 7UT612, то для всех трех устройств вводятся одинаковые токи и напряжения. Для идентификации фаз, при выводе сообщений о повреждении и измерения величин, в каждое устройство заводится информация о том, к какой фазе оно привязано. Это выполняется уставкой **Выбор Фазы** по адресу 266.

Параметры трансформаторов тока для 2 сторон

Номинальные первичные токи для защищаемого объекта и его сторон устройство получает из данных объекта. Параметры групп трансформаторов тока по сторонам защищаемого объекта обычно незначительно отличаются от описанных выше данных объекта. Кроме того, эти данные могут полностью отличаться от данных объекта. Для правильного функционирования дифференциальной защиты необходимо правильно ввести полярность токов.

Поэтому в устройство должны быть введены параметры трансформаторов тока. Если защищаемый объект имеет 2 стороны (т.е. любое применение терминала, кроме защиты однофазных шин с количеством отходящих линий до 7), то необходимо ввести номинальные токи и положение нейтрали групп трансформаторов тока.

По адресу 202 **Ин-перв ТТ Ст1** вводится номинальный первичный ток группы трансформаторов тока стороны 1 защищаемого объекта, а по адресу 203 **Ин-втор ТТ Ст1** вводится номинальный вторичный ток. Пожалуйста убедитесь, что стороны были определены правильно (см. подраздел 2.1.1, под заголовком “Особые случаи”, страница 17). Также убедитесь, что номинальные вторичные токи трансформатора соответствуют уставкам номинальных токов устройства (см. также подраздел 3.1.3.3, под заголовком “Плата ввода / вывода С-И/О-3”. В противном случае устройство будет рассчитывать неверные первичные данные, что может вызвать неправильную работу дифференциальной защиты.

Полярность определяется положением нейтрали трансформатора тока. Для введения положения нейтрали по отношению к защищаемому объекту, используйте уставку по адресу 201 **ОбщТчТТ->Об Ст1**. На рисунке 2-3 показаны несколько примеров введения этой уставки.

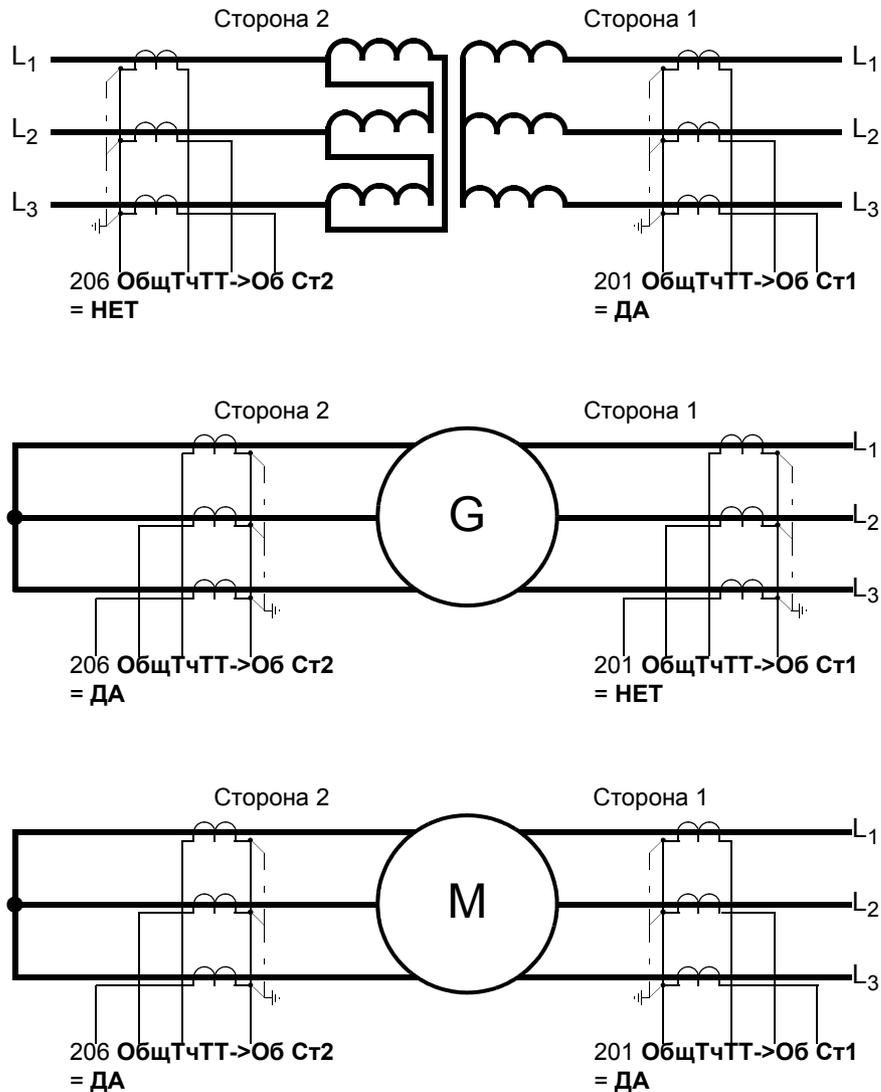


Рисунок 2-3 Положение нейтрали ТТ — примеры

Аналогично задаются параметры групп трансформаторов тока на стороне 2 защищаемого объекта. Для стороны 2 вводится номинальный первичный ток **Ин-перв ТТ Ст2** (адрес 207), номинальный вторичный ток **Ин-втор ТТ Ст2** (адрес 208) и положение нейтрали трансформатора тока **ОбщТчТТ->Об Ст2** (адрес 206).

Если устройство используется в качестве поперечной дифференциальной защиты генераторов или двигателей, то при подключении трансформаторов тока необходимо соблюдать особые положения: В нормальном режиме все токи втекают в защищаемый объект, т.е. в противоположность всем другим применениям. Поэтому вы должны задать "неверную" полярность для *одной* из групп трансформаторов тока. Части расщепленных обмоток машины в этом случае соответствуют "сторонам".

На Рис. 2-4 приведен пример: Хотя нейтрали обеих групп трансформаторов тока направлены в сторону защищаемого объекта, для "стороны 2" должна быть выбрана противоположная уставка. **ОбщТчТТ->Об Ст2 = НЕТ**.

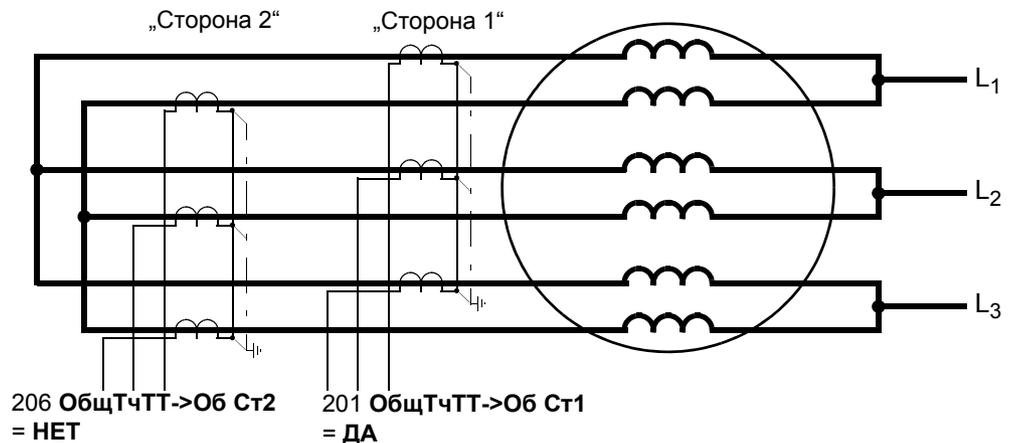


Рисунок 2-4 Определение направления токов для поперечной дифференциальной защиты - пример

Параметры трансформаторов тока для однофазной защиты шин

Группы трансформаторов тока, расположенные на отходящих от шин линиях, могут иметь разные номинальные токи. Поэтому, как описано в параграфе "Данные по объекту шины, с количеством отходящих линий до 7", был введен универсальный номинальный рабочий ток объекта. Токи отдельных отходящих линий должны быть приведены к этому рабочему номинальному току.

Укажите номинальный первичный ток трансформатора для каждого из фидеров. Запрос производится по данным только того количества фидеров, которое было указано при конфигурировании в соответствии с подразделом 2.1.1, 107 **Колво Концов**).

Если выравнивание номинальных токов уже выполнено с помощью внешних устройств (например, согласующих трансформаторов), то значение номинального тока, используемое в качестве базисной величины для расчета внешних согласующих трансформаторов, должно отображаться единым. Обычно это номинальный рабочий ток. То же самое происходит и при использовании внешних суммирующих трансформаторов.

Далее приводятся параметры для номинальных первичных токов:

Адрес 212 **ln первич ТТ I1** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 1,

Адрес 215 **ln первич ТТ I2** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 2,

Адрес 218 **ln первич ТТ I3** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 3,

Адрес 222 **ln первич ТТ I4** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 4,

Адрес 225 **ln первич ТТ I5** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 5,

Адрес 228 **ln первич ТТ I6** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 6,

Адрес 232 **ln первич ТТ I7** = номинальный первичный ток ТТ присоединения 7.

При задании вторичных токов, пожалуйста убедитесь, что номинальные вторичные токи трансформатора соответствуют номинальным токам входов устройства. Соответствие номинальных вторичных токов устройства выполняется по 3.1.3.3 (см. под заголовком "Плата ввода / вывода С-И/О-3").

Если используются суммирующие трансформаторы, то номинальный ток на их выходе обычно равен 100 мА. Поэтому для всех присоединений задается номинальный вторичный ток **0,1 А**.

Далее приводятся параметры для номинальных первичных токов:

- Адрес 213 **Ин вторич ТТ I1** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 1,
- Адрес 216 **Ин вторич ТТ I2** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 2,
- Адрес 219 **Ин вторич ТТ I3** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 3,
- Адрес 223 **Ин вторич ТТ I4** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 4,
- Адрес 226 **Ин вторич ТТ I5** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 5,
- Адрес 229 **Ин вторич ТТ I6** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 6,
- Адрес 233 **Ин вторич ТТ I7** = номинальный вторичный ток ТТ присоединения 7.

Полярность определяется положением нейтрали трансформатора тока. Для каждого присоединения задается, направлена ли нейтраль к шинам или нет. На Рисунке 2-5 приводится пример с тремя присоединениями, в котором нейтрали ТТ присоединения 1 и 3 направлены в сторону шин, а нейтраль ТТ присоединения 2 в противоположную сторону.

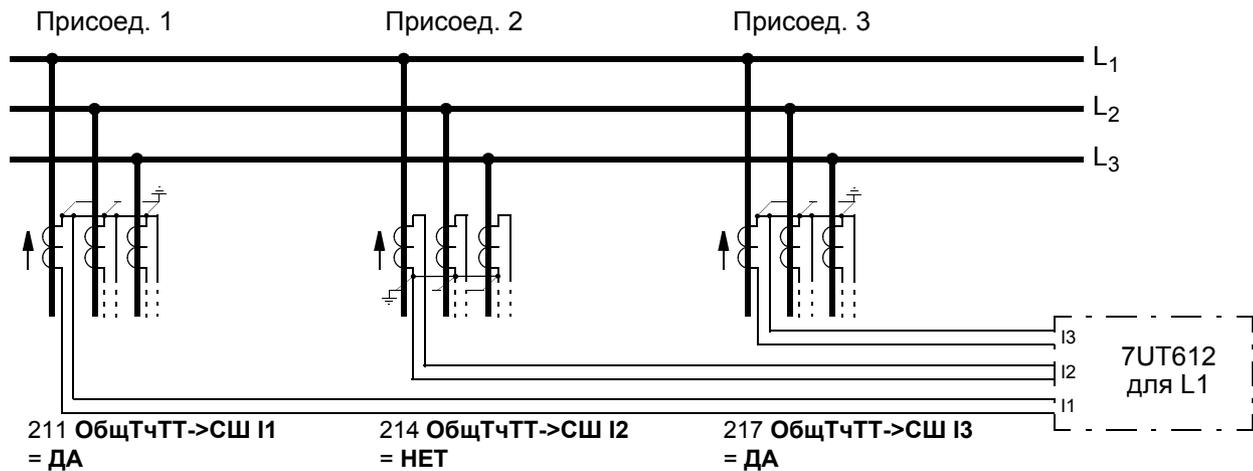


Рисунок 2-5 Положение нейтралей ТТ — пример для фазы L1 шин с 3 фидерами

Далее задаются параметры полярности:

- Адрес 211 **ОбщТчТТ->СШ I1** = нейтраль ТТ со стороны шин для присоединения 1,
- Адрес 214 **ОбщТчТТ->СШ I2** = нейтраль ТТ со стороны шин для присоединения 2,
- Адрес 217 **ОбщТчТТ->СШ I3** = нейтраль ТТ со стор. шин для присоединения 3,
- Адрес 221 **ОбщТчТТ->СШ I4** = нейтраль ТТ со стор. шин для присоединения 4,
- Адрес 224 **ОбщТчТТ->СШ I5** = нейтраль ТТ со стор. шин для присоединения 5,
- Адрес 227 **ОбщТчТТ->СШ I6** = нейтраль ТТ со стор. шин для присоединения 6,
- Адрес 231 **ОбщТчТТ->СШ I7** = нейтраль ТТ со стор. шин для присоединения 7.

Параметры трансформаторов тока для входа по току I₇

Измерительный вход по току I₇ обычно используется для определения тока нейтрали заземленной обмотки трансформатора, шунтирующего реактора, генератора или двигателя. Однако, данное применение не возможно при

выполнении однофазной защиты шин, поскольку вход I_7 используется для замера токов отходящих линий.

При выполнении дифференциальной защиты трансформаторов и/или ограниченной защиты от замыканий на землю вход I_7 может быть использован для компенсации тока нулевой последовательности. Он также может использоваться для земляной максимальной токовой защитой с выдержкой времени, в качестве альтернативы или дополнения.

Для выравнивания амплитуд тока, по адресу 232 **И_н первич ТТ I7** вводится номинальный первичный ток трансформатора тока, который подключается к данному измерительному входу. Номинальный вторичный ток этого трансформатора тока, вводимый по адресу 233 **И_н вторич ТТ I7** должен совпадать с номинальным током устройства для данного измерительного входа.

Уставка по адресу 230 **Заземл Электрод** необходима для определения полярности тока. По этому адресу выставляется, к какому зажиму устройства подключается вывод стороны ТТ, обращенный к точке заземления. На Рис. 2-6 приведены варианты использования заземленной обмотки трансформатора.

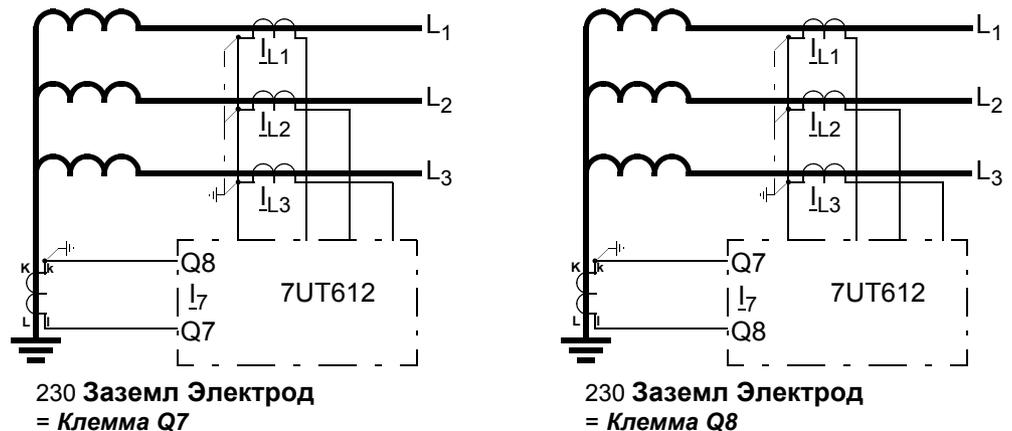


Рисунок 2-6 Установка полярности для измерительного входа по току I_7



Примечание:

Для устройств в корпусе для поверхностного монтажа на панели:
Terminal Q7 (зажим Q7) соответствует зажиму 12 на корпусе
Terminal Q8 (зажим Q8) соответствует зажиму 27 на корпусе

Параметры трансформаторов тока для токового входа I_8

Измерительный вход по току I_8 является чувствительным входом, который определяет даже очень маленькие токи (начиная с 3 мА на входе).

Для возможности отображения первичных величин для этого измерительного входа (например, при введении первичных токов, для вывода первичных измерительных величин) вводится коэффициент трансформатора тока $I_{Н\text{ перв}}/I_{Н\text{ втор}}$ по адресу 235 **Коефф. I8**.

Длительность команды отключения Минимальная длительность команды на отключение **Тмин Ком Откл** задается по адресу 280А. Эта длительность действительна для всех функций защиты, которые могут выдавать команды отключения. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”.

Положение выключателя Для правильной работы различных защитных и вспомогательных функций необходима информация о положении выключателя.

Для выключателя стороны 1 защищаемого объекта пороговая величина по току **I> ВЫКЛ вкл Ст1** вводится по адресу 283. Когда выключатель разомкнут, порог не будет превышен. Пороговая величина может быть выбрана очень маленькой, если, при отключении защищаемого объекта, исключено появление наведенных токов (например, из-за индукции). В противном случае, пороговая величина должна быть увеличена. Обычно используется уставка, введенная на заводе-изготовителе.

Для выключателя стороны 2 защищаемого объекта пороговая величина по току **I> ВЫКЛ вкл Ст2** задается по адресу 284.

2.1.2.1 Обзор уставок

Примечание: Диапазоны уставок и уставки по умолчанию относятся к номинальному току $I_n = 1$ А. Для номинального тока $I_n = 5$ А токовые величины необходимо умножить на 5. При вводе первичных величин необходимо учитывать коэффициенты трансформации.

Уставка номинальной частоты по умолчанию соответствует номинальной частоте согласно версии устройства.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
270	Номин Частота	50 Гц 60 Гц 16 2/3 Гц	50 Гц	Номин Частота
271	Чередование фаз	L1 L2 L3 L1 L3 L2	L1 L2 L3	Порядок чередования фаз
276	Ед измер темп	Градусов Цельсия Градусов Фаренгейта	Градусов Цельсия	Единица измерения температуры
240	Ун перв Ст1	0.4..800.0 кВ	110.0 кВ	Номин. первич. напряжение стороны 1
241	Общ.Тч Ст1	Глухозаземл Изолированная	Глухозаземл	Нейтраль стороны 1
242	СоедОбмСт1	Звезда (У) Треугольник (D) Зигзаг (Z)	Звезда (У)	Соединение обмоток трансф. стороны 1
243	Ун перв Ст2	0.4..800.0 кВ	11.0 кВ	Номин. первич. напряжение стороны 2
244	Общ.Тч Ст2	Глухозаземл Изолированная	Глухозаземл	Нейтраль стороны 2

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
245	СоедОбмСт2	Звезда (У) Треугольник (D) Зигзаг (Z)	Звезда (У)	Соединение обмоток трансф. стороны 2
246	ГрСоедОбмСт2	0..11	0	Группа соединения обмоток стороны 2
249	Сн Трансф	0.20..5000.00 МВА	38.10 МВА	Ном.полная мощность трансформатора
251	Ун Ген/Двиг	0.4..800.0 кВ	21.0 кВ	Ном. напряжение генератора/двигателя
252	Сн Ген/Двиг	0.20..5000.00 МВА	70.00 МВА	Ном.полная мощность генератора/двигателя
261	Ун СШ	0.4..800.0 кВ	110.0 кВ	Номинальное напряжение шин
265	100% шкалы тока	1..100000 А	200 А	Измерения: 100% шкалы тока
266	Выбор Фазы	Фаза 1 Фаза 2 Фаза 3	Фаза 1	Выбор фазы
201	ОбщТчТТ->Об Ст1	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ Стор.1 в направлении объекта
202	Ин-перв ТТ Ст1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 1
203	Ин-втор ТТ Ст1	1А 5А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 1
206	ОбщТчТТ->Об Ст2	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ Стор.2 в направлении объекта
207	Ин-перв ТТ Ст2	1..100000 А	2000 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 2
208	Ин-втор ТТ Ст2	1А 5А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 2
211	ОбщТчТТ->СШ I1	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I1 в направлении сб. шин
212	Ин первич ТТ I1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I1
213	Ин вторич ТТ I1	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I1
214	ОбщТчТТ->СШ I2	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I2 в направлении сб. шин
215	Ин первич ТТ I2	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I2
216	Ин вторич ТТ I2	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I2
217	ОбщТчТТ->СШ I3	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I3 в направлении сб. шин

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
218	Ин первич ТТ I3	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I3
219	Ин вторич ТТ I3	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I3
221	ОбщТчТТ->СШ I4	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I4 в направлении сб. шин
222	Ин первич ТТ I4	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I4
223	Ин вторич ТТ I4	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I4
224	ОбщТчТТ->СШ I5	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I5 в направлении сб. шин
225	Ин первич ТТ I5	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I5
226	Ин вторич ТТ I5	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I5
227	ОбщТчТТ->СШ I6	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I6 в направлении сб. шин
228	Ин первич ТТ I6	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I6
229	Ин вторич ТТ I6	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I6
230	Заземл Электрод	Клемма Q7 Клемма Q8	Клемма Q7	Заземляющий электрод:
231	ОбщТчТТ->СШ I7	ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ I7 в направлении сб. шин
232	Ин первич ТТ I7	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I7
233	Ин вторич ТТ I7	1А 5А 0.1А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I7
235	Кэфф. I8	1.0..300.0	60.0	Отношение перв.тока ко втор. току I8
280А	Тмин Ком Откл	0.01..32.00 с	0.15 с	Мин. длительность команды отключения
283	I> ВЫКЛ вкл Ст1	0.04..1.00 А	0.04 А	Мин.порог тока включ.выключателя для Ст1
284	I> ВЫКЛ вкл Ст2	0.04..1.00 А	0.04 А	Мин.порог тока включ.выключателя для Ст2
285	I> ВЫКЛ вкл I7	0.04..1.00 А	0.04 А	Мин.порог тока включ.положения ВЫКЛ I7

2.1.2.2 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
05145	>ОбрЧередФаз	>Обратное чередование фаз
05147	Черед.ФазL1L2L3	Чередование фаз L1L2L3
05148	Черед.ФазL1L3L2	Чередование фаз L1L3L2

2.1.3 Группы уставок

Назначение групп уставок

Терминал 7UT612 содержит четыре независимые группы уставок (от А до D). Пользователь может переключать группы уставок с панели управления, через дискретные входы (если они сконфигурированы соответствующим образом), с помощью персонального компьютера через рабочий или сервисный интерфейс, или через системный интерфейс.

Группа уставок охватывает значения уставок всех функций, для которых во время конфигурирования была введена уставка **Введено** см. подраздел 2.1.1). Все четыре группы уставок охватывают одинаковый объем функций, но они содержат различные значения уставок.

Группы уставок позволяют использовать одно и то же устройство для различных применений. В памяти устройства хранятся все группы уставок, но только одна из них может быть активна в конкретный момент времени.

Если нет необходимости в использовании нескольких групп уставок, то по умолчанию используется Группа А, а остальные группы не используются.

Если необходимо использовать несколько групп уставок, то при конфигурировании по адресу 103 **Переключ Группы** необходимо ввести уставку **Введено**. См. Подраздел 2.1.1. Группы уставок (от А до D) вводятся одна за другой. Подробную информацию о навигации между группами уставок, о копировании и сбросе групп уставок, и о переключении между группами уставок во время работы можно получить из Руководства пользователя системы SIPROTEC, номер заказа E50417–H1156–C151.

Предварительные условия, необходимые для переключения между группами уставок с помощью дискретных входов, описаны в подразделе 3.1.2.

2.1.3.1 Обзор уставок

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
302	Изменить группу	Группа А Группа В Группа С Группа D Дискретный вход Протокол	Группа А	Активировать другую группу уставок

2.1.3.2 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
00007	>ГрУставок Бит0	>Выбор группы уставок (Бит 0)
00008	>ГрУставок Бит1	>Выбор группы уставок (Бит 1)
	Группа А	Группа А
	Группа В	Группа В
	Группа С	Группа С
	Группа D	Группа D

2.1.4 Общие данные защиты (Данные энергосистемы 2)

В терминале 7UT612 нет необходимости вводить уставки общих данных. В следующей таблице приводятся возможные сообщения. В зависимости от версии устройства и выбранного защищаемого объекта, будет появляться только соответствующая информация.

2.1.4.1 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
00311	Ошиб Конфиг/Уст	Ошибка в конфигурации/параметрах
00356	>Ручное вкл	>Сигнал ручного включения
00561	Ручн ВКЛ	Распознана команда ручного включения
00410	>ВЫКЛ1 3ф Вкл	>ВЫКЛ1 Блок. Конт. 3ф Вкл
00411	>ВЫКЛ1 3ф Откл	>ВЫКЛ1 Блок. Конт. 3ф Откл.
00413	>ВЫКЛ2 3ф Вкл	>ВЫКЛ2 Блок. Конт. 3ф Вкл
00414	>ВЫКЛ2 3ф Откл	>ВЫКЛ2 Блок. Конт. 3ф Откл.
00501	ОБЩИЙ ПУСК	Общий пуск защиты
00511	ОБЩЕЕ ОТКЛ	Общее отключение устройства
01601	>КвитОТКЛ	>Квитирование Отключения от устройства
01600	СРБ-прКвит	Отключ. от ус-ва с обязат. квитированием
00126	Защ ВКЛ/ОТК	Защита ВКЛ/ОТКЛ (через системный порт)
00576	IL1C1:	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 1
00577	IL2C1:	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 1
00578	IL3C1:	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 1
00579	IL1C2:	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 2
00580	IL2C2:	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 2
00581	IL3C2:	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 2
00582	I1:	Ток отключения (первичн) I1
00583	I2:	Ток отключения (первичн) I2
00584	I3:	Ток отключения (первичн) I3
00585	I4:	Ток отключения (первичн) I4
00586	I5:	Ток отключения (первичн) I5
00587	I6:	Ток отключения (первичн) I6
00588	I7:	Ток отключения (первичн) I7

2.2 Дифференциальная защита

Дифференциальная защита является основной функцией устройства. Принцип действия основан на сравнении токов. Устройство 7UT612 подходит для защиты трансформаторов, генераторов, двигателей, реакторов, коротких линий, и (при наличии достаточного количества аналоговых входов по току) для защиты узловых точек (схемы с небольшими шинами). Так же терминал может защищать блоки генератор-трансформатор.

Устройство 7UT612 так же может быть использовано в качестве однофазного дифференциального реле для защиты объектов с количеством сторон не более 7, например, в качестве защиты шин с 7 отходящими линиями.

Защищаемая зона селективно ограничивается трансформаторами тока.

2.2.1 Основные положения дифференциальной защиты

Формирование измеряемых величин зависит от применения дифференциальной защиты. В данном подразделе описывается общий метод функционирования дифференциальной защиты вне зависимости от типа защищаемого объекта. Рисунки приводятся в виде однолинейных схем. Особенности, относящиеся к различным типам защищаемого объекта рассматриваются в последующих разделах.

Принцип действия для двух сторон

Принцип действия основан на сравнении токов. Т.е. используется тот факт, что в нормальном режиме работы по обеим сторонам защищаемого объекта протекает одинаковый ток i (пунктирная линия на Рисунке 2-7 ниже). Этот ток втекает в одну сторону рассматриваемой зоны и вытекает с другой стороны. Разность токов является четким показателем наличия повреждения в этой зоне. Если коэффициент трансформации ТТ одинаков, то вторичные обмотки трансформаторов тока **СТ1** и **СТ2**, расположенных по концам линии, могут быть соединены для формирования вторичной замкнутой цепи со вторичным током I ; при этом измерительный орган **М**, включенный в точку электрического равновесия имеет значение тока, равное нулю в нормальном режиме работы.

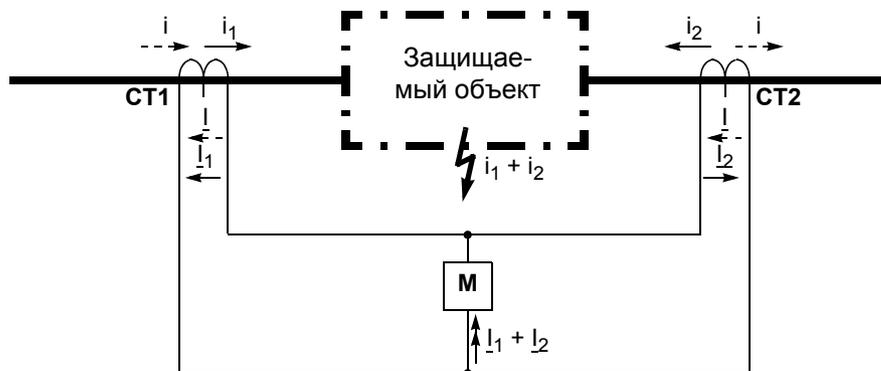


Рисунок 2-7 Принцип действия дифференциальной защиты для двух сторон (однолинейная схема)

При возникновении повреждения в зоне, ограниченной трансформаторами тока, ток $I_1 + I_2$ пропорциональный току повреждения $i_1 + i_2$ втекает с двух сторон в измерительный элемент. В результате простая схема, представленная на Рисунке 2-7, обеспечивает надежное срабатывание защиты, если ток повреждения, втекающий в защищаемую зону при повреждении, будет достаточно большим для срабатывания измерительного органа **М**.

Принцип действия для количества сторон больше двух

Для защищаемых объектов с числом сторон три и более или для сборных шин принцип действия дифференциальной защиты основан на том, что сумма всех токов, втекающих в защищаемый объект, равна нулю в нормальном режиме работы, в то время, как при возникновении повреждения указанная сумма равна току короткого замыкания (см. Рисунок 2-8, пример для четырехконцевого объекта).

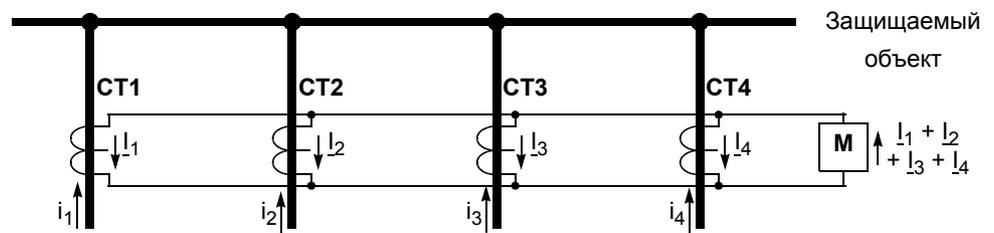


Рисунок 2-8 Принцип действия дифференциальной защиты для четырех сторон (однолинейная схема)

Торможение по току

Когда при внешнем повреждении через защищаемую зону протекает большой ток, разница характеристик намагничивания трансформаторов тока **СТ1** и **СТ2** при насыщении может вызвать протекание значительного тока через измерительный орган **М**. Если значение этого тока превышает соответствующее пороговое значение, защита может выдать сигнал на отключение. Торможение по току предотвращает неправильное действие такого рода.

В системах дифференциальной защиты для защищаемых объектов с двумя концами величина торможения обычно рассчитывается из разности токов $|I_1 - I_2|$ или из арифметической суммы $|I_1| + |I_2|$. Оба метода эквивалентны в определенных диапазонах характеристики торможения. Последний метод используется в 7UT612 для всех защищаемых объектов. Применимо следующее:

ток отключения или дифференциальный ток

$$I_{\text{дифф}} = |I_1 + I_2|$$

и ток стабилизации или торможения

$$I_{\text{торм}} = |I_1| + |I_2|$$

$I_{\text{дифф}}$ рассчитывается из измеряемого тока основной гармоники и обеспечивает величину эффекта отключения, $I_{\text{торм}}$ противодействует этому эффекту.

Для прояснения ситуации, необходимо принять три важных условия работы (см. также Рис. 2-9):

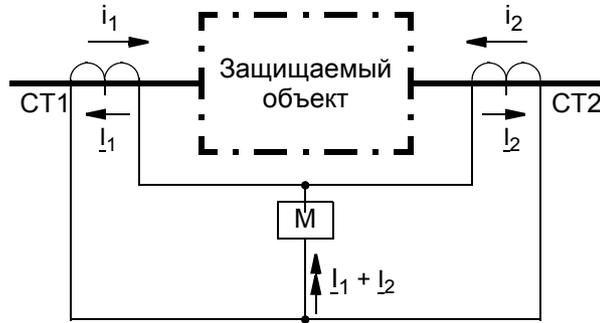


Рисунок 2-9 Определение направления тока

а) Ток, протекающий в условиях нормальной работы или при внешнем повреждении:

I_2 меняет свое направление, или знак, то есть $I_2 = -I_1$, и следовательно $|I_2| = |I_1|$

$$I_{\text{дифф}} = |I_1 + I_2| = |I_1 - I_1| = 0$$

$$I_{\text{торм}} = |I_1| + |I_2| = |I_1| + |I_1| = 2 \cdot |I_1|$$

нет срабатывания ($I_{\text{дифф}} = 0$); значение тока торможения ($I_{\text{торм}}$) равно удвоенному значению сквозного тока.

б) Внутреннее повреждение, подпитка с каждого из концов с равными токами:

в этом случае, $I_2 = I_1$, и следовательно $|I_2| = |I_1|$

$$I_{\text{дифф}} = |I_1 + I_2| = |I_1 + I_1| = 2 \cdot |I_1|$$

$$I_{\text{торм}} = |I_1| + |I_2| = |I_1| + |I_1| = 2 \cdot |I_1|$$

величина срабатывания ($I_{\text{дифф}}$) и торможения ($I_{\text{торм}}$) одинаковые и равны суммарному току повреждения.

с) Внутреннее повреждение, подпитка только с одного конца:

в этом случае, $I_2 = 0$

$$I_{\text{дифф}} = |I_1 + I_2| = |I_1 + 0| = |I_1|$$

$$I_{\text{торм}} = |I_1| + |I_2| = |I_1| + 0 = |I_1|$$

величина срабатывания ($I_{\text{дифф}}$) и торможения ($I_{\text{торм}}$) одинаковые и равны току подпитки повреждения с одной стороны.

Следовательно, при внутреннем повреждении $I_{\text{дифф}} = I_{\text{торм}}$. Следовательно, при внутреннем повреждении характеристика представляет собой прямую линию с наклоном 1 (45°) - показана на характеристике срабатывания на Рис. 2-10 в виде штрихпунктирной линии.

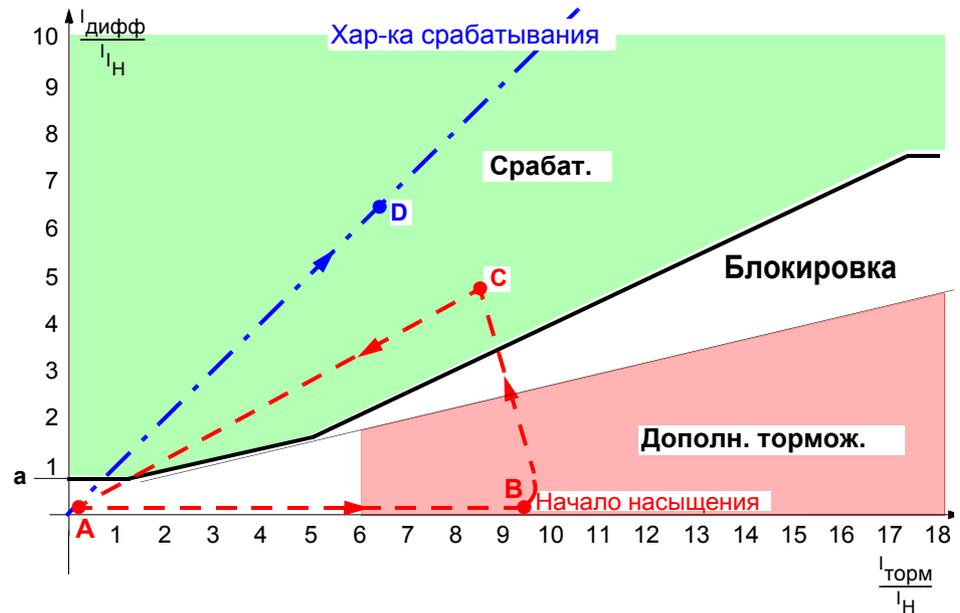


Рисунок 2-10 Характеристика отключения дифференциальной защиты и характеристика повреждения

Дополнительное торможение при внешних повреждениях

Насыщение трансформаторов тока, вызываемое большими токами повреждения и/или большими постоянными времени системы не является критическим при внутренних повреждениях (повреждениях в защищаемой зоне), потому что искажение измеряемой величины в равной мере присутствует и в дифференциальном токе, и в токе торможения. Характеристика повреждения, приведенная на Рис. 2-10, также подходит и для этого случая. Конечно, ток основной гармоники должен превышать порог срабатывания (ветвь а на Рис. 2-10).

При внешнем повреждении, которое вызывает протекание больших сквозных токов, приводящих к насыщению ТТ, может появиться значительный дифференциальный ток, особенно, когда степень насыщения по обеим сторонам различается. Если величины $I_{\text{дифф}}/I_{\text{торм}}$ находятся в рабочей точке, которая лежит в области отключения рабочей характеристики (Рис. 2-10), то, если не будут приняты особые меры, может привести к срабатыванию защиты и выдаче сигнала на отключение.

В устройстве 7UT612 предусмотрен специальный индикатор насыщения, который определяет это явление и вводит в действие дополнительные стабилизационные измерения. Индикатор насыщения учитывает динамические характеристики дифференциальной величины и величины торможения.

Пунктирной линией на Рис. 2-10 показан пример формы мгновенных величин при насыщении ТТ с одной стороны сквозными токами повреждения.

Сразу после возникновения внешнего повреждения (**A**), токи повреждения увеличиваются значительно и при этом возникает большая величина торможения (вдвое больше протекающего тока). В момент насыщения ТТ (**B**) дифференциальная величина увеличивается, а величина торможения уменьшается. Вследствие этого рабочая точка $I_{\text{дифф}}/I_{\text{торм}}$ может сместиться в область отключения (**C**).

И наоборот, рабочая точка сразу же сдвигается вдоль характеристики повреждения (**D**) при возникновении внутреннего повреждения, поскольку ток торможения будет немного больше, чем дифференциальный ток.

Насыщение ТТ при внешних повреждениях обнаруживается по большому начальному току торможения, который передвигает рабочую точку в область “дополнительного торможения” (см. Рис.2-10). Детектор насыщения работает в течение первой четверти периода промышленной частоты после начала повреждения. При обнаружении внешнего повреждения дифференциальная защита блокируется на выбранное время. Блокировка прекращается как только рабочая точка устойчиво перемещается (т.е. более хотя бы одного цикла) к характеристике повреждения. Это позволяет надежно определять развивающиеся повреждения в защищаемой зоне даже после внешнего повреждения с насыщением трансформатора тока.

Торможение по гармоникам

При подключении ненагруженных трансформаторов или шунтирующих реакторов к шинам под напряжением, может возникнуть большой ток намагничивания (бросок тока намагничивания). Эти броски тока создают дифференциальные величины, как в случае повреждения, при питании с одного конца. Также включении трансформаторов на параллельную работу или при перевозбуждении силового трансформатора из-за токов намагничивания, вызванных увеличением напряжения и/или понижением частоты, могут появляться дифференциальные величины.

Бросок тока намагничивания может быть в несколько раз больше номинального тока и характеризуется значительным содержанием второй гармоники (удвоенной номинальной частоты), которая практически отсутствует при КЗ. Если составляющая второй гармоники превышает выбранную пороговую величину, то срабатывание блокируется.

Кроме второй гармоники, для осуществления блокировки, может быть выбрана и другая гармоника, например, третья или пятая.

Перевозбуждение железа трансформатора характеризуется наличием нечетных гармоник. Поэтому третья или пятая гармоники подходят для определения этого явления. Но поскольку третья гармоника в трансформаторах часто исключается (например, в обмотке, соединенной в треугольник), более предпочтительным будет использование пятой.

Кроме того, в случае выпрямительных трансформаторов нечетные гармоники не присутствуют при внутренних повреждениях трансформатора.

Дифференциальные величины анализируются на наличие гармоник. Для выполнения анализа дифференциальных токов используются цифровые фильтры Фурье. Как только содержание гармоник превышает заданные пороговые значения, запускается торможение в соответствующей фазе. Алгоритмы фильтрации оптимизированы для переходных процессов, таким

образом не требуется дополнительных измерений для стабилизации в динамических условиях.

Поскольку торможение по гармоникам работает пофазно, то защита полностью работоспособна, даже когда, например, трансформатор включается на однофазное повреждение, тогда как броски тока могут присутствовать в одной из неповрежденных фаз. Однако, возможен режим работы защиты, когда блокируется не только фаза, в которой обнаружено превышение содержания гармоники в броске тока, но также и другие фазы соответствующей ступени (так называемая "перекрестная блокировка"). Эта перекрестная блокировка может вводиться на выбранное время.

Быстрое отключение без торможения при больших токах повреждения

Повреждения с большим уровнем тока в защищаемой зоне могут быть отключены мгновенно без учета величины тока торможения, когда величина дифференциальных токов исключает возможность внешнего повреждения. В случае защиты объектов с большим сопротивлением (трансформаторы, генераторы, последовательные реакторы), можно использовать пороговую величину, которая не может быть превышена в случае внешнего повреждения. Эта пороговая величина, например для силового трансформатора равна

$$\frac{1}{U_{K \text{ трансф}}} \cdot I_{\text{Нтрансф}}$$

Дифференциальная защита 7UT612 имеет такую ступень быстрого отключения без торможения. Эта ступень может работать даже в том случае, когда, например, в дифференциальном токе присутствует значительная величина второй гармоники, возникшая благодаря насыщению трансформатора тока составляющей постоянного тока в токе повреждения, и которая может быть интерпретирована как бросок тока.

Эта ступень с высоким током оценивает основную гармонику токов и мгновенные величины. Обработка мгновенных величин обеспечивает быстрое отключение даже в случае, когда основная гармоника тока сильно уменьшена из-за насыщения трансформатора тока. Поскольку после возникновения повреждения возможно наличие апериодической составляющей, то ступень, использующая мгновенные значения, работает только если пороговое значение превышено более, чем в два раза.

Увеличение значения срабатывания при пуске

Увеличение значения срабатывания особенно подходит для двигателей. В отличие от броска тока намагничивания трансформатора, бросок тока в двигателях является сквозным. Дифференциальные токи, однако, могут появиться, если трансформаторы тока перед включением имели различную остаточную намагниченность. Следовательно, трансформаторы намагничиваются из различных точек их характеристик намагничивания. Хотя обычно дифференциальные токи малы, они могут оказаться нежелательными, если дифференциальная защита очень чувствительна.

Увеличение значения срабатывания при пуске обеспечивает дополнительную надежность, не допуская излишнего срабатывания при включении защищаемого объекта. Как только ток торможения одной фазы падает ниже установленной величины **I-ТОРМ ПУСКА**, активизируется увеличение величины срабатывания. Ток торможения вдвое превышает поперечный ток при нормальной работе. Поэтому недостаточный ток торможения является критерием того, что защищаемый объект не находится под напряжением. Значение пуска **I-Дифф>** теперь будет увеличено на заданный коэффициент (см. Рис. 2-11). Остальные отрезки характеристики ступени $I_{\text{дифф}}>$ будут перемещены пропорционально.

Новое появление тока торможения означает пуск. После заданной выдержки времени **T ПУСК МАКС** увеличение характеристики отменяется.

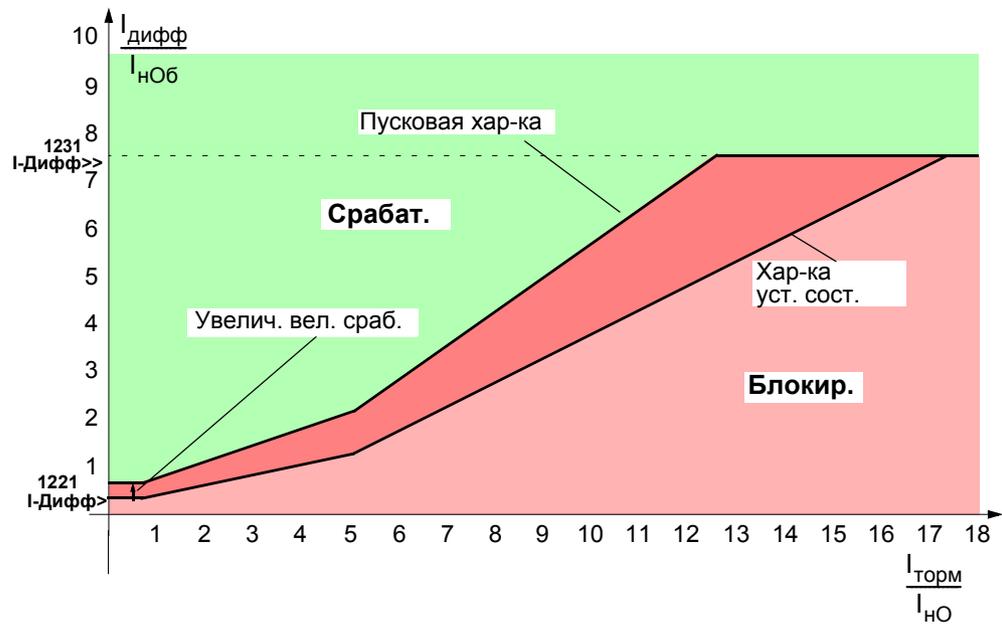


Рисунок 2-11 Увеличение значения срабатывания при пуске

Характеристика отключения

На Рис. 2-12 приведена полная характеристика отключения дифференциальной защиты. Участок **a** представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (уставка **I-Дифф>**), учитывающий токовые помехи, такие как токи намагничивания.

Отрезок **b** учитывает погрешности, пропорциональные току, которые могут появляться из-за погрешностей основных ТТ или входных ТТ устройства или погрешности, вызванные влиянием переключателя положений в трансформаторах с РПН.

В диапазоне больших токов, которые могут приводить к возрастанию насыщения трансформаторов тока, производится добавочное торможение, имеющее место на участке **c**.

При наличии дифференциальных токов выше участка **d**, команда на отключение выдается мгновенно, вне зависимости от тока торможения и наличия гармоник (уставка **I-Дифф>>**). Это зона, в которой осуществляется "Быстрое отключение без торможения при больших токах повреждения" (см. выше).

Область, в которой производится “дополнительное торможение” является рабочей областью индикатора насыщения, как описано выше под заголовком “Дополнительное торможение при внешних повреждениях”.

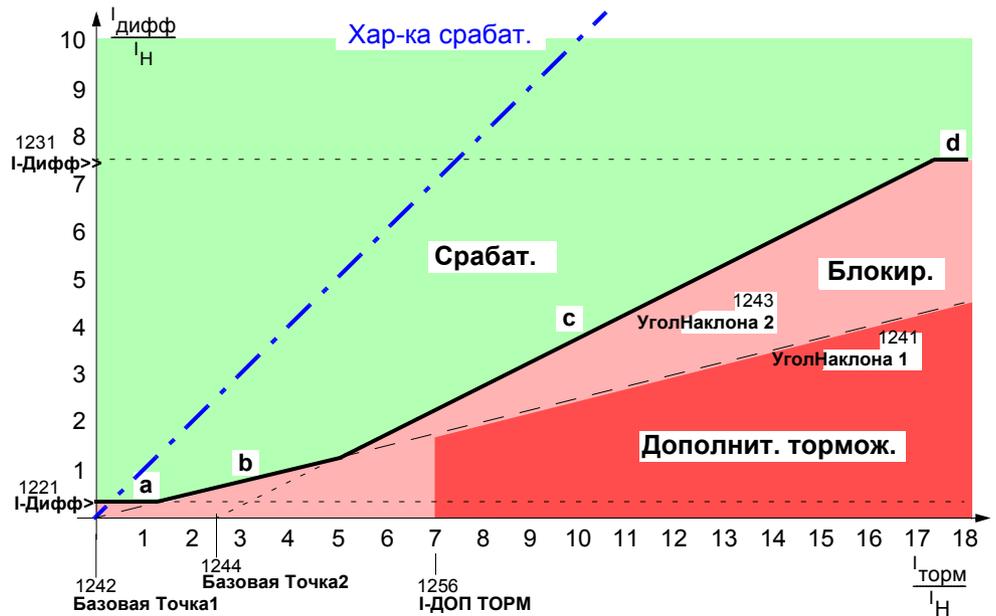


Рисунок 2-12 Характеристика отключения дифференциальной защиты

Токи $I_{\text{дифф}}$ и $I_{\text{торм}}$ сравниваются функцией дифференциальной защиты с рабочей характеристикой в соответствии с Рис. 2-12. Если величины находятся в области срабатывания, то выдается сигнал на отключение.

Обнаружение повреждения, возврат

Обычно дифференциальная защита не нуждается в функциях “срабатывания” или “обнаружения повреждения”, поскольку условие для определения повреждения идентично условию для отключения. Однако, устройство 7UT612, как и все устройства SIPROTEC, имеет функцию определения повреждения, которая определяет момент возникновения повреждения для некоторых других функций: Обнаружение повреждения указывает на начало события повреждения в энергосистеме. Это необходимо для открытия буфера протокола отключений и выделения памяти для сохранения данных осциллографирования. Кроме того, внутренним функциям необходимо знать момент возникновения повреждения, даже в случае внешнего повреждения, например, для функции индикации насыщения которая срабатывает, как раз в случае внешнего повреждения.

Как только значение основной гармоники дифференциального тока превышает приблизительно 70% от уставки или ток торможения достигает 70% области

дополнительного торможения, защита пускается (Рис. 2-13). Срабатывание дифференциальной отсечки, также нуждается в функции обнаружения повреждения.

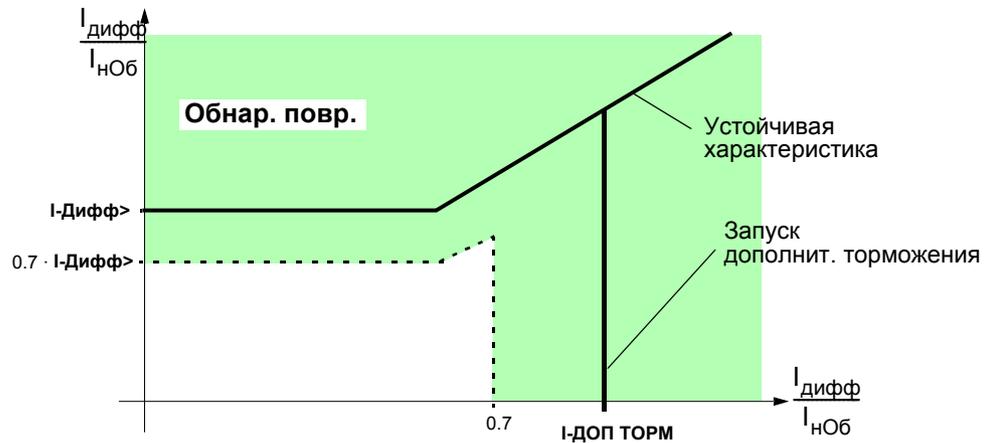


Рисунок 2-13 Область определения повреждения дифференциальной защиты

Если гармоническое торможение введено уставками, то для определения условий торможения производится гармонический анализ (приблизительно один цикл переменного тока). В противном случае, отключение будет происходить как только будут удовлетворены условия отключения (см. область срабатывания на Рис. 2-12).

В особых случаях команду отключения можно задержать.

На Рисунке 2-14 показана упрощенная логическая схема отключения.

Сброс пуска происходит, если в течение 2 циклов переменного тока функция срабатывания больше не распознает дифференциальных величин, т.е. дифференциальный ток падает ниже 70% от величины уставки, и не присутствует других условий отключения.

Если команда отключения не была выдана, то после сброса, повреждение считается ликвидированным.

Если команда отключения была выдана, то она удерживается хотя бы в течении минимальной длительности отключения, которая устанавливается в общих данных защиты, общих для всех функций защиты (см. подраздел 2.1.2 под заголовком “Длительность команды отключения”, стр. 32).

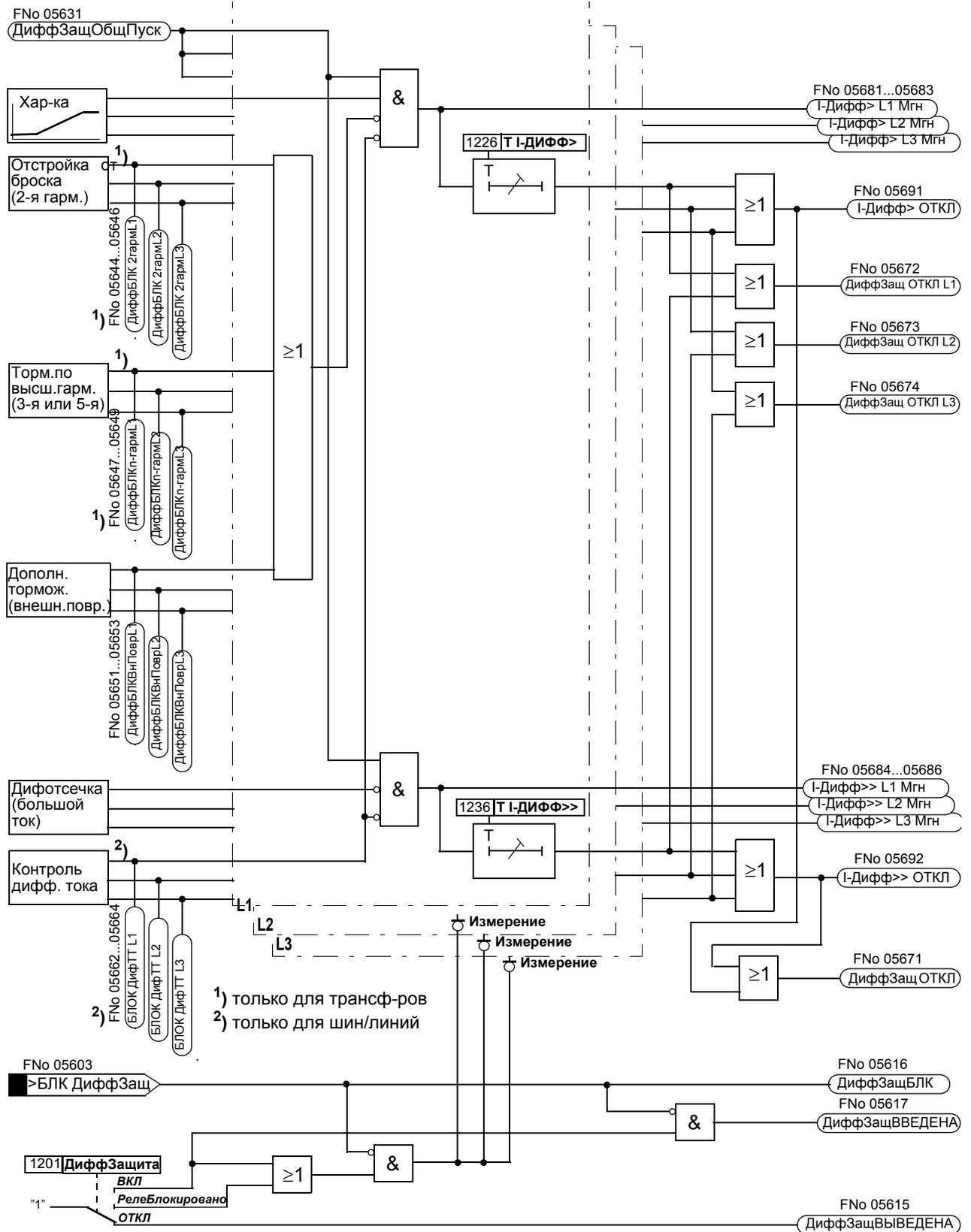


Рисунок 2-14 Логика отключения дифференциальной защиты

2.2.2 Дифференциальная защита трансформаторов

Приведение измеряемых величин

Обычно, при протекании тока через силовые трансформаторы, вторичные токи его трансформаторов тока не равны, но они зависят от коэффициента трансформации и группы соединений обмоток защищаемого силового трансформатора, и номинальных токов ТТ, установленных по обоим сторонам силового трансформатора. Для того, чтобы можно было сравнивать токи, необходимо выполнить их приведение.

Приведение значений для различных коэффициентов силовых трансформаторов, трансформаторов тока, сдвига фаз в соответствии с группой соединения обмоток защищаемого трансформатора выполняется чисто математически. Как правило, внешние выравнивающие трансформаторы не требуются.

Входные токи преобразуются относительно номинального тока силового трансформатора. Это достигается путем ввода в устройство защиты номинальных данных трансформатора, таких как номинальная мощность, номинальное напряжение и номинальные первичные токи трансформаторов тока.

Как только была введена группа соединения обмоток, устройство защиты может провести сравнение токов в соответствии с конкретной формулой.

Преобразование токов выполняется с помощью запрограммированных матриц коэффициентов, которые моделируют дифференциальные токи в обмотках трансформатора. Возможен учет всех векторных групп (включая чередование фаз). С этой точки зрения также важно учитывать режим заземления нейтрали (нейтралей) силового трансформатора.

Изолированная нейтраль

На Рис. 2-15 приведен пример для силового трансформатора со схемой обмоток Yd5 (звезда - треугольник со смещением фаз на 150 °) с изолированной нейтралью. На рисунке приведены обмотки и векторные диаграммы симметричных токов, а внизу, матричное выражение. Основная формула:

$$(I_m) = k \cdot (K) \cdot (I_n)$$

где

(I_m) – матрица приведенных токов I_A, I_B, I_C ,

k – постоянный коэффициент,

(K) – матрица коэффициентов, зависящая от группы соединения обмоток,

(I_n) – матрица фазных токов I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} .

Для левой обмотки (треугольник) приведенные токи I_A, I_B, I_C получаются из разности фазных токов I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} . Для правой стороны (звезда) приведенные токи равны фазным токам (приведение амплитуды не учитывается).

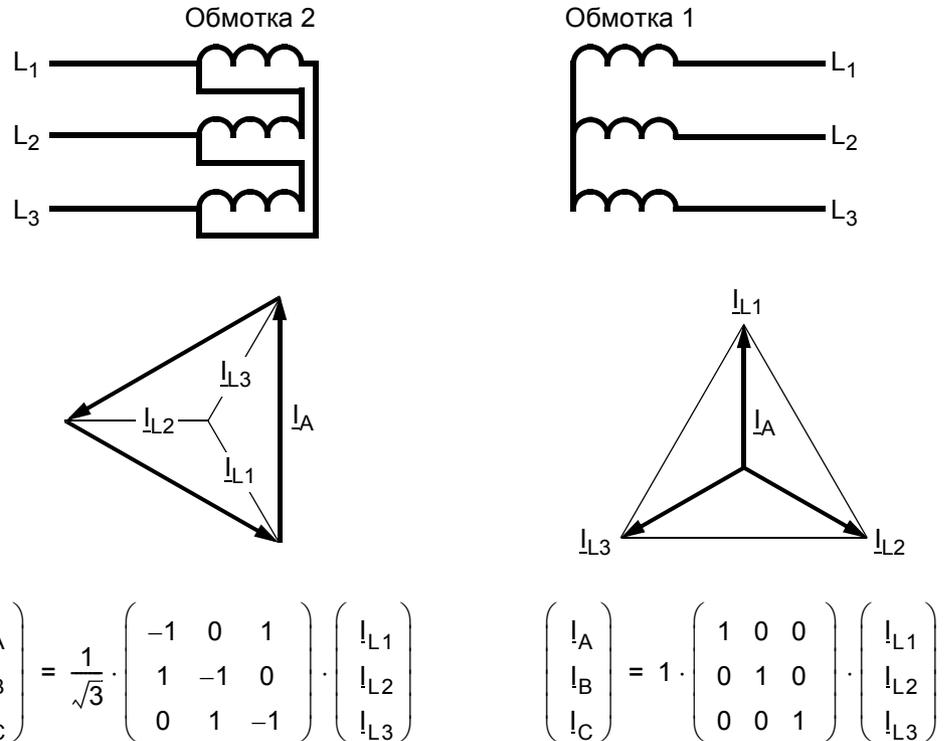


Рисунок 2-15 Приведение векторной группы трансформатора, пример для Yd5 (приведение амплитуд не рассматривается)

Заземленная нейтраль

На Рис. 2-16 проиллюстрирован пример для трансформатора со схемой соединения обмоток YNd5 с заземленной нейтралью на стороне -Y.

В этом случае происходит исключение токов нулевой последовательности. Слева, токи нулевой последовательности компенсируют друг друга вследствие расчета разности токов. Это соответствует утверждению, что ток нулевой последовательности не выходит из обмотки, соединенной в треугольник (замыкается в ней). Справа, ток нулевой последовательности устраняется с помощью правила расчета матрицы, например

$$\frac{1}{3} \cdot (2 I_{L1} - 1 I_{L2} - 1 I_{L3}) = \frac{1}{3} \cdot (3 I_{L1} - I_{L1} - I_{L2} - I_{L3}) = \frac{1}{3} \cdot (3 I_{L1} - 3 I_0) = (I_{L1} - I_0).$$

Исключение тока нулевой последовательности достигается тем, что токи повреждения, которые протекают через трансформатор при замыкании на землю в системе при расположении точки заземления в защищаемой зоне (нейтрали трансформатора или формирования нейтрали с помощью реактора в нейтрали), не оказывают вредного влияния без каких-либо специальных внешних измерений. Согласно, например, Рисунку 2-17: В виду того, что нейтраль заземлена, ток нулевой последовательности появляется с правой, а не с левой стороны при повреждении в системе. Сравнение фазных токов без вычитания токов НП может привести к ошибочным результатам (когда несмотря на то, что замыкание внешнее, разность токов не равна нулю).

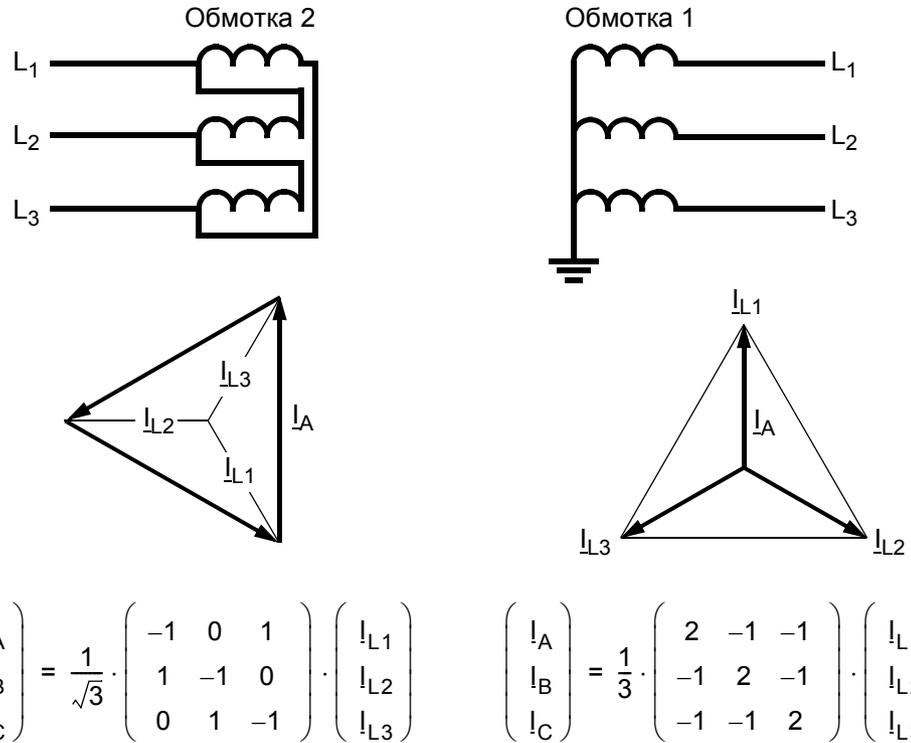


Рисунок 2-16 Приведение группы соединения обмоток трансформатора, пример для YNd5 (амплитуды не учитываются)

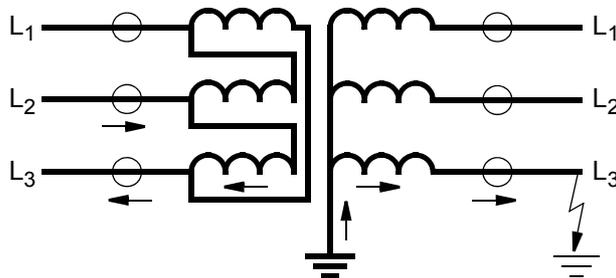


Рисунок 2-17 Пример замыкания на землю вне защищаемой зоны с распределением токов

На Рисунке 2-18 показан пример замыкания на землю на стороне треугольника *вне* защищаемой зоны, если заземляющий реактор (обмотка, соединенная в зигзаг) установлен *в* защищаемой зоне. При такой схеме ток нулевой последовательности появляется справа, а не слева, как было указано выше. Если бы заземляющий реактор находился *вне* защищаемой зоны (т.е. ТТ стоял бы между силовым трансформатором и заземляющим реактором) ток нулевой последовательности не проходил бы через точку замера (ТТ) и не оказывал бы никакого воздействия.

Недостатком исключения тока нулевой последовательности является то, что защита становится менее чувствительной (с коэффициентом $\frac{2}{3}$), потому что ток нулевой последовательности при замыкании на землю в защищаемой зоне

равен $1/3$. Следовательно, ток нулевой последовательности не нужно исключать, если нейтраль не заземлена (см. Рисунок 2-15).

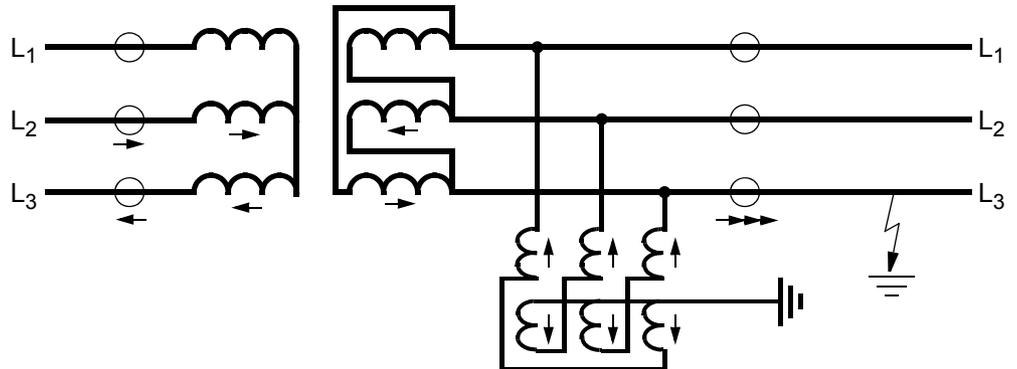


Рисунок 2-18 Пример замыкания на землю вне защищаемого трансформатора с заземляющим реактором в нейтрали, расположенным в зоне защиты.

Увеличение чувствительности при замыканиях на землю

Высокой чувствительности к замыканиям на землю в случае заземленной нейтрали можно достичь, если доступен ток, протекающий в нейтрали, т.е. если трансформатор тока установлен в нейтрали и ток от него подводится к устройству (вход по току I_7).

На Рис. 2-19 приведен пример силового трансформатора, нейтраль которого заземлена на стороне - Y. В этом случае ток нулевой последовательности не исключается. Вместо этого, к каждому фазному току добавляется $1/3$ тока нейтрали I_{SP} .

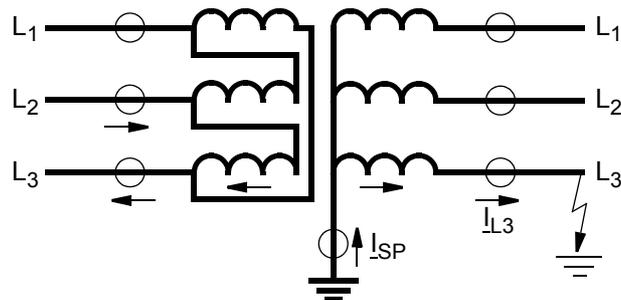


Рисунок 2-19 Пример замыкания на землю вне трансформатора с распределением токов

Матричное выражение в данном случае выглядит следующим образом:

I_{SP} соответствует $-3I_0$ но он измеряется в нейтрали обмотки, а не в фазах. Ток нулевой последовательности присутствует в случае *внутреннего* повреждения

$$\begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{L1} \\ I_{L2} \\ I_{L3} \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} I_{SP} \\ I_{SP} \\ I_{SP} \end{pmatrix}$$

(из $I_0 = -1/3 I_{SP}$), тогда как в случае *внешнего* повреждения ток нулевой последовательности исключается, поскольку он компенсируется током, втекающим в нейтраль $I_0 = 1/3 \cdot (I_{L1} + I_{L2} + I_{L3})$. Таким образом, при замыканиях на землю в защищаемой зоне достигается практически полная чувствительность (с током нулевой последовательности) и полное устранение тока нулевой последовательности при внешних повреждениях.

При замыканиях на землю в защищаемой зоне возможна даже большая чувствительность, обеспечиваемая защитой от замыканий на землю с ограниченной зоной (Раздел 2.3).

Использование устройства для защиты автотрансформаторов

Автотрансформаторы имеют схему соединения обмоток только Y(N)u0. Если нейтраль автотрансформатора заземлена, то это отражается на обеих сторонах системы (высшего и низшего напряжений). Величины нулевой последовательности обеих частей системы объединены общей нейтралью. В случае замыкания на землю распределение токов замыкания двусмысленно и расчет их не может быть произведен на основе свойств трансформатора. Величина и распределение токов также зависят от наличия стабилизирующей обмотки.

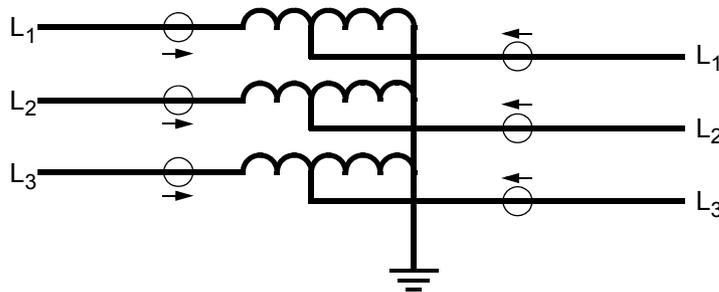


Рисунок 2-20 Автотрансформатор с заземленной нейтралью

Для дифференциальной защиты ток нулевой последовательности должен исключаться. Это достигается применением специальных матриц с исключением тока нулевой последовательности.

Уменьшение чувствительности из-за исключения тока нулевой последовательности не может быть компенсировано учетом тока, протекающего в нейтрали. Этот ток не может быть привязан как ни к одной из фаз трансформатора, так ни к одной из его сторон.

Наибольшая чувствительность при внутренних замыканиях на землю может быть достигнута при использовании ограниченной защиты от замыканий на землю, описанной в подразделе 2.3 и/или высокоомной дифференциальной защиты, описанной в подразделе 2.7.2.

Использование устройства для защиты однофазных трансформаторов

Однофазные трансформаторы могут быть спроектированы с одной или двумя обмотками на каждую сторону, в последнем случае, фазы обмоток могут быть намотаны на один или два магнитопровода. Для обеспечения возможности оптимального приведения токов всегда необходимо использовать два измерительных токовых входа, даже если в каждой фазе установлен только один трансформатор тока. Токи подводятся ко входам L1 и L3 устройства; далее в тексте они обозначаются как I_{L1} и I_{L3} .

Если имеются две обмотки на фазу, то их можно подключить как последовательно (что соответствует соединению в звезду), так параллельно (что соответствует соединению в треугольник). Сдвиг фаз между обмотками может быть равен только 0° или 180° . На Рисунке 2-21 показан пример однофазного силового трансформатора с двумя фазами на каждую сторону с определением направления протекания токов.

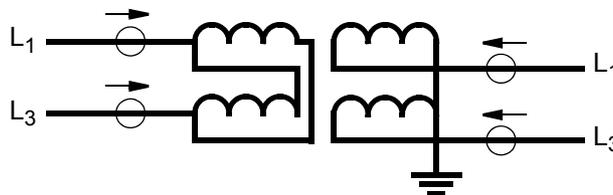


Рисунок 2-21 Пример однофазного трансформатора с указанием направления токов

Как и для трехфазных силовых трансформаторов, приведение токов выполняется с помощью запрограммированной матрицы коэффициентов, которая моделирует дифференциальные токи в обмотках трансформатора. Общий вид уравнений имеет вид:

$$(I_m) = k \cdot (K) \cdot (I_n)$$

где

- (I_m) – матрица приведенных токов I_A, I_C ,
- k – постоянный коэффициент,
- (K) – матрица коэффициентов,
- (I_n) – матрица фазных токов I_{L1}, I_{L3} .

Поскольку сдвиг фаз между обмотками может быть равен только 0° или 180° , то для приведения необходимо учесть только ток нулевой последовательности (кроме приведения амплитуд). Если “нейтраль” защищаемой обмотки трансформатора не заземлена (на Рисунке 2-21 слева), можно использовать непосредственно фазные токи.

Если “нейтраль” заземлена (на Рисунке 2-21 справа), то ток нулевой последовательности должен быть исключен с помощью разности токов. Таким образом, токи повреждения, которые протекают через трансформатор при внешних замыканиях на землю в случае, если точка заземления лежит в защищаемой зоне (нейтраль трансформатора), исключаются без каких-либо специальных внешних измерений.

Матричные уравнения (Рис. 2-21):

$$\begin{pmatrix} I_A \\ I_C \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{L1} \\ I_{L3} \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} I_A \\ I_C \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{L1} \\ I_{L3} \end{pmatrix}$$

Недостатком исключения тока нулевой последовательности является то, что защита становится менее чувствительной (с коэффициентом $1/2$), потому что ток нулевой последовательности при замыкании на землю в защищаемой зоне равен $1/2$. Можно получить более высокую чувствительность к замыканиям на землю, если доступен "ток в нейтрали", т.е. если ТТ установлен в заземленной "нейтрали" и этот ток подключен к устройству (вход по току I_7).

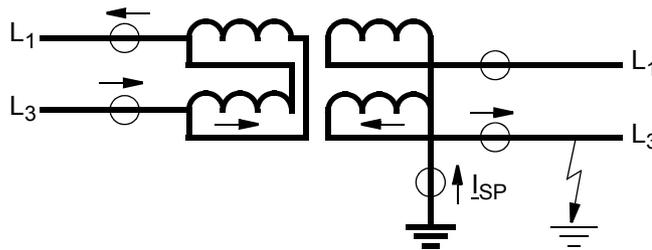


Рисунок 2-22 Пример замыкания на землю вне однофазного трансформатора с распределением токов

В этом случае матрицы выглядят следующим образом:

$$\begin{pmatrix} I_A \\ I_C \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{L1} \\ I_{L3} \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} I_A \\ I_C \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_{L1} \\ I_{L3} \end{pmatrix} + \frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} I_{SP} \\ I_{SP} \end{pmatrix}$$

где I_{SP} - ток, измеряемый в "нейтрали".

Ток нулевой последовательности не исключается. Вместо этого, к каждому фазному току добавляется $1/2$ тока нейтрали I_{SP} . В результате ток нулевой последовательности учитывается при *внутреннем* замыкании на землю (исходя из $I_0 = -1/2 I_{SP}$), а при *внешнем* повреждении ток нулевой последовательности исключается, потому что ток на стороне зажимов $I_0 = 1/2 \cdot (I_{L1} + I_{L3})$ компенсирует ток в нейтрали. Таким образом, при внутренних замыканиях на землю достигается практически полная чувствительность (с током нулевой последовательности) и полное устранение тока нулевой последовательности при внешних повреждениях.

2.2.3 Дифференциальная защита генераторов, двигателей и последовательных реакторов

Приведение измеряемых величин

Для генераторов, двигателей и последовательных реакторов подходят одинаковые условия. Защищаемая зона ограничивается трансформаторами тока на каждой стороне защищаемого объекта. На генераторах и двигателях ТТ устанавливаются в нейтрали и на стороне выводов (см. Рис. 2-23). Поскольку обычно за положительное направление протекания токов принимается

направление в сторону защищаемого объекта, то для схемы дифференциальной защиты токи распределяются как показано на Рис. 2-23.

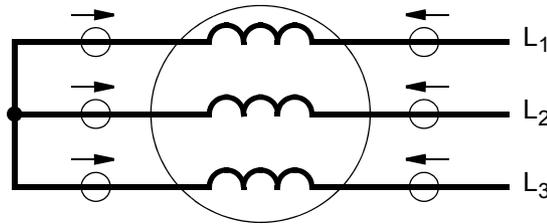


Рисунок 2-23 Определение направления токов для продольной дифференциальной защиты

В устройстве 7UT612 все измеряемые величины приводятся к номинальным величинам защищаемого объекта. В устройство заводится информация о номинальных параметрах объекта: номинальная полная мощность, номинальное напряжение и номинальные токи трансформаторов тока. Приводимые измеряемые величины уменьшаются благодаря коэффициентам амплитуды.

Особым случаем является использование устройства в качестве поперечной дифференциальной защиты. Определение направления токов для данного применения показано на Рисунке 2-24.

При использовании в качестве поперечной дифференциальной защиты, защищаемая зона ограничивается концами параллельных фаз. Дифференциальный ток появляется тогда и только тогда, когда токи двух параллельных обмоток отличаются один от другого. Это означает наличие тока повреждения в одной из параллельных фаз.

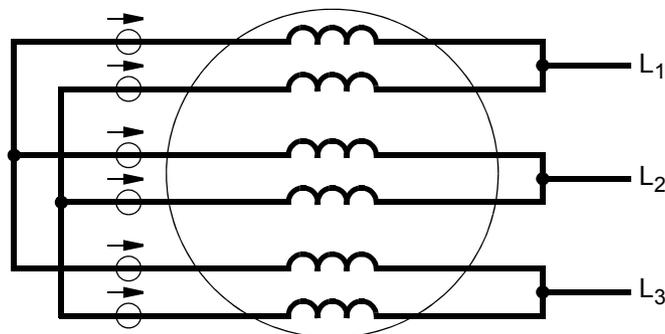


Рисунок 2-24 Определение направления токов для поперечной дифференциальной защиты

В отличие от всех других применений, в данном случае токи втекают в защищаемый объект даже при нормальной работе. По этой причине полярность *одного* трансформатора тока необходимо проинвертировать, т.е. вы должны задать “неверную” полярность, как описано в подразделе 2.1.2 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для 2 сторон”, страница 27.

**Режим работы
нейтрали**

Если дифференциальная защита используется для защиты генератора или двигателя, то нет необходимости учитывать режим работы нейтрали, даже если нейтраль объекта заземлена (через большое или малое сопротивление). При внешнем замыкании фазные токи в обеих точках измерения всегда равны. При внутренних повреждениях ток повреждения всегда формирует дифференциальный ток.

Тем не менее, наибольшая чувствительность при внутренних замыканиях на землю может быть достигнута при использовании ограниченной защиты от замыканий на землю, описанной в подразделе 2.3 и/или высокоомной дифференциальной защиты, описанной в подразделе 2.7.2.

2.2.4 Дифференциальная защита шунтирующих реакторов

Если трансформаторы тока имеются в каждой фазе по обеим сторонам шунтирующего реактора, то принимаются те же самые рассуждения, что и для последовательно включаемых реакторов (см. подраздел 2.2.3).

В большинстве случаев трансформаторы тока устанавливаются в фазах и в нейтрали (см. Рисунок 2-25 слева). В этом случае разумно использовать сравнение токов нулевой последовательности. В этом случае наиболее подходит защита от замыканий на землю с ограниченной зоной (см. подраздел 2.3).

Если трансформаторы тока установлены в линии по обеим сторонам точки подключения реактора (Рис. 2-25 справа), то применяются те же условия, что и для автотрансформаторов.

Заземляющий реактор в нейтрали вне защищаемой зоны силового трансформатора можно расценивать как отдельный защищаемый объект, если он оборудован трансформаторами тока как шунтирующий реактор. Разница в том, что формирователь нейтрали обладает низким сопротивлением токам нулевой последовательности.

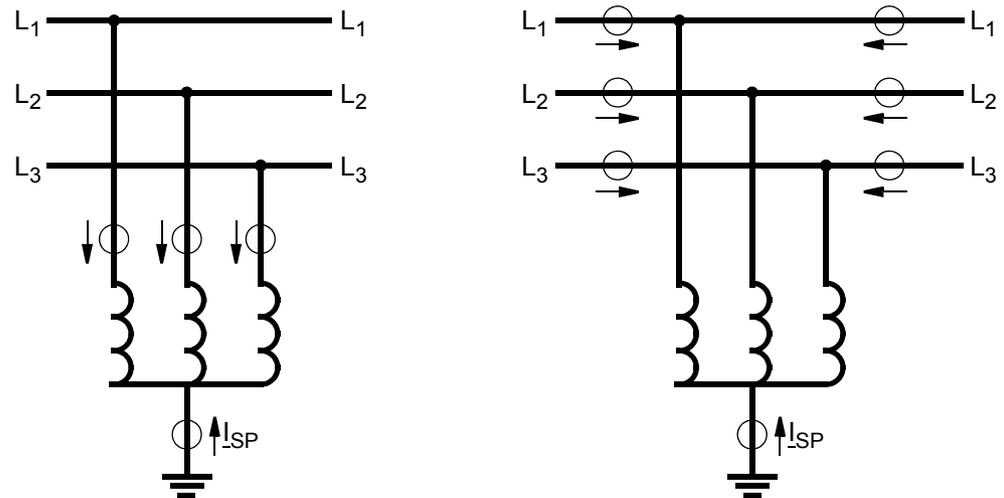


Рисунок 2-25 Определение направления токов для шунтирующего реактора

2.2.5 Дифференциальная защита небольших шин, ответвлений и коротких линий

Здесь точки разветвления определяются как трехфазный участок проводника, который ограничен установленными группами трансформаторов тока (что, строго говоря, не является ответвлением). Например, это короткие ошиновки или небольшие сборные шины (Рис. 2-26). Данный вариант дифференциальной защиты не подходит для защиты трансформаторов; для защиты трансформаторов используйте функцию “Дифференциальная защита трансформаторов” (см. подраздел 2.2.2). Для других индуктивностей, таких как включаемые последовательно реакторы или шунтирующие реакторы, дифференциальную защиту шин использовать не следует из-за ее низкой чувствительности.

Этот режим работы подходит также и для коротких линий или кабелей. “Короткая” линия означает, что цепи подключения трансформаторов тока к устройству не вызывают недопустимой для трансформаторов тока вторичной нагрузки. С другой стороны, емкостные токи не влияют на работу дифференциальной защиты, потому что при таком режиме работы она обычно менее чувствительна.

Поскольку обычно за положительное направление протекания токов принимается направление в сторону защищаемого объекта, то для схемы дифференциальной защиты токи распределяются как показано на Рис. 2-26 и 2-27.

Если терминал 7UT612 используется в качестве дифференциальной защиты мини-шин или коротких линий, все токи приводятся к номинальному току защищаемых шин или линии. Для этого в устройство должны быть введены необходимые уставки. Приводимые измеряемые величины уменьшаются благодаря коэффициентам амплитуды. Если группы трансформаторов тока по концам защищаемой зоны имеют различные первичные токи, то, как правило, внешних выравняющих устройств не требуется.

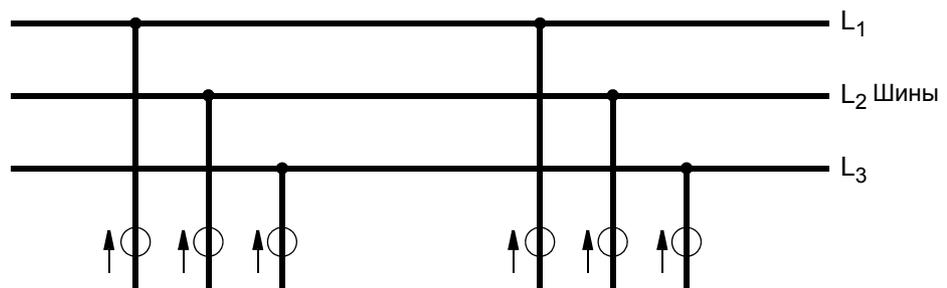


Рисунок 2-26 Определение направления токов в точке разветвления (шины с двумя присоединениями)

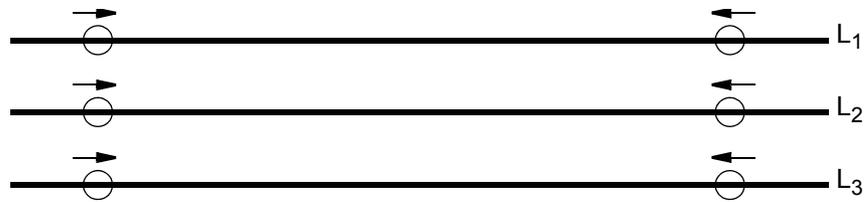


Рисунок 2-27 Определение направления токов для коротких линий

Контроль дифференциального тока

В то время как для дифференциальной защиты трансформаторов, реакторов и вращающихся машин обычно требуется высокая чувствительность для определения малых токов повреждения, то при повреждениях на шинах или коротких линиях ожидаются большие токи повреждений, и таким образом, допускается более высокий порог срабатывания (выше номинального тока). Это позволяет вести непрерывный контроль дифференциальных токов небольших значений. Малый дифференциальный ток в диапазоне рабочих токов означает повреждение во вторичных цепях трансформаторов тока.

Этот контроль осуществляется пофазно. Когда при нормальных нагрузочных режимах из-за нагрузочного тока присоединения появляется дифференциальный ток, то это является показателем отсутствия вторичного тока, т.е. повреждения во вторичных цепях (короткое замыкание или обрыв). Об этом условии сообщается с выдержкой времени. В то же время дифференциальная защита блокируется в соответствующей фазе.

Контроль тока присоединения

Для защиты небольших шин или коротких линий используется еще одна дополнительная функция. Этот контроль тока присоединения контролирует токи в каждой фазе на каждой стороне защищаемого объекта. При этом обеспечивается дополнительное условие отключения. Команда отключения выдается только когда по крайней мере один из этих токов превысит определенное (задаваемое уставкой) пороговое значение.

2.2.6 Однофазная дифференциальная защита шин

Кроме высокочувствительного входа по току I_g , устройство 7UT612 имеет 7 одинаковых входов по току, что позволяет использовать его в качестве однофазной защиты шин с 7 отходящими линиями.

Существует два варианта применения:

1. Для каждой фазы используется одно устройство 7UT612 (Рис. 2-28). Каждая из фаз всех фидеров шин подводится к своему, установленному на фазе устройству.
2. Фазные токи каждого присоединения суммируются в однофазный ток (Рис. 2-29). Эти токи подводятся к одному устройству 7UT612.

Пофазное подключение

В случае однофазного подключения, на каждую фазу устанавливается одно устройство 7UT612. Чувствительность одинакова для всех типов повреждений.

Дифференциальная защита приводит все измеряемые величины к номинальному току защищаемого объекта. Поэтому для шин, определяется

общий номинальный ток, даже если ТТ, установленные на фидерах, имеют различные номинальные токи. В терминал должны быть введены номинальные токи шин и каждого из фидеров. Выравнивание величин токов выполняется в устройстве. Никаких внешних выравнивающих устройств не требуется, даже если группы трансформаторов тока по концам защищаемой зоны имеют различные первичные токи.

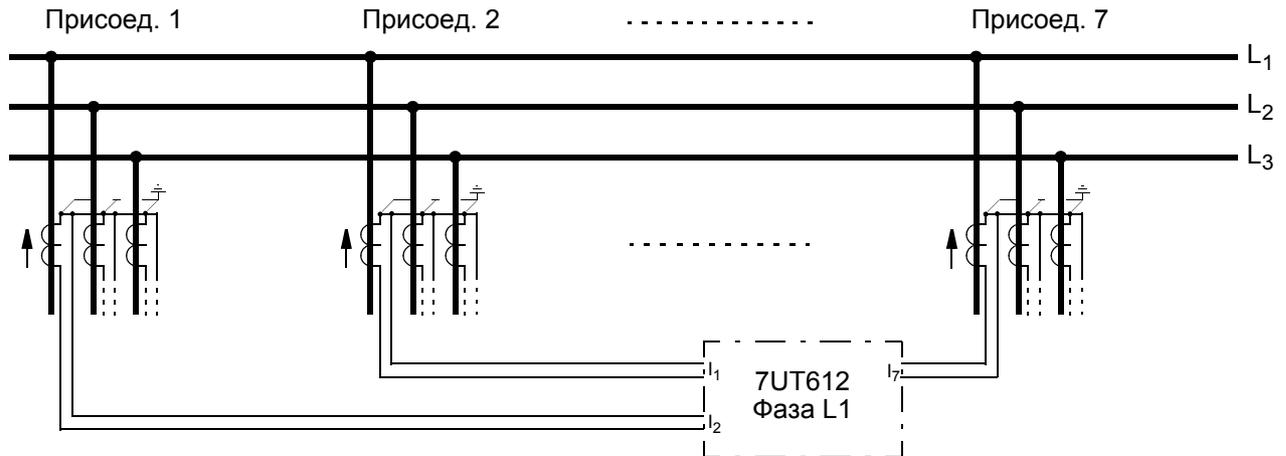


Рисунок 2-28 Однофазная защита шин, пример для фазы L1

Подключение через суммирующие ТТ

Если устройство подключается через суммирующие трансформаторы тока, то одного устройства 7UT612 достаточно для шин с числом присоединений до 7. Фазные токи каждого присоединения преобразуются в один однофазный ток с помощью суммирующих ТТ (Рис. 2-29). Суммирование токов не симметрично; поэтому, для различных типов повреждений имеет место различная чувствительность.

Для системы шин в целом необходимо определить общий номинальный ток. Приведение токов может выполняться с помощью схемы суммирующего трансформатора, если ТТ присоединений имеют разные номинальные токи. Ток на выходе суммирующих трансформаторов обычно составляет $I_M = 100$ мА при симметричном номинальном токе шин.

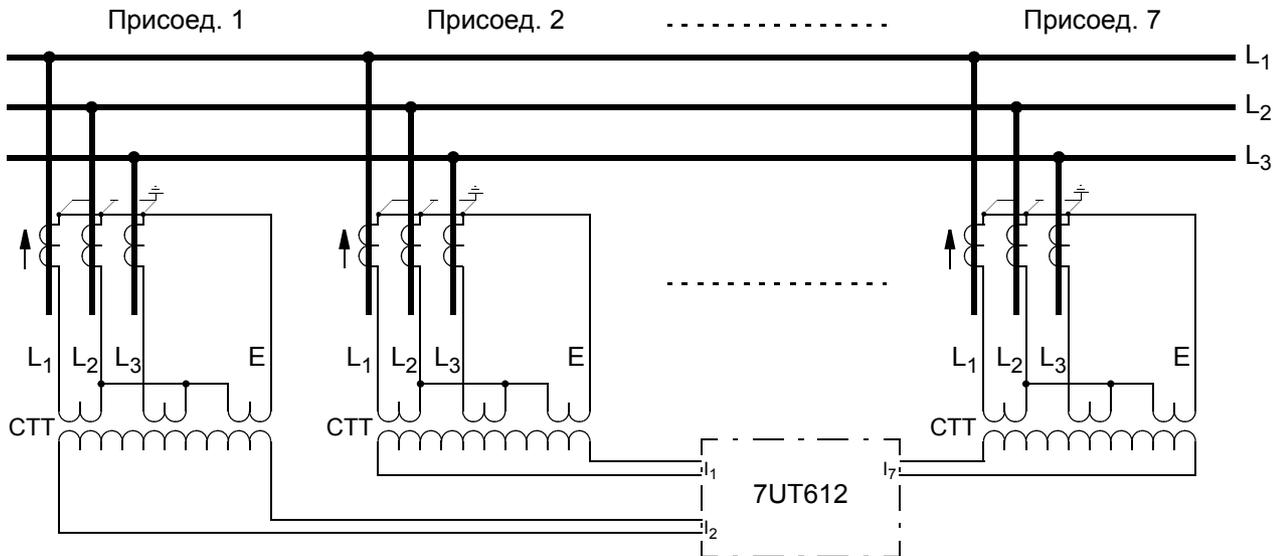


Рисунок 2-29 Защита шин с подключением через суммирующие трансформаторы тока (СТТ)

Для подключения трансформаторов тока возможны различные схемы. Для всех присоединений системы шин должно использоваться одинаковое подключение ТТ.

Наиболее общей является схема, приведенная на Рис. 2-30. К трем входным обмоткам суммирующего трансформатора подключаются токи ТТ I_{L1} , I_{L3} и I_E (ток нулевой последовательности). Это подключение подходит для всех типов систем независимо от режима работы нейтрали. Оно характеризуется повышенной чувствительностью при замыканиях на землю.

При симметричных трехфазных повреждениях (когда составляющая нулевой последовательности $I_E = 0$) однофазный суммарный ток в $\sqrt{3}$ раз больше от значения тока в обмотке, см. Рис. 2-30. Т.е. суммарный поток (ампер-витки) тот же, что и для однофазного тока: в $\sqrt{3}$ раз больше значения тока, протекающего через обмотку с наименьшим количеством витков (коэффициент 1). Для токов симметричных трехфазных повреждений, равных номинальному току I_N вторичный однофазный ток равен $I_M = 100$ мА. Все характеристические рабочие величины основываются на этом типе повреждения и этих токах.

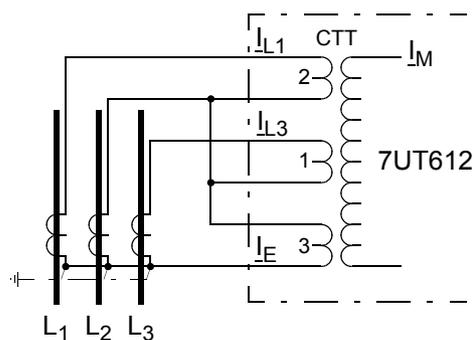


Рисунок 2-30 Подключение ТТ L1–L3–E

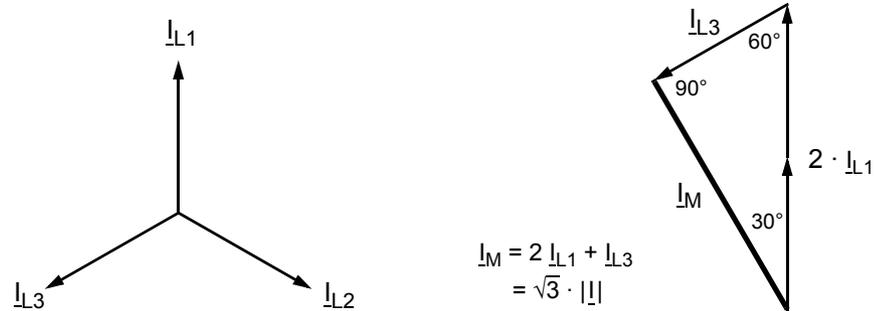


Рисунок 2-31 Суммирование токов L1–L3–E в суммирующем трансформаторе

В примере, приведенном на Рисунке 2-30, весовые коэффициенты W суммарных токов I_M для различных условий повреждений и коэффициенты, согласно которым обрабатываются трехфазные симметричные повреждения, приведены в Таблице 2-1. Для получения суммы токов $I_M = 100$ мА во вторичной цепи, величины с правой стороны умножаются на номинальный ток, который равен $W/\sqrt{3}$. Если уставки тока умножить на этот коэффициент, то получатся фактические значения срабатывания.

Таблица 2-1 Типы повреждений и весовые коэффициенты для подключения ТТ L1–L3–E

Тип повреждения	W	$W/\sqrt{3}$	I_1 для $I_M = 100$ мА
L1–L2–L3 (симметр.)	$\sqrt{3}$	1,00	$1.00 \cdot I_N$ $0.87 \cdot I_N$
L1–L2	2	1,15	$1.73 \cdot I_N$
L2–L3	1	0,58	$1.73 \cdot I_N$
L3–L1	5	2,89	$0.35 \cdot I_N$
L1–E	3	1,73	$0.58 \cdot I_N$
L2–E	4	2,31	$0.43 \cdot I_N$
L3–E			

Таблица показывает, что устройство 7UT612 более чувствительно к замыканиям на землю, чем к повреждениям без составляющей тока, протекающего в землю. Увеличение чувствительности происходит из-за того, что в обмотке суммирующего трансформатора в нейтрали ТТ ток нулевой последовательности (см. Рисунок 2-30) протекает через наибольшее количество витков, и в этом случае весовой коэффициент равен $W = 3$.

Если нет необходимости в большой чувствительности к токам замыканий на землю, то можно использовать подключение, показанное на Рисунке 2-32. Это имеет смысл в сетях с заземленной нейтралью с очень низким сопротивлением нулевой последовательности, где токи замыканий на землю могут быть больше, чем при двухфазных повреждениях. При таком подключении значения, приведенные в Таблице 2-2 ниже, можно пересчитать для семи возможных типов повреждений в сетях с глухозаземленной нейтралью.

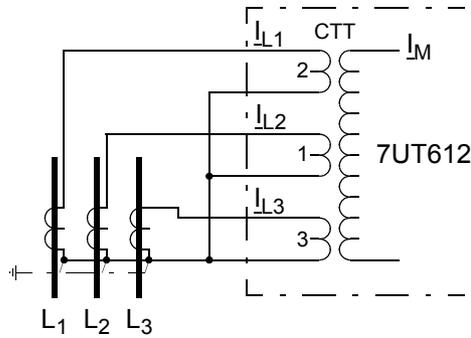


Рисунок 2-32 Подключение ТТ L1–L2–L3 с уменьшенной чувствительностью к замыканиям на землю

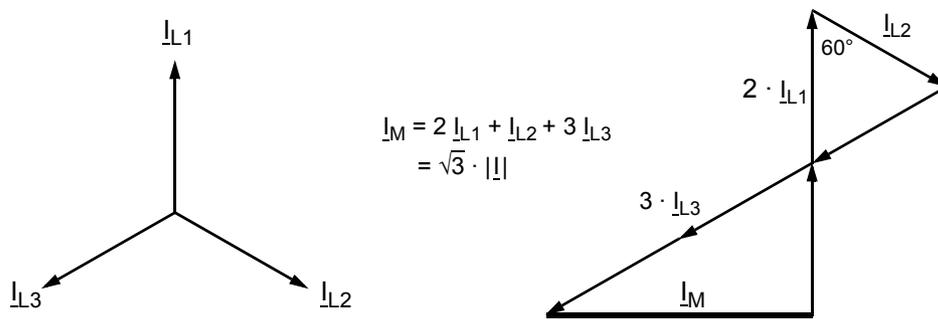


Рисунок 2-33 Суммирование токов L1–L2–L3 в суммирующем трансформаторе

Таблица 2-2 Типы повреждений и весовые коэффициенты для подключения ТТ L1–L2–L3

Тип повреждения	W	W/√3	I ₁ для I _M = 100 мА
L1–L2–L3	√3	1,00	1,00 · I _N
(симметр.)	1	0,58	1,73 · I _N
L1–L2	2	1,15	0,87 · I _N
L2–L3	1	0,58	1,73 · I _N
L3–L1	2	1,15	0,87 · I _N
L1–E	1	0,58	1,73 · I _N
L2–E	3	1,73	0,58 · I _N
L3–E			

Сравнение с таблицей 2-1 показывает, что в условиях замыкания на землю весовой коэффициент W здесь меньше чем при стандартном соединении. Таким образом, термическая перегрузка уменьшается до 36 %, т.е. $(1,73/2,89)^2$.

Описанные варианты соединения являются примерами. Соответствующие предпочтения фаз (особенно в системах с изолированной нейтралью) могут быть достигнуты путем циклического или ациклического их изменения. Увеличение тока замыкания на землю может быть выполнено путем включения в цепь протекания тока нулевой последовательности автотрансформатора тока, в качестве дополнительной возможности.

В качестве суммирующих ТТ рекомендуется использовать тип 4AM5120. Эти трансформаторы имеют разные входные обмотки, которые позволяют суммировать токи с коэффициентом 2:1:3, а также приведение различных первичных токов основных ТТ к одному значению. На Рисунке 2-34 показано расположение обмоток.

Номинальный входной ток каждого суммирующего ТТ должен совпадать с номинальным вторичным током подключенной группы основных ТТ. Выходной ток суммирующего ТТ (= входному току 7UT612) равен $I_H = 0,1 \text{ A}$ при номинальных параметрах.

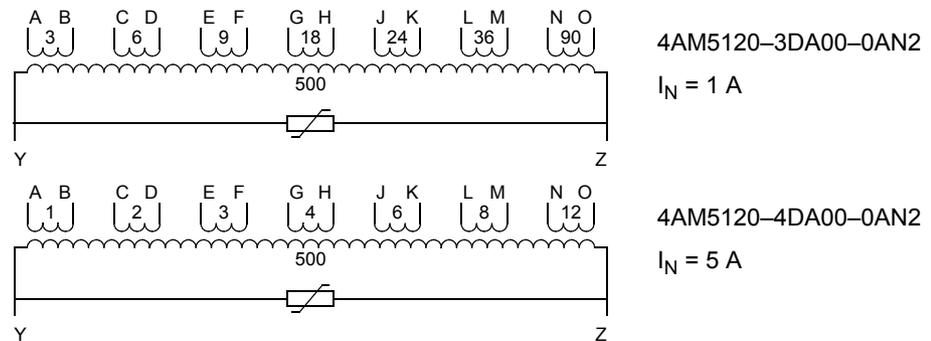


Рисунок 2-34 Схема обмоток суммирующих и выравнивающих трансформаторов тока 4AM5120

Контроль дифференциального тока

В то время как для дифференциальной защиты трансформаторов, реакторов и вращающихся машин обычно требуется высокая чувствительность для определения малых токов повреждения, то при повреждениях на шинах ожидаются большие токи повреждений, и таким образом, допускается более высокий порог срабатывания (выше номинального тока). Это позволяет вести непрерывный контроль дифференциальных токов небольших значений.

Когда при нормальных нагрузочных режимах из-за нагрузочного тока присоединения появляется дифференциальный ток, то это является показателем отсутствия вторичного тока, т.е. повреждения во вторичных цепях (короткое замыкание или обрыв). Об этом условии сообщается с выдержкой времени. Одновременно с этим происходит блокирование дифференциальной защиты.

Контроль тока присоединения

Для защиты шин используется еще одна дополнительная функция. Функция контроля тока присоединения контролирует токи присоединения и токи шины. При этом обеспечивается дополнительное условие отключения. Команда отключения выдается только когда по крайней мере один из этих токов превысит определенное (задаваемое уставкой) пороговое значение.

2.2.7 Задание параметров функции

Общие положения Дифференциальная защита будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании для данной функции была введена уставка **ДиффЗащита = Введено** (см. подраздел 2.1.1, адрес 112). Если функция не будет использоваться, то при конфигурировании вводится уставка **Выведено**; в этом случае ее уставки будут не доступны.

Кроме того, при конфигурации необходимо определить тип защищаемого объекта (адрес 105 **Защищ Объект**, см. подраздел 2.1.1). Предлагается задать только те параметры, которые относятся к выбранному типу защищаемого объекта, все остальные параметры скрыты.

Дифференциальная защита может быть задана в **ВКЛ** или **ОТКЛ** по адресу вариант **РелеБлокировано** позволяет защите работать, но выходные отключающие реле будут заблокированы.



Примечание:

При поставке функция дифференциальной защиты задана в **ОТКЛ**. Это сделано по причине того, что защита не должна работать, пока не будет задана по крайней мере группа соединения обмоток (трансформатора) или коэффициенты приведения. Без задания корректных уставок устройство может работать непредсказуемо (включая выдачу команды отключения)!

Режим работы нейтрали

Если в нейтрали заземленной обмотки трансформатора установлен трансформатор тока, т.е. между нейтралью и заземлением, то при расчетах дифференциальная защита может учитывать ток в нейтрали (см. также подраздел 2.2.2, подзаголовок “Увеличение чувствительности при замыканиях на землю”, страница 51). Этим обеспечивается увеличение чувствительности к замыканиям на землю.

С помощью уставок по адресу 1211А **ДИФФ с IE1-ИЗМ** для стороны 1 или по адресу 1212А **ДИФФ с IE2-ИЗМ** для стороны 2 определяется, будет ли использоваться ток замыкания на землю. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”.

При введении уставки **ДА** соответствующий ток нейтрали будет учитываться дифференциальной защитой. Данная уставка применяется только для трансформаторов с двумя отдельными обмотками. Она имеет смысл только если соответствующий ток нейтрали заведен в устройство (на токовый вход I₇). При конфигурировании функций защиты (см. подраздел 2.1.1, страница 18) по адресу 108 необходимо ввести соответствующую уставку. Кроме того, нейтраль соответствующей стороны должна быть заземлена (см. подраздел 2.1.2 под заголовком “Данные по объекту трансформатор”, страница 23, адреса 241 и/или 244).

Контроль дифференциального тока

Для функции защиты шин можно осуществлять контроль дифференциального тока (см. подразделы 2.2.5 и 2.2.6). Эта функция может быть задана в **ВКЛ** или **ОТКЛ** по адресу 1208 **Идиф> Контроль**. Использование функции контроля целесообразно, если можно четко различить токи погрешностей, вызванные отсутствием вторичных токов ТТ и токи повреждения, вызываемые замыканием в защищаемом объекте.

Значение срабатывания **И-ДИФФ> КОНТР** (адрес 1281) должно быть достаточно большим, чтобы избежать срабатывания из-за погрешности ТТ и при минимальном несоответствии различных трансформаторов тока. Значение срабатывания приводится к номинальному току защищаемого объекта. Выдержка времени **Т И-ДИФФ> КОНТР** (адрес 1282) применяется для выдачи сообщений и блокировки дифференциальной защиты. Эта уставка обеспечивает отсутствие блокировки при наличии повреждений (даже при внешних повреждениях). Обычно выдержка времени составляет несколько секунд.

Контроль тока присоединения

Для защиты шин и коротких линий можно задать, чтобы команда отключения выдавалась в случае, если превышен один из входящих токов. Отключение от дифференциальной защиты выполняется, если один из измеряемых токов превысил порог срабатывания **I> РАЗР СИГ ОТК** (адрес 1210). Значение срабатывания задается относительно номинального тока защищаемого объекта. При задании уставки **0** (заводская уставка) этот критерий использоваться не будет.

Если задана уставка функции контроля тока присоединения (то есть, в значение > 0), то дифференциальная защита не будет срабатывать пока не будет выполнен критерий пуска. Это будет выполняться если в следствие очень высоких дифференциальных токов, схема мгновенного отключения (см. подраздел 2.2.1, под заголовком “Быстрое отключение без торможения при больших токах повреждения”) определила повреждение в течении нескольких миллисекунд.

Характеристика срабатывания Дифференциальный ток

Параметры характеристики срабатывания задаются по адресам 1221 - 1256А. На Рисунке 2-35 показаны значения этих уставок. Номера соответствуют адресам уставок.

И-Дифф> - величина срабатывания для дифференциального тока (адрес 1221). Это суммарный ток повреждения в защищаемом объекте, независимо от его распределения между сторонами. Значение срабатывания задается относительно номинального тока защищаемого объекта. Вы можете выбрать высокую чувствительность (низкое значение срабатывания) для трансформаторов, реакторов, генераторов или двигателей (зав. уставка 0,2 $I_{ноб}$). Для линий и шин следует выбирать большее значение (больше номинального тока). Если номинальные токи ТТ сильно отличаются от номинального тока защищаемого объекта, то возможно появление больших погрешностей измерения.

Кроме предельной величины срабатывания **И-Дифф>**, для дифференциального тока вводится вторая пороговая величина. Если превышает эта пороговая величина **И-Дифф>>** (задаваемая по адресу 1231), то происходит срабатывание вне зависимости от величины тока торможения или гармонической состава (срабатывание без торможения при большом токе). Величина уставки этой ступени должна быть выше чем **И-Дифф>**. Если защищаемый объект имеет

большое сопротивление (трансформаторы, генераторы, последовательно включаемые реакторы), то для них может быть задана такая пороговая величина, которая не будет достигнута при внешнем повреждении. Эта пороговая величина, например для силового трансформатора равна.

$$\frac{1}{U_{К трансф}} \cdot I_{Нтрансф}$$

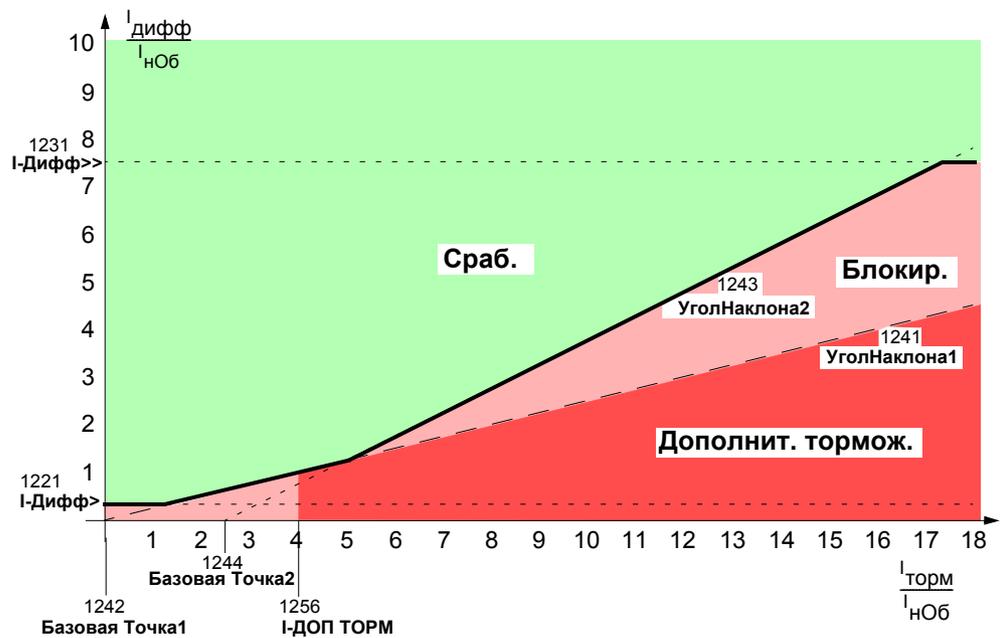


Рисунок 2-35 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты

Характеристика срабатывания формируется двумя ветвями (Рис. 2-35). Угол наклона первой ветви вводится по адресу 1241А **УголНаклона1**, а начальная точка по адресу 1242А **Базовая Точка1**. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. Этот отрезок учитывает погрешности, пропорциональные току. Это главным образом погрешности основных трансформаторов тока и, в случае силовых трансформаторов с РПН, дифференциальные токи, возникающие из-за диапазона регулирования трансформатора.

Процентная величина этого последнего тока погрешности равна процентной величине диапазона регулирования, при условии что номинальное напряжение корректируется в соответствии с подразделом 2.1.2 под заголовком “Данные по объекту трансформатор” (стр. 23).

Второй отрезок обеспечивает дальнейшее торможение в диапазоне больших токов, которые могут привести к насыщению трансформатора тока. Базовая точка этого отрезка задается по адресу 1244А **Базовая Точка2** и задается относительно номинального тока объекта. Наклон задается по адресу 1243А **УголНаклона2**. Эти уставки влияют на устойчивость (величину торможения) защиты. Большее значение наклона приводит к усилению торможения. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”.

Выдержки времени

В особых случаях может быть полезно задержать сигнал срабатывания дифференциальной защиты. Для этого можно задать дополнительную выдержку времени. Таймер 1226А **Т I-ДИФФ>** запускается при определении ступенью $I_{\text{дифф}}>$ внутреннего повреждения. Уставка по адресу 1236А **Т I-ДИФФ>>** является выдержкой времени для ступени $I_{\text{дифф}}>>$. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. Задаваемые времена это чистые выдержки времени, которые не учитывают время действия ступеней защиты.

Увеличение величины срабатывания при пуске

Увеличение значения срабатывания при пуске служит для дополнительной надежности от излишнего срабатывания при включении энергообъекта. Эта функция может быть задана в **ВКЛ** или **ОТКЛ** по адресу 1205 **УВ.ХАР.Пск.ПУСК**. В особенности для двигателей или блоков двигатель/трансформатор этот параметр необходимо задать **ВКЛ**.

Величина тока торможения **I-ТОРМ ПУСКА** (адрес 1251А) это величина тока торможения, которая, вероятно, будет закорочена прежде, чем будет иметь место пуск защищаемого объекта (т.е. при стоящей машине). Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. Пожалуйста, учитывайте тот факт, что ток торможения в два раза больше протекающего рабочего тока. Заводская уставка 0,1 отражает 0,05 от номинального тока защищаемого объекта.

Уставка по адресу 1252А **КОЭФ УВЕЛ ХАР** определяет на какой коэффициент увеличивается величина срабатывания ступени $I_{\text{дифф}}>$ при пуске. Характеристика этой ступени увеличивается с этим же коэффициентом. На ступень $I_{\text{дифф}}>>$ этот параметр влияния не оказывает. Для двигателей или блоков двигатель/трансформатор обычно подходит значение 2. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”.

Увеличенное значение срабатывания возвращается к исходной величине после истечения выдержки времени **Т ПУСК МАКС** (адрес 1253).

Дополнительное торможение

В системах с очень большими сквозными токами при внешних повреждениях активируется дополнительное торможение (Рис. 2-35). Начальная величина вводится по адресу 1256А **I-ДОП ТОРМ**. Значение задается относительно номинального тока защищаемого объекта. Угол наклона остается тот же, что и для ветви b (**УголНаклона1**, адрес 1241А). Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. Пожалуйста, учтите, что ток торможения равен арифметической сумме токов, втекающих в защищаемый объект, т.е. он в два раза больше протекающего через объект тока.

Максимальная длительность дополнительного торможения после обнаружения внешнего повреждения задается как множитель для длительности периода

переменного тока (адрес 1257А **Т-ДОП ТОРМ**). Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. Дополнительное торможение отключается автоматически, даже прежде, чем истечет период установленного времени, как только устройство определит, что рабочая точка $I_{\text{дифф}}/I_{\text{торм}}$ устойчиво находится в зоне отключения (хотя бы в течение одного цикла переменного тока).

Торможение по гармоникам

Торможение по содержанию гармоник доступно только, если устройство используется как защита трансформатора, т.е. для **Защит Объект** (адрес 105) задана уставка **3-фТрансформ** или **Автотрансформ** или **1-фТрансформ**. Также данная функция используется для шунтирующих реакторов, если трансформаторы тока установлены по обеим сторонам точек подключения реактора (см. пример на Рис. 2-25 справа).

Функция отстройки от броска тока может быть задана в **ОТКЛ** или **ВКЛ** по адресу 1206 **ТормТокНам2ГАРМ**. Она работает по принципу оценки содержания второй гармоники в броске тока намагничивания. Отношение частоты 2 гармоники к частоте основной гармоники **2-ая_Гармоника** (адрес 1261) по умолчанию задано $I_{2fn}/I_{fn} = 15\%$ и, как правило, может использоваться без изменений. Значение этой уставки может быть уменьшено для обеспечения устойчивости в особых случаях, при включении в особо неблагоприятных условиях.

Торможение при броске тока можно дополнить так называемой функцией "перекрестной блокировки". Это означает, что блокироваться будет не только фаза, в которой при броске тока составляющая второй гармоники превысила допустимую величину, но и другие фазы дифференциальной ступени $I_{\text{дифф}} >$. Длительность действия функции перекрестной блокировки задается по адресу 1262А **ВрПерекрБлок**. Уставка в долях длительности цикла переменного тока. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. Если параметр установлен на **0** (заводская уставка), то защита может сработать при включении трансформатора на однофазное повреждение, даже если в других фазах присутствует бросок тока. Если введена уставка равная ∞ , то функция перекрестного блокирования остается в работе до тех пор, пока в какой-либо из фаз регистрируется составляющая второй гармоники.

Кроме торможения по второй гармонике, в устройстве 7UT612 имеется возможность торможения от других гармоник: n-ой гармоники. По адресу 1207 **Торм.n-ГАРМ** можно выбрать уставки **3-я Гармоника** или **5-я Гармоника** или вывести торможение от n-ой гармоники уставкой **ОТКЛ**.

Перевозбуждение в установившемся режиме характеризуется нечетными гармониками. Для обнаружения перевозбуждения подходят третья или пятая гармоники. Поскольку третья гармоника в трансформаторах часто устраняется (например, в обмотке, соединенной в треугольник), то обычно используется пятая гармоника.

В преобразующих трансформаторах также возникают составляющие нечетной гармоники.

Гармоническая составляющая, которая блокирует дифференциальную ступень $I_{\text{дифф}} >$ вводится по адресу 1271 **n-ая ГАРМОНИКА**. Например, если во избежание отключения при перевозбуждении используется торможение по пятой гармонике, то подходит значение 30 % (значение по умолчанию).

Торможение по n-ной гармонике работает пофазно. Но существует возможность — так же как и при отстройке от броска тока — сконфигурировать защиту таким образом, что блокироваться будет не только фаза, в которой гармоническая составляющая превысила допустимую величину, но и другие фазы дифференциальной ступени $I_{\text{дифф}} >$ (функция перекрестного блокирования). Длительность действия функции перекрестной блокировки задается по адресу 1272А **ДЛ БЛК. n-ГАРМ**. Уставка задается в долях длительности цикла переменного тока. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”. При уставке равной 0 (заводская уставка) функция перекрестного блокирования выведена, при уставке равной ∞ функция перекрестного блокирования остается в работе до тех пор, пока в какой-либо из фаз присутствует гармоническая составляющая.

Если дифференциальный ток превышает величину, заданную по адресу 1273А **ИдифМакс n Гарм**, то торможение по n-ной гармонике не происходит. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе “**Дополнительные параметры**”.

2.2.8 Обзор уставок

Примечание: Уставки, адреса которых содержат букву “А” могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4 в меню “**Дополнительные параметры**”.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1201	ДиффЗащита	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Дифференциальная защита
1205	УВ.ХАР.Пск.ПУСК	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Увелич. хар-ки срабатыв при пуске
1206	ТормТокНам2ГАРМ	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Торм.при броске тока намагнич.по 2 гарм.
1207	Торм.n-ГАРМ	ОТКЛ 3-я Гармоника 5-я Гармоника	ОТКЛ	Торможение по n-ной гармонике
1208	Идиф> Контроль	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Контроль дифференциального тока
1210	I> РАЗР СИГ ОТК	0.20..2.00 I/НО; 0	0.00 I/НО	Ток I> для выдачи команды на отключение
1211А	ДИФФ с IE1-ИЗМ	НЕТ ДА	НЕТ	Дифф.Защ. с измер. тока земли Стороны 1
1212А	ДИФФ с IE2-ИЗМ	НЕТ ДА	НЕТ	Дифф.Защ. с измер. тока земли Стороны 2
1221	I-Дифф>	0.05..2.00 I/НО	0.20 I/НО	Уставка по току Iдифф>
1226А	Т I-ДИФФ>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени ступени Пуск I-ДИФФ>

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1231	I-Дифф>>	0.5..35.0 I/InO; ∞	7.5 I/InO	Уставка по току Iдифф>>
1236A	T I-ДИФФ>>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени ступени Пуск I-ДИФФ>>
1241A	УголНаклона1	0.10..0.50	0.25	Угол наклона 1 хар-ки срабатывания
1242A	Базовая Точка1	0.00..2.00 I/InO	0.00 I/InO	Баз. точка первого наклона х-ки пуск
1243A	УголНаклона2	0.25..0.95	0.50	Угол наклона 2 хар-ки срабатывания
1244A	Базовая Точка2	0.00..10.00 I/InO	2.50 I/InO	Баз. точка первого наклона х-ки пуск
1251A	I-ТОРМ ПУСКА	0.00..2.00 I/InO	0.10 I/InO	Порог I-Торм. для обнаружения пуска
1252A	КОЭФ УВЕЛ ХАР	1.0..2.0	1.0	Коэфф. увеличения хар-ки при пуске
1253	T ПУСК МАКС	0.0..180.0 с	5.0 с	Максимальное время пуска
1256A	I-ДОП ТОРМ	2.00..15.00 I/InO	4.00 I/InO	Порог Iторм. для дополнит. торможения
1257A	T-ДОП ТОРМ	2..250 цикл; ∞	15 цикл	Длит. доп. тормож. при внешн. поврежд.
1261	2-ая_Гармоника	10..80 %	15 %	Содержание 2 гармоники в токе I-Дифф
1262A	ВрПерекрБлок	2..1000 цикл; 0; ∞	3 цикл	Длит.перекрестной блокир. для 2 гарм.
1271	п-ая ГАРМОНИКА	10..80 %	30 %	Доля п-ной гармоники в I-ДИФФ
1272A	ДЛ БЛК. п-ГАРМ	2..1000 цикл; 0; ∞	0 цикл	Длит. перекрестной блокировки по п-гарм.
1273A	IдифМакс п Гарм	0.5..20.0 I/InO	1.5 I/InO	Макс. дифф. ток для для торм. по п-гарм.
1281	I-ДИФФ> КОНТР	0.15..0.80 I/InO	0.20 I/InO	Знач. Пуск для контроля дифф. тока
1282	T I-ДИФФ> КОНТР	1..10 с	2 с	Выдержка времени для контроля дифф. тока

2.2.9 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
05603	>БЛК ДиффЗащ	>Блокировать дифференциальную защиту
05615	ДиффЗащВЫВЕДЕНА	Дифф.защита выведена
05616	ДиффЗащБЛК	Дифф.защита заблокирована
05617	ДиффЗащВВЕДЕНА	Дифф.защита введена
05620	ДиффЗащ:Ош.ТТ	ДиффЗащ:КоэффСогл ТТ слишком больш/мал
05631	ДиффЗащОбщПуск	Дифф.защита: Общее Пуск
05644	ДиффБЛК 2гармL1	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L1
05645	ДиффБЛК 2гармL2	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L2
05646	ДиффБЛК 2гармL3	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L3
05647	ДиффБЛКп-гармL1	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L1
05648	ДиффБЛКп-гармL2	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L2
05649	ДиффБЛКп-гармL3	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L3
05651	ДиффБЛКВнПоврL1	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L1
05652	ДиффБЛКВнПоврL2	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L2
05653	ДиффБЛКВнПоврL3	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L3
05657	ДиффПерекрБЛК2г	Дифф.защита: перекр.блокир.по 2 гарм.
05658	ДиффПерекрБЛКпг	Дифф.защита: перекр.блокир.по n гарм.
05662	БЛОК ДифТТ L1	Дифф.защита: Блокир. от неискр. ТТ L1
05663	БЛОК ДифТТ L2	Дифф.защита: Блокир. от неискр. ТТ L2
05664	БЛОК ДифТТ L3	Дифф.защита: Блокир. от неискр. ТТ L3
05666	ДиффСдвигХар L1	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L1 (при пуске)
05667	ДиффСдвигХар L2	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L2 (при пуске)
05668	ДиффСдвигХар L3	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L3 (при пуске)
05670	ДиффЗащРазрОткл	Дифф.защита: Разреш.откл.по ток.критерию
05671	ДиффЗащ ОТКЛ	Дифф.защита: Отключение
05672	ДиффЗащ ОТКЛ L1	Дифф.защита: Отключение L1
05673	ДиффЗащ ОТКЛ L2	Дифф.защита: Отключение L2
05674	ДиффЗащ ОТКЛ L3	Дифф.защита: Отключение L3
05681	I-Дифф> L1 Мгн	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф> L1 мгнов
05682	I-Дифф> L2 Мгн	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф> L2 мгнов
05683	I-Дифф> L3 Мгн	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф> L3 мгнов

№	Сообщение	Комментарии
05684	I-Дифф>> L1 Мгн	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>L1 мгнов
05685	I-Дифф>> L2 Мгн	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>L2 мгнов
05686	I-Дифф>> L3 Мгн	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>L3 мгнов
05691	I-Дифф> ОТКЛ	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>
05692	I-Дифф>> ОТКЛ	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>
05701	IДиффL1:	Дифф. ток L1 при ОТКЛ без выд. времени
05702	IДиффL2:	Дифф. ток L2 при ОТКЛ без выд. времени
05703	IДиффL3:	Дифф. ток L3 при ОТКЛ без выд. времени
05704	ITормL1:	Торм. ток L1 при ОТКЛ без выдерж. врем.
05705	ITормL2:	Торм. ток L2 при ОТКЛ без выдерж. врем.
05706	ITормL3:	Торм. ток L3 при ОТКЛ без выдерж. врем.

2.3 Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной

Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной фиксирует замыкания на землю в силовых трансформаторах, шунтирующих реакторах, трансформаторах/реакторах с заземленной нейтралью или во вращающихся машинах, нейтраль которых соединена с землей. Эта защита также подходит для формирователя нейтрали, устанавливаемого в защищаемой зоне незаземленного силового трансформатора. Условием является наличие трансформатора тока, установленного в нейтрали, т.е. между нейтралью и электродом заземления. ТТ в нейтрали и фазные ТТ точно определяют границы защищаемой зоны.

Пример показаны на Рисунках с 2-36 по 2-40.

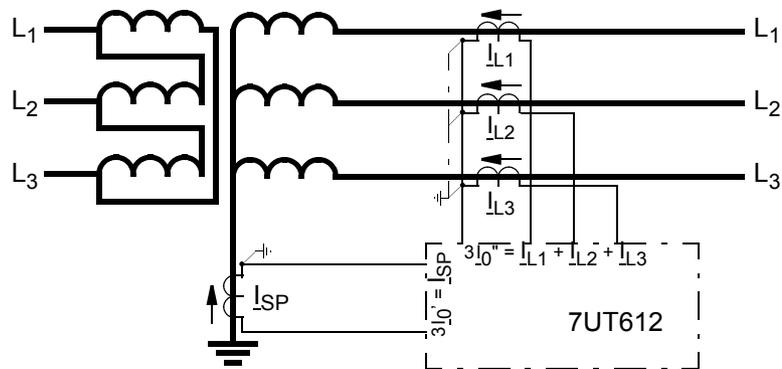


Рисунок 2-36 Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной для заземленной обмотки трансформатора

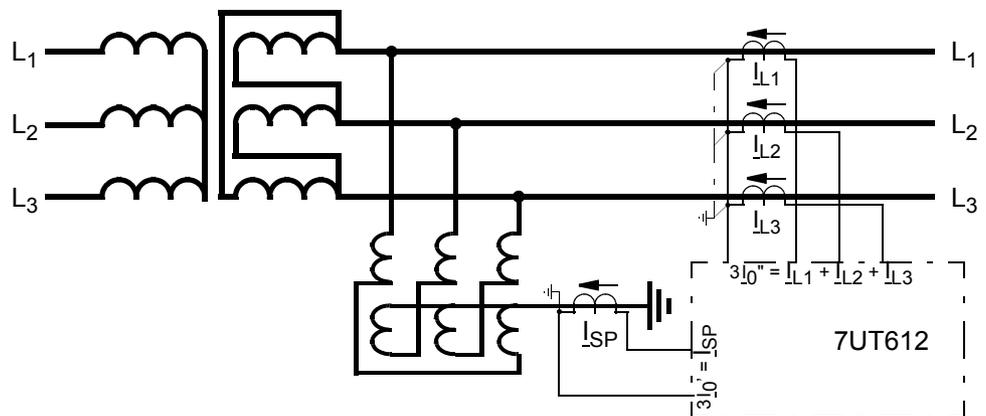


Рисунок 2-37 Дифференциальная защита трансформатора от коротких замыканий на землю при наличии в защищаемой зоне устройства, формирующего нейтраль (реактора)

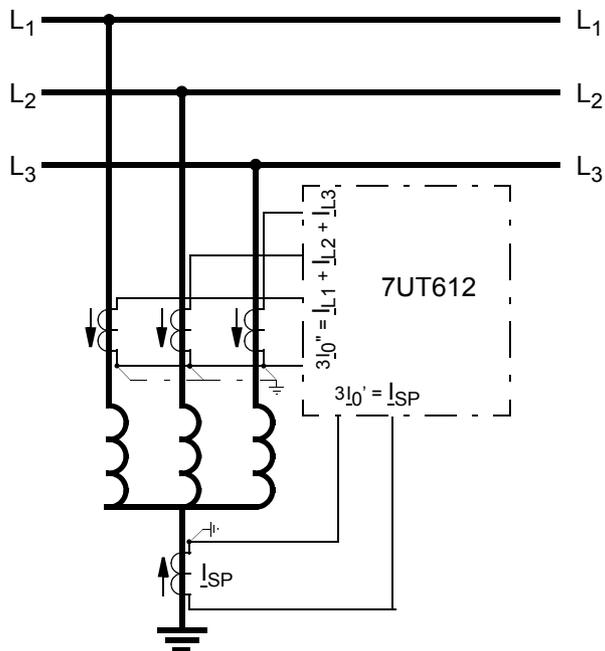


Рисунок 2-38 Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной для шунтирующего реактора с ТТ в выводах реактора

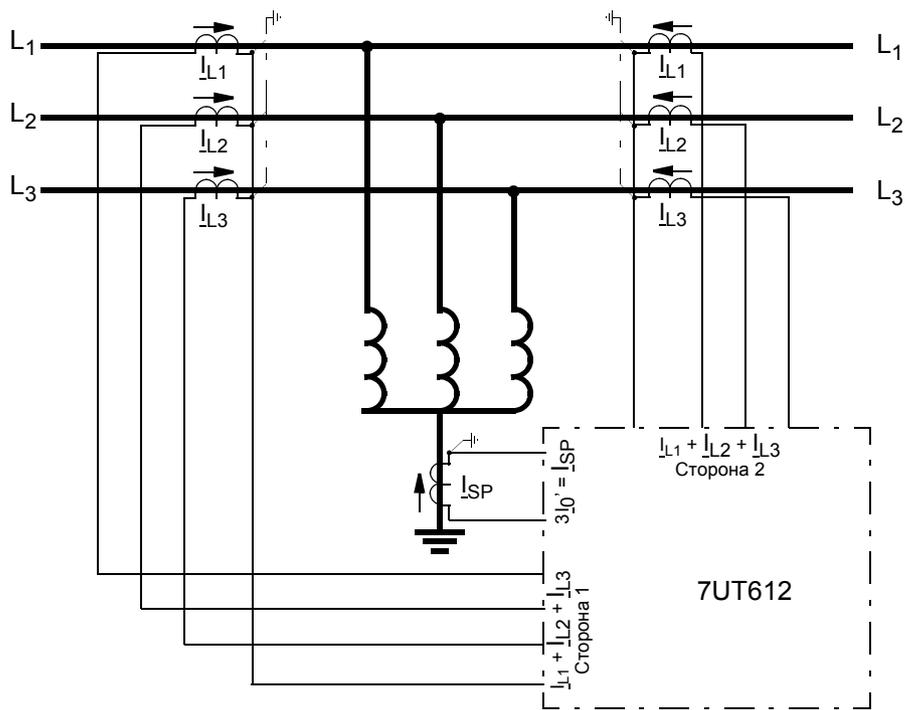


Рисунок 2-39 Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной для заземленного шунтирующего реактора с двумя группами ТТ (рассматривается как автотрансформатор)

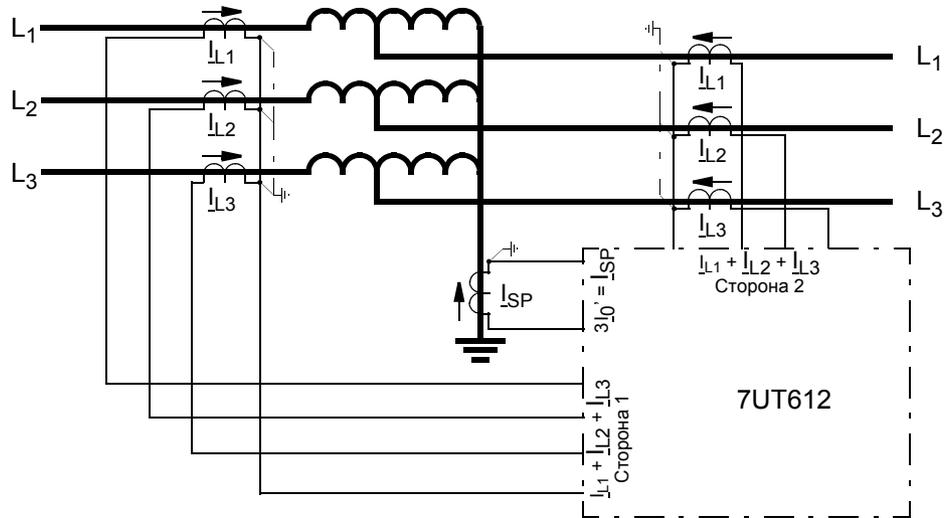


Рисунок 2-40 Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной для заземленного автотрансформатора

2.3.1 Описание функции

Основной принцип работы

При нормальной работе ток I_{SP} в нейтрали не протекает, сумма фазных токов $3I_0 = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}$ практически равна нулю.

При появлении замыкания на землю в защищаемой зоне (Рисунок 2-41), в нейтрали будет протекать ток I_{SP} ; в зависимости от режима заземления нейтрали энергосистемы можно зафиксировать ток нулевой последовательности, получаемый путем суммирования фазных токов. Поскольку все токи протекающие в защищаемый объект принимаются за положительные, ток нулевой последовательности от системы в большей или меньшей степени совпадает по фазе с током нейтрали.

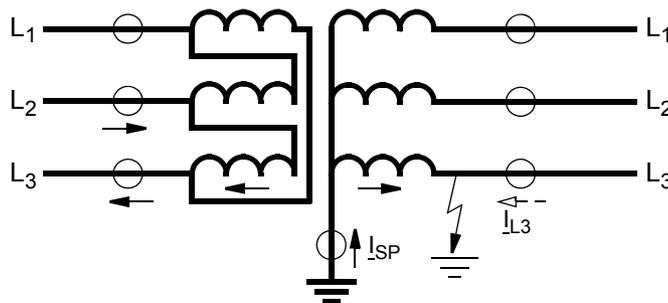


Рисунок 2-41 Пример замыкания на землю в трансформаторе с распределением токов

При появлении замыкания на землю вне защищаемой зоны (Рисунок 2-42), ток I_{SP} все равно будет течь; но ток нулевой последовательности фазных трансформаторов тока $3I_0$ будет иметь ту же величину, что и ток нейтрали, и противоположную фазу.

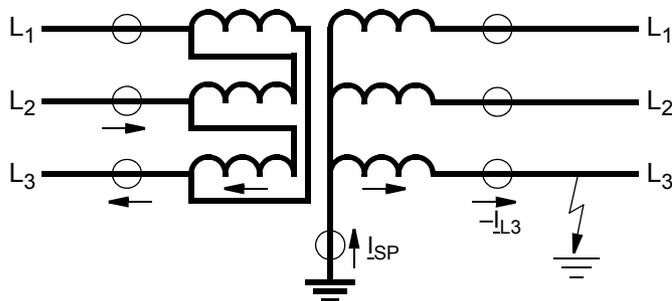


Рисунок 2-42 Пример замыкания на землю вне защищаемой зоны с распределением токов

Если вне защищаемой зоны возникает повреждение без земли, то при суммировании токов от фазных ТТ может возникнуть ток нулевой последовательности, вызванный различной степенью насыщения фазных ТТ при больших сквозных токах. Этот ток может привести к ложному распознаванию повреждения как в защищаемой зоне. Поэтому в этих условиях необходимо предотвратить излишнее срабатывание. Для этого дифференциальная защита от коротких замыканий на землю использует методы стабилизации весьма отличающиеся от методов традиционной дифференциальной защиты, поскольку, кроме величины измеряемых токов используется фазовый сдвиг.

Сравнение измеряемых величин

Дифференциальная защита от замыканий на землю сравнивает основную гармонику тока, втекающего в нейтраль, который далее обозначается как $3I_0'$, с основной гармоникой суммы фазных токов, которая далее обозначается как $3I_0''$. Таким образом, справедливо следующее (Рисунок 2-43):

$$3I_0' = I_{SP}$$

$$3I_0'' = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}$$

В качестве величины отключения используется только $3I_0'$, при повреждении в защищаемой зоне этот ток присутствует всегда.

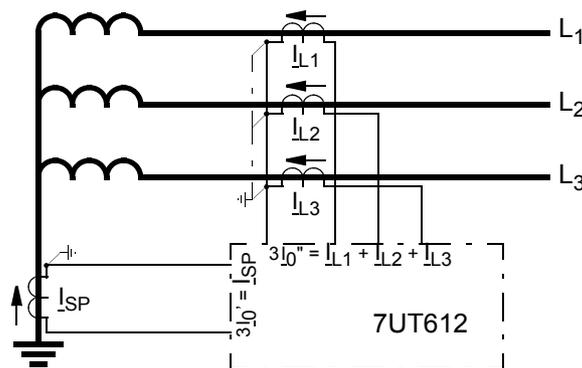


Рисунок 2-43 Принцип работы защиты от коротких замыканий на землю с ограниченной зоной

При появлении замыкания на землю вне защищаемой зоны, через фазные трансформаторы тока потечет другой ток $3I_0''$. Он находится в противофазе току $3I_0'$ и имеет одинаковую с ним величину. Для торможения оценивается полная информация о токах: величины токов и их фазы. Определяется следующее:

Величина тока отключения

$$I_{\text{диф3з}} = |3I_0'|$$

и ток стабилизации или тормозной ток

$$I_{\text{торм}} = k \cdot (|3I_0' - 3I_0''| - |3I_0' + 3I_0''|)$$

где k - это коэффициент торможения, смысл которого поясняется ниже, сначала принимается $k = 1$. $I_{\text{диф3з}}$ определяется из основной гармоники и создает величину отключения, $I_{\text{торм}}$ препятствует эффекту отключения.

Для разъяснения ситуации рассмотрим три важных условия:

а) Сквозной ток при внешнем повреждении:

$3I_0''$ имеет противоположное направление току $3I_0'$, но одинаковую с ним величину, т.е. $3I_0'' = -3I_0'$

$$\begin{aligned} I_{\text{диф3з}} &= |3I_0'| \\ I_{\text{торм}} &= |3I_0' + 3I_0''| - |3I_0' - 3I_0''| = 2 \cdot |3I_0'| \end{aligned}$$

Величина тока срабатывания ($I_{\text{диф3з}}$) равна току, протекающему в нейтрали; величина тока торможения, ($I_{\text{торм}}$) в два раза больше величины тока срабатывания.

б) Внутреннее замыкание на землю, питаемое только со стороны нейтрали:

В этом случае, $3I_0'' = 0$

$$\begin{aligned} I_{\text{диф3з}} &= |3I_0'| \\ I_{\text{торм}} &= |3I_0' - 0| - |3I_0' + 0| = 0 \end{aligned}$$

Величина тока срабатывания ($I_{\text{диф3з}}$) равна току, протекающему в нейтрали трансформатора; величина торможения ($I_{\text{торм}}$) равна нулю, т.е. обеспечивается полная чувствительность при внутренних замыканиях на землю.

в) Внутреннее замыкание на землю, подпитывается через нейтраль и от системы, например, с равными величинами тока нулевой последовательности:

В этом случае, $3I_0'' = 3I_0'$

$$\begin{aligned} I_{\text{диф3з}} &= |3I_0'| \\ I_{\text{торм}} &= |3I_0' - 3I_0'| - |3I_0' + 3I_0'| = -2 \cdot |3I_0'| \end{aligned}$$

Величина тока для отключения ($I_{\text{диф3з}}$) равна току в нейтрали, ток торможения ($I_{\text{торм}}$) отрицателен и, следовательно, принимается равной нулю, т.е. обеспечивается полная чувствительность при внутренних замыканиях на землю.

Этот результат показывает, что при внутреннем повреждении нет никакого торможения, потому что величина торможения равна нулю или отрицательная. Поэтому даже малое значение тока нулевой последовательности может привести к отключению. И наоборот, при внешних повреждениях имеет место сильное торможение. На Рисунке 2-44 показано, что торможение максимально, когда ток нулевой последовательности, полученный путем суммирования токов от фазных ТТ, имеет большое значение (область с отрицательными значениями $3I_0''/3I_0'$). При идеальных ТТ, отношение $3I_0''/3I_0'$ равно -1 .

Если трансформатор тока в нейтрали выполнен менее точным, чем фазные ТТ (например, при выборе меньшего коэффициента предельной кратности или при большей вторичной нагрузке ТТ), то отключения не произойдет даже при сквозных токах, вызывающих глубокое насыщение, потому что величина тока $3I_0''$ всегда больше величины тока $3I_0'$.

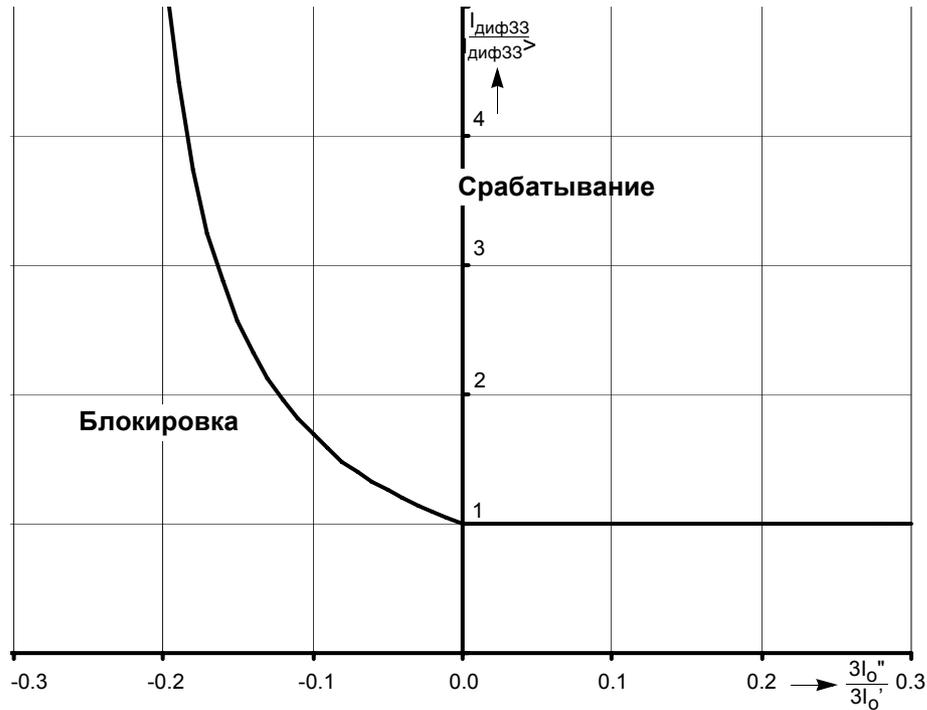


Рисунок 2-44 Характеристика срабатывания дифзащиты от замыканий на землю с огр. зоной в зависимости от отношений токов нулевой последовательности $3I_0''/3I_0'$ (оба тока находятся в одной фазе + или противофазе -)
 $I_{диф33}$ = ток срабатывания; $I_{диф33}^{уст}$ = уставка

В примерах, рассмотренных выше, предполагалось, что токи $3I_0''$ и $3I_0'$ находятся в противофазе при внешних повреждениях, что справедливо только для первичных величин измерения. Насыщение трансформатора тока может вызвать сдвиг фаз между основной гармоникой вторичных токов, который уменьшает величину торможения. Если фазовый сдвиг $\varphi(3I_0''; 3I_0') = 90^\circ$, то величина торможения равна нулю. Это соответствует традиционному методу определения направления с использованием векторной суммы и сравнения разности токов (см. Рис. 2-45).

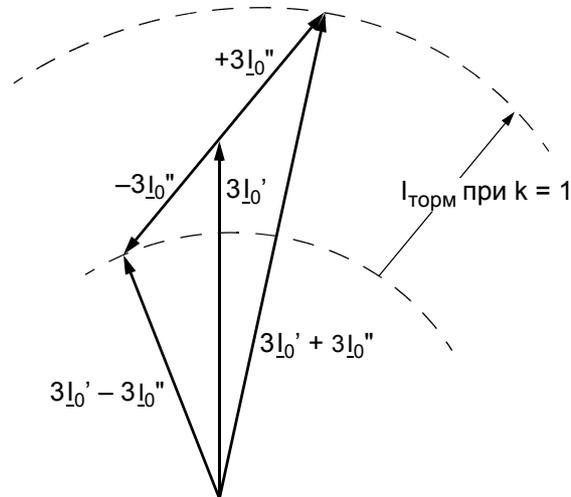


Рисунок 2-45 Векторная диаграмма величины торможения при внешнем повреждении

На величину торможения можно влиять посредством коэффициента k . Этот коэффициент имеет определенную зависимость от предельного угла $\varphi_{\text{пред}}$. Этот предельный угол определяет для какого смещения фаз между токами $3I_0''$ и $3I_0'$ величина срабатывания увеличивается до бесконечности, когда $3I_0'' = 3I_0'$, т.е. срабатывания не происходит. В устройстве 7UT612 коэффициент $k = 2$, т.е. величина тока торможения в выше приведенном примере а) снова увеличивается в два раза: величина тока торможения $I_{\text{Торм}}$ в 4 раза больше величины тока отключающего эффекта $I_{\text{дифзз}}$. Предельный угол $\varphi_{\text{пред}} = 110^\circ$. Это означает, что при сдвиге фаз $j(3I_0''; 3I_0')$ 110° срабатывание невозможно.

На Рисунке 2-46 показана рабочая характеристика защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной в зависимости от сдвига фаз между $3I_0''$ и $3I_0'$, при постоянном соотношении токов подпитки $|3I_0''| = |3I_0'|$.

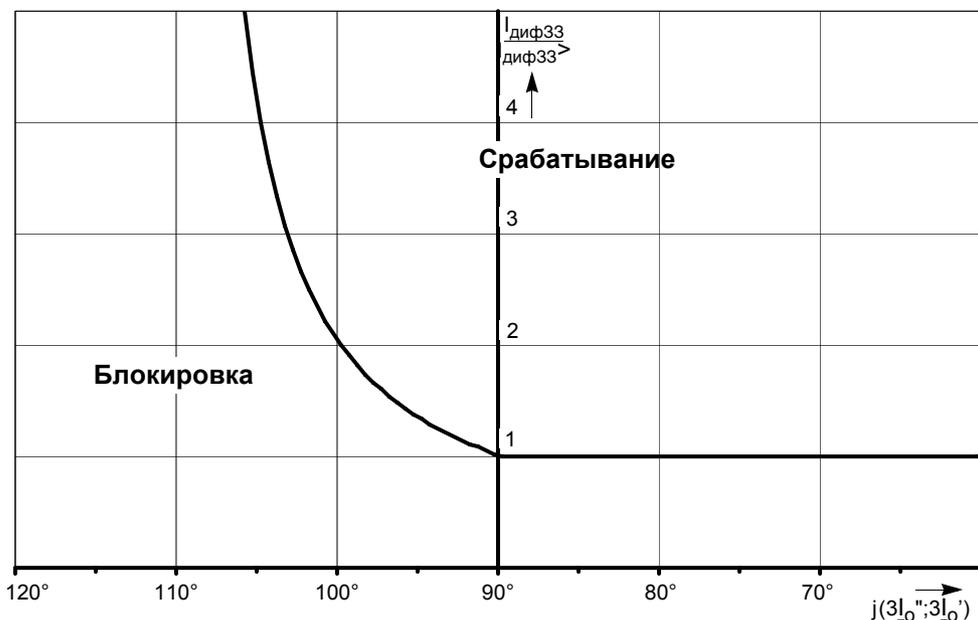


Рисунок 2-46 Характеристика срабатывания защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной в зависимости от фазового сдвига между $3I_0''$ и $3I_0'$ при $3I_0'' = 3I_0'$ (180° = внешнее повреждение)

Величину срабатывания в зоне срабатывания можно увеличить пропорционально арифметической сумме всех токов, т.е. сумме величин токов $\Sigma |I| = |I_{L1}| + |I_{L2}| + |I_{L3}| + |I_{SP}|$ (см. Рис. 2-47). Наклон этой характеристики торможения можно задать уставкой.

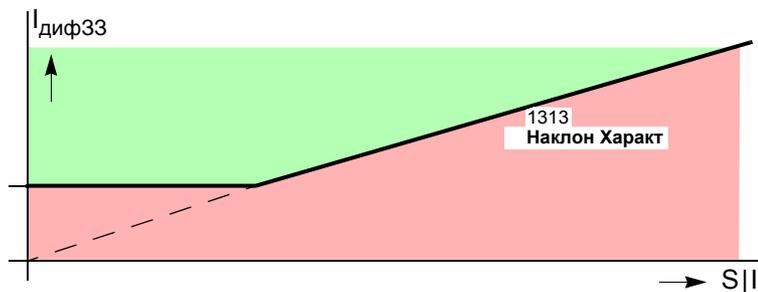


Рисунок 2-47 Увеличение значения срабатывания

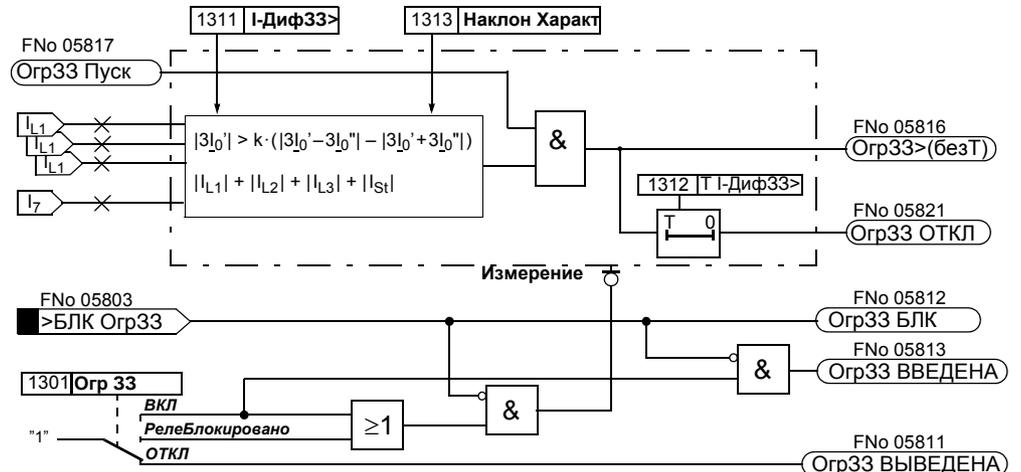


Рисунок 2-48 Логическая схема защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной (упрощенная)

2.3.2 Задание параметров функции

Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной может работать только в том случае, если при конфигурировании (см. подраздел 2.1.1, адрес 113) **Огр 33** защита была привязана к одной из сторон защищаемого объекта. Кроме того, измерительный вход по току I_7 также должен быть привязан к этой же стороне (адрес 108). Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной может быть введена (**ВКЛ**) либо выведена (**ОТКЛ**) по адресу 1301 **Огр 33**. При задании уставки **РелеБлокировано**, функция защиты будет работать, но команда отключения выдаваться не будет.



Примечание:

При поставке данная защита имеет уставку **ОТКЛ**. Это сделано по причине того, что защита не должна работать до тех пор, пока не будет правильно назначена сторона или задана полярность ТТ. Без задания корректных уставок устройство может работать непредсказуемо (включая выдачу команды отключения)!

Чувствительность ограниченной защиты от замыканий на землю определяется величиной срабатывания **I-ДифЗЗ>** (адрес 1311). Это ток замыкания на землю, который протекает через нейтраль защищаемого объекта (трансформатора, генератора, двигателя, шунтирующего реактора). Добавочный ток нулевой последовательности, который может появляться из системы, не влияет на чувствительность. Значение срабатывания задается относительно номинального тока защищаемого объекта.

Заданное значение в области срабатывания может быть увеличено в зависимости от арифметической суммы токов (торможение осуществляется суммой величин всех токов), которая определяется по адресу 1313А **Наклон Характ**. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе **“Дополнительные параметры”**. Обычно достаточно предустановленного значения 0.

В особых случаях может быть полезно задержать сигнал срабатывания дифференциальной защиты. Для этого можно задать дополнительную выдержку времени. Таймер 1312А Т I-Диф33> запускается при определении внутреннего повреждения. Эта уставка является чисто дополнительной выдержки времени, которая не включает время действия защиты.

2.3.3 Обзор уставок

Примечание: Уставки, адреса которых содержат букву “А” могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4 в меню “Дополнительные уставки”.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1301	Огр 33	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Огранич земл. защита
1311	I-Диф33>	0.05..2.00 I/In	0.15 I/In	Порог срабатыв. Диф3 от КЗ на землю
1312А	Т I-Диф33>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка врем. ДифЗащ от КЗ на землю
1313А	Наклон Характ	0.00..0.95	0.00	Наклон характеристик. I-Диф33> = f(I-СУМ)

2.3.4 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
05803	>БЛК Огр33	>Блокировать Земл.защ.с огр.зоной действ
05811	Огр33 ВЫВЕДЕНА	Огр33 Выведена
05812	Огр33 БЛК	Огр33 Блокирована
05813	Огр33 ВВЕДЕНА	Огр33 Введена
05836	Огр33: ошибкаТТ	Огр33,ош.: Коэфф. согл.ТТ сл. больш/мал
05817	Огр33 Пуск	Огр33: Пуск
05816	Огр33>(безТ)	Огр33: ступень Огр33> (без выд. времени)
05821	Огр33 ОТКЛ	Огр33: Отключение
05826	Огр33 D:	Огр33: Величина D при ОТКЛ без выд вр
05827	Огр33 S:	Огр33: Вел угла S при ОТКЛ без выд вр
05830	Огр33 ОшНейтрТТ	Огр33 ошибка: нет нейтрали ТТ
05835	Огр33 отсутств	Огр33,ошибка: недост. для этого объекта

2.4 Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности

Общие положения Максимальная токовая защита (МТЗ) используется в качестве резервной защиты при коротких замыканиях в защищаемом объекте и обеспечивает резервирование при внешних замыканиях, которые не отключаются быстро и, таким образом, могут привести к повреждению защищаемого объекта.

Информация о подключении и привязкам к сторонам защищаемого объекта приводится в подразделе 2.1.1 под заголовком “Особые случаи” (стр. 17). Сторона привязки и типы характеристик вводятся по адресам с 120 по 123.

Токи в максимальную токовую защиту с выдержкой времени для фазных токов поступают от стороны, к которой привязана защита. Для МТЗ нулевой последовательности (НП) всегда используется сумма токов той стороны, к которой привязана защита. Сторона, от которой берутся фазные токи, может отличаться от стороны, которая используется для получения тока нулевой последовательности.

Если защищаемым объектом является **Защищ Объект = 1ф Шины** (адрес 105, см. подраздел 2.1.1), то функция МТЗ с выдержкой времени не используется.

В МТЗ имеются две ступени с независимой выдержкой времени (НВВ) и одна ступень с инверсной выдержкой времени (ИВВ) для фазных токов и тока нулевой последовательности. Ступени с инверсной характеристикой выдержки времени функционируют в соответствии с кривыми МЭК, ANSI или с характеристикой, определяемой пользователем.

2.4.1 Описание функции

2.4.1.1 МТЗ с независимой выдержкой времени

Ступени с независимой выдержкой времени для фазных токов и тока НП всегда доступны, даже, если, в соответствии с подразделом 2.1.1 (адреса 121 и/или 123), была сконфигурирована ступень с инверсной выдержкой времени.

Пуск, отключение Для фазных токов и для тока нулевой последовательности доступны две ступени с независимой выдержкой времени ($3 \cdot I_0$).

Каждый из фазных токов и ток НП $3 \cdot I_0$ сравнивается с величинами уставок **I>>** (общая уставка для трех фазных токов) и **3I0>>** (независимая уставка для $3 \cdot I_0$). Токи, превышающие заданные пороговые значения, обнаруживаются и выдаются сообщения. По истечении выдержки времени **T I>>** или **T 3I0>>**, выдается команда отключения. Значение возврата составляет приблизительно 95% от значения срабатывания для токов $> 0,3 \cdot I_{н}$.

На Рис. 2-49 приведена логическая схема для максимальных токовых ступеней **I>>** и **3I0>>**.

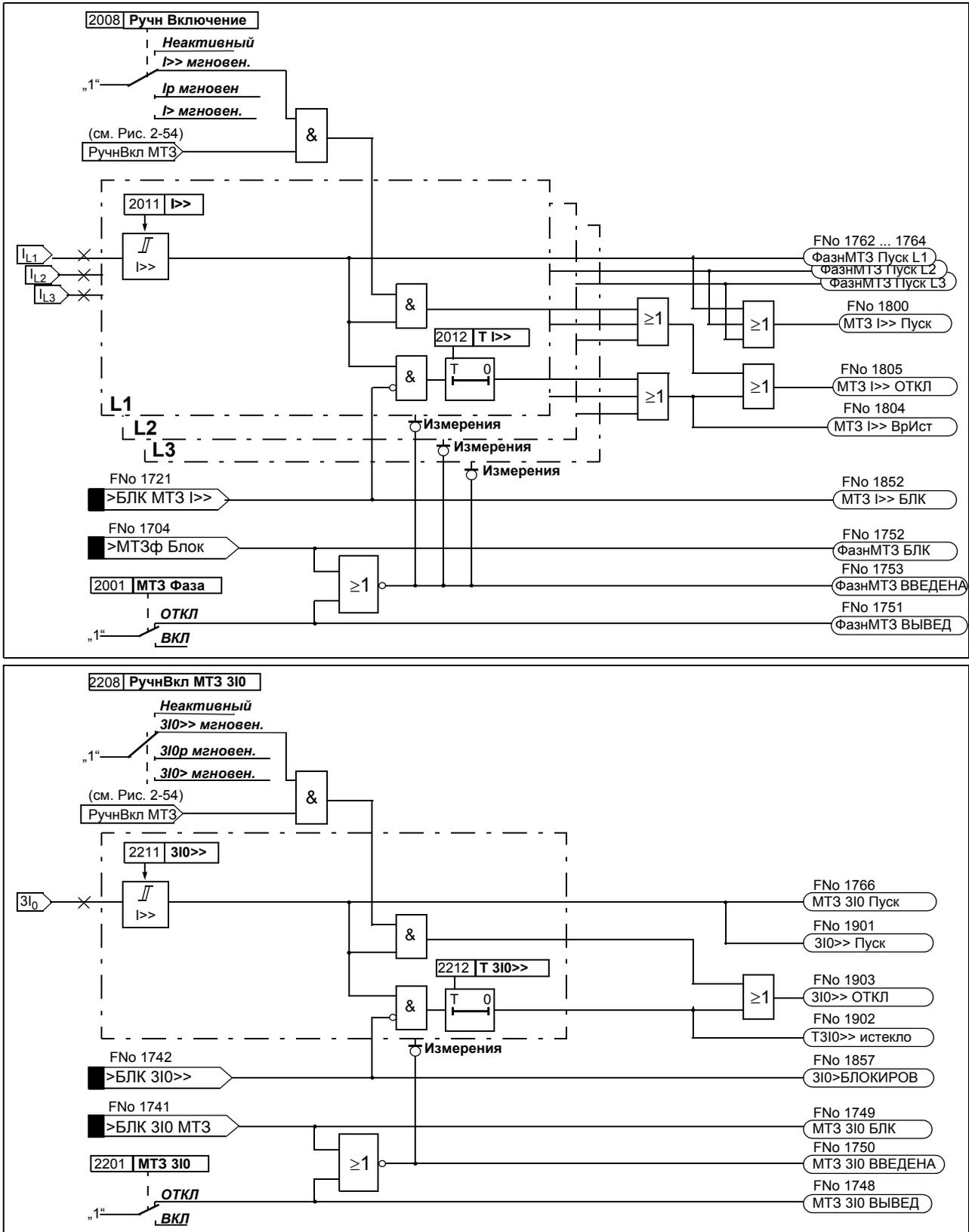


Рисунок 2-49 Логическая схема максимальных токовых ступеней I>> для фазных токов и тока НП

Каждый из фазных токов и ток НП $3 \cdot I_0$ дополнительно сравнивается с величинами уставок $I >$ (общая уставка для трех фазных токов) и $3I_0 >$ (независимая уставка для $3 \cdot I_0$). При превышении установленного порогового значения выдается сообщение о пуске. Но если используется торможение от броска тока намагничивания (см. подраздел 2.4.1.5), то вначале проводится анализ частот (подраздел 2.4.1.5). Если фиксируется условие броска тока, то сообщение о пуске подавляется, а вместо него выдается сообщение о броске тока. По истечении выдержки времени $T I >$ или $T 3I_0 >$ после пуска защиты без определения условия броска выдается команда на отключение. При наличии броска тока, отключение невозможно, но сообщение об истечении выдержки времени выдается. Значение возврата составляет приблизительно 95% от значения срабатывания для токов $> 0,3 \cdot I_{н}$.

На Рис. 2-50 приведена логическая схема ступеней $I >$ для фазных токов, на Рис. 2-51 - для тока НП.

Величины срабатывания для каждой из ступеней, $I >$ (для фазных токов), $3I_0 >$ (для тока НП), $I >>$ (для фазных токов), $3I_0 >>$ (для тока НП) и выдержки времени могут быть выставлены индивидуально.

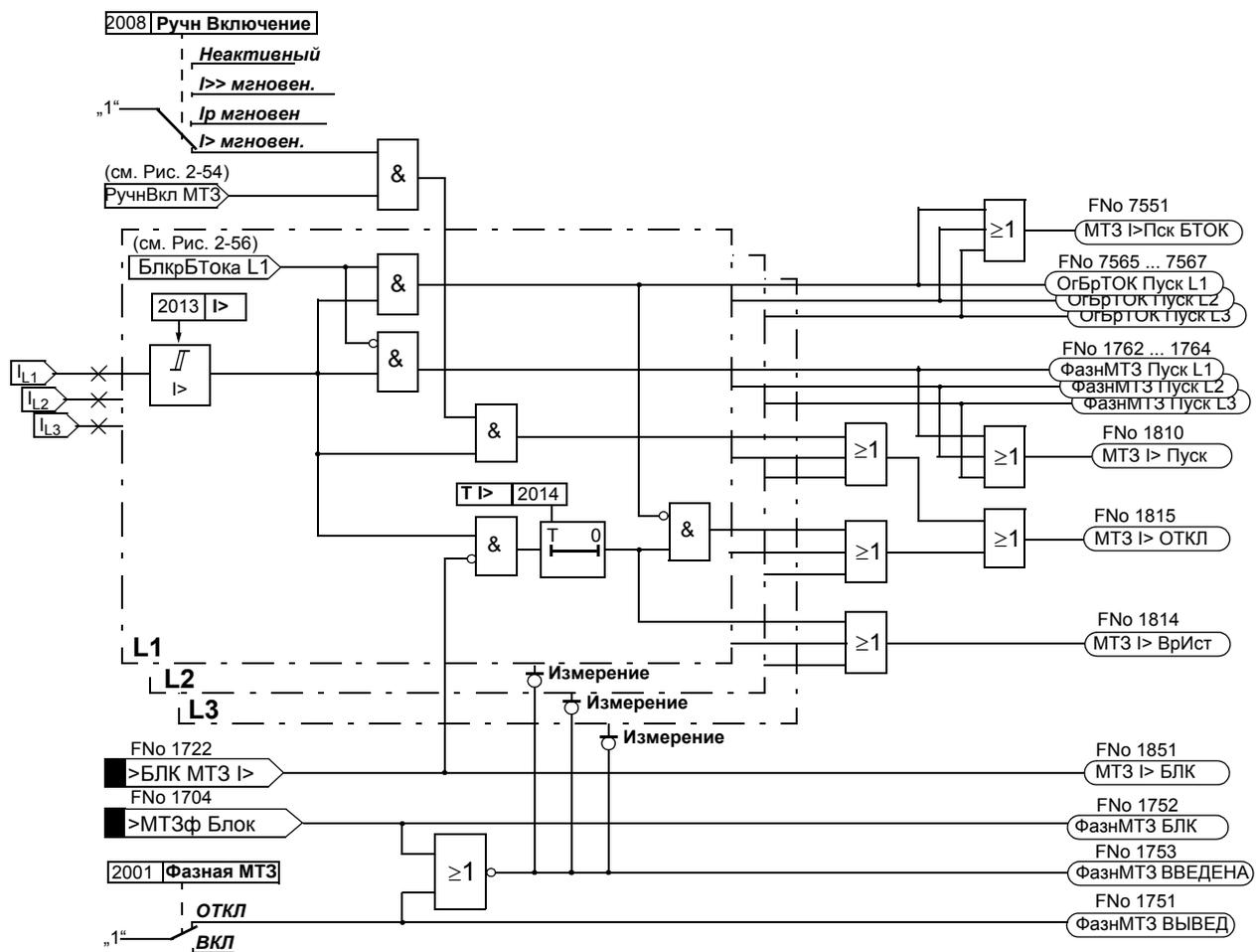


Рисунок 2-50 Логическая схема максимальной токовой ступени $I >$ для фазных токов

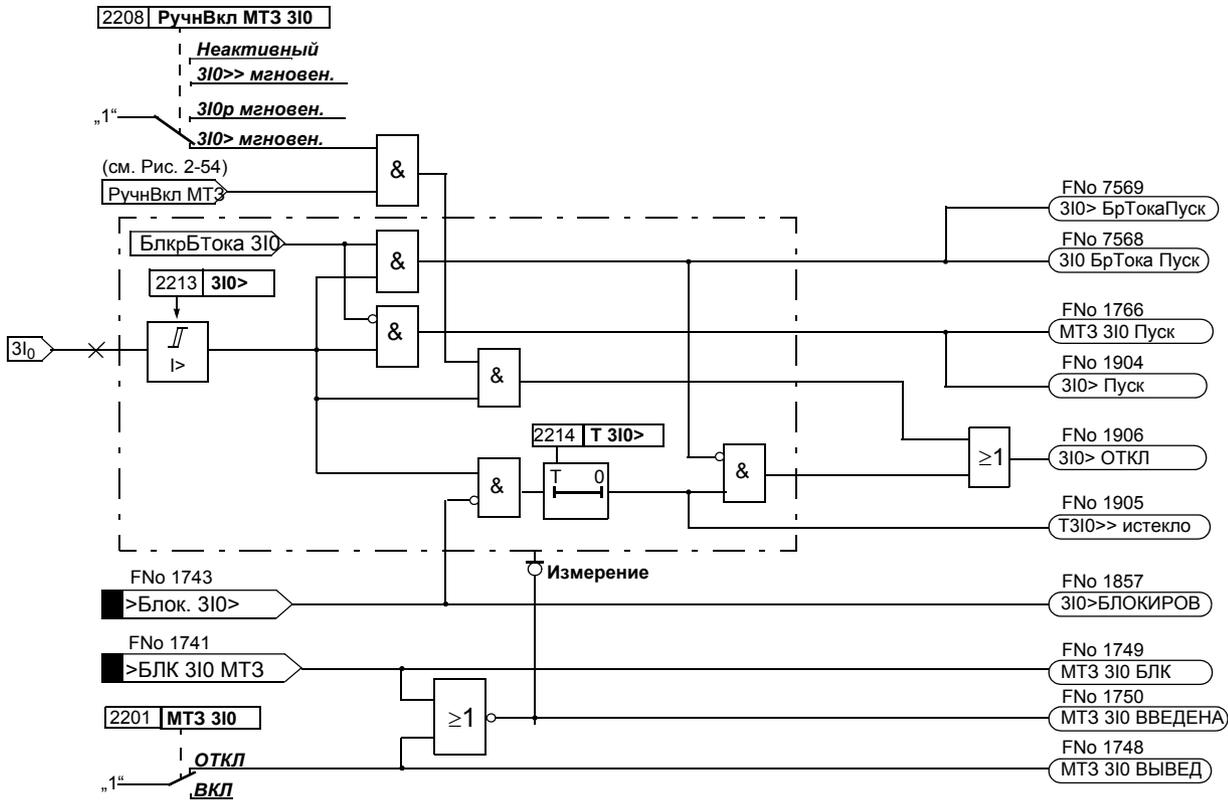


Рисунок 2-51 Логическая схема максимальной токовой ступени $3I_0>$ для тока нулевой последовательности

2.4.1.2 МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени

Ступени МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени функционируют в соответствии с характеристикой МЭК, ANSI или с определяемой пользователем характеристикой. Кривые характеристик и их уравнения приводятся в разделе Технические данные (Рис. с 4-7 по 4-9 в разделе 4.4). При конфигурировании одной из инверсных характеристик выдержки времени, ступени с независимыми выдержками времени $I>>$ и $I>$ также вводятся в работу (см. раздел 2.4.1.1).

Пуск, отключение

Каждый из фазных токов и ток НП (сумма фазных токов) сравниваются, соответственно, с общей величиной уставки I_p и отдельной величиной уставки $3I_{0p}$. Если ток в 1.1 раза превышает заданное значение, то пускается соответствующая ступень и выдается сигнал о пуске. Но если используется торможение от броска тока намагничивания (см. подраздел 2.4.1.5), то вначале проводится анализ частот (подраздел 2.4.1.5). Если фиксируется условие броска тока, то сообщение о пуске подавляется, а вместо него выдается сообщение о броске тока. Для срабатывания используются абсолютные величины колебаний основной гармоники. При пуске ступени I_p время срабатывания вычисляется на основании тока повреждения с помощью встроенного механизма измерения, в зависимости от выбранной характеристики отключения. По истечении выдержки времени выдается сигнал отключения при условии, что бросок тока не был обнаружен или торможение при броске тока выведено. Если торможение введено и обнаружен бросок тока, то

отключения не произойдет. Тем не менее, выдается сообщение о том, что выдержка времени истекла.

Для тока **3I_{0p}** характеристика может быть выбрана вне зависимости от характеристики, используемой для фазных токов.

Величины срабатывания для ступеней I_p (для фазных токов), $3I_{0p}$ (для тока НП) и выдержки времени для каждой из этих ступеней могут быть выбраны не зависимо друг от друга.

На Рис. 2-52 приведена логическая схема ступеней с инверсной выдержкой времени для фазных токов, на Рис. 2-53 - для тока НП.

**Характеристики
возврата для
характеристик
МЭК**

Возврат ступени, для которой используются кривые в соответствии со стандартом МЭК, происходит, когда соответствующий ток падает ниже 95 % от величины срабатывания. При последующем новом пуске таймер запустится с нуля.

**Характеристики
возврата для
характеристик
ANSI**

Вы можете определить будет ли происходить возврат ступени сразу же после того, как значение тока станет меньше порогового значения или же возврат будет задержан с помощью эмуляции диска. "Сразу же" означает, что возврат произойдет, когда значение тока снизится до приблизительно 95% от значения срабатывания. При новом пуске таймер начнет отсчет времени с нуля.

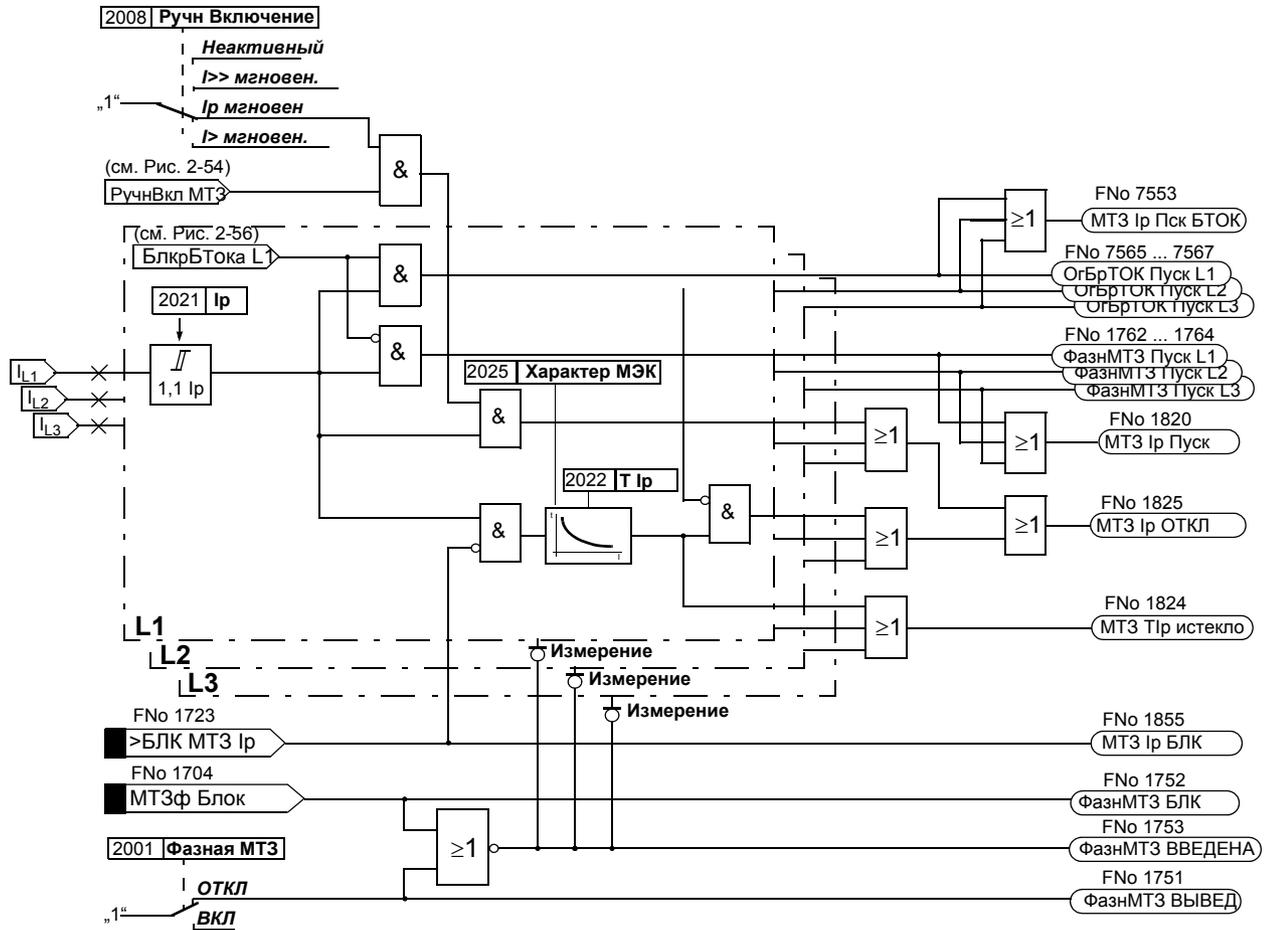


Рисунок 2-52 Логическая схема ступеней с инверсной выдержкой времени I_p для фазных токов — пример характеристик МЭК

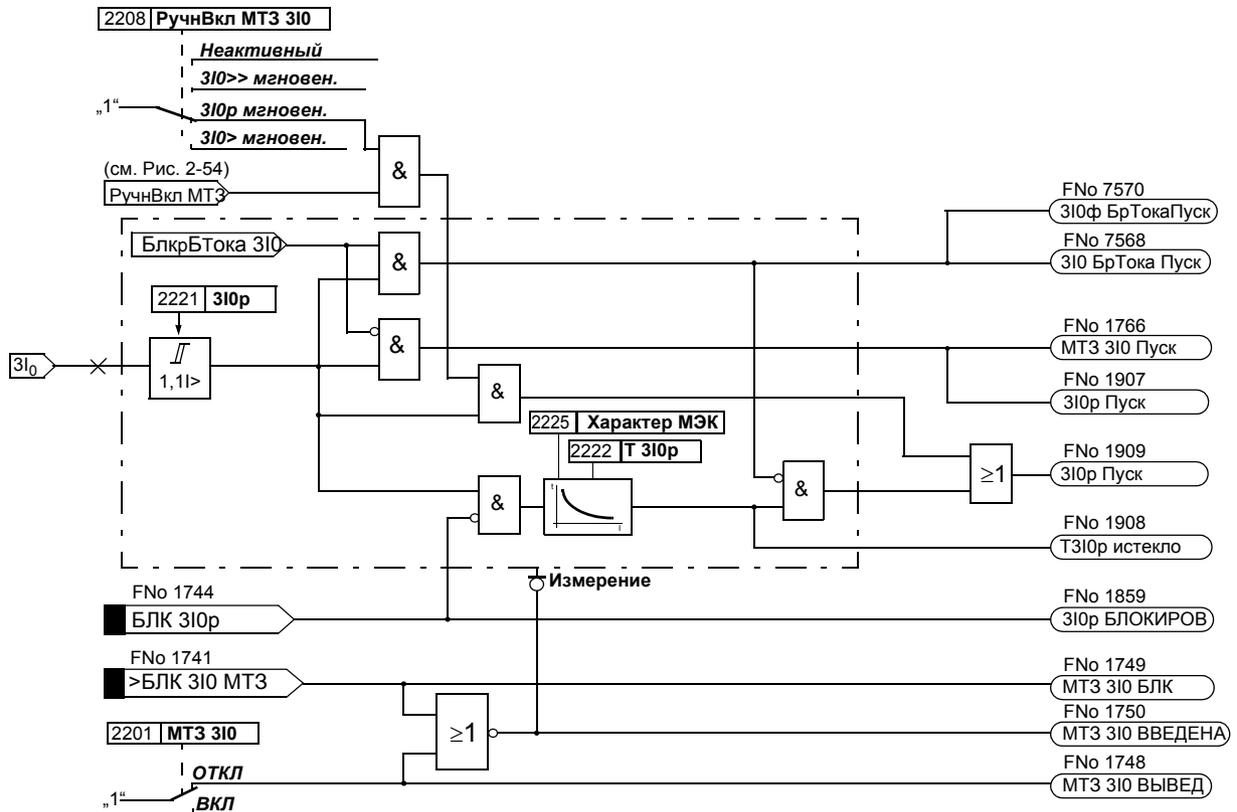


Рисунок 2-53 Логическая схема ступеней с инверсной выдержкой времени для токов НП — пример характеристик МЭК

Эмуляция диска задерживает процесс возврата (значение счетчика времени уменьшается), который начинается после отключения. Этот процесс соответствует обратному вращению индукционного диска Феррари (отсюда и название "эмуляция диска"). Если происходит несколько повреждений подряд, то из-за инерции индукционного диска учитывается "история" повреждений, и выдержка времени изменяется. Возврат начинается, когда измеряемое значения становится меньше 90% от уставки в соответствии с кривой возврата выбранной характеристики. В диапазоне возврата (95% от величины срабатывания и 90% от уставки), процессы убывания и возрастания находятся в спокойном состоянии. Если произошло уменьшение значения ниже 5% от заданной величины, то процесс возврата завершается, т.е. при возникновении нового повреждения отсчет таймера начинается с нуля.

Эмуляция диска имеет преимущества при согласовании ступеней времени МТЗ с другими устройствами (на электромеханической или индукционной базе), работающих в системе.

Кривые, определяемые пользователем

Характеристики отключения, основанные на кривых, определенных пользователем, могут быть заданы с помощью нескольких точек. Может быть введено до 20 пар токовых величин и величин времени. По этим значениям устройство определяет характеристику с помощью линейной интерполяции.

Если это необходимо, также можно определить характеристику возврата. Описание функции приведено под заголовком Характеристики возврата для характеристик ANSI. Если нет необходимости использовать определяемую пользователем характеристику возврата, то возврат происходит при приблизительно 95% от значения срабатывания; когда происходит новое срабатывание, отсчет таймера начинается с нуля.

2.4.1.3 Команда ручного включения

Когда выключатель включается на повреждение (в защищаемом объекте), то часто необходимо быстрое повторное отключение. Функция ручного включения разработана, чтобы избавиться от выдержки времени в одной из ступеней МТЗ, когда выключатель включается на повреждение вручную. Эта выдержка времени шунтируется с помощью импульса от внешнего ключа управления. Этот импульс продлевается по меньшей мере на 300 мс (Рис. 2-54). Уставки по адресам 2008А **Ручн Включение** и/или 2208А **РучнВкл МТЗ 310** определяют для какой из ступеней, при ручном включении выключателя, игнорируется выдержка времени.

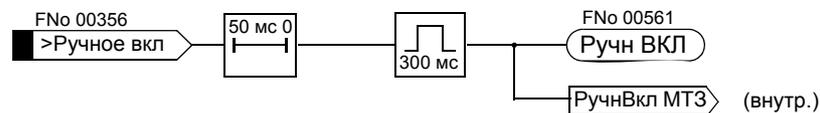


Рисунок 2-54 Логическая схема ручного включения

2.4.1.4 Динамическая коррекция уставок

С помощью функции динамического срабатывания при холодной нагрузке можно динамически увеличивать величины срабатывания ступеней максимальной токовой защиты с выдержкой времени, когда возникают условия динамического увеличения тока при холодной нагрузке, т.е. когда потребители увеличивают потребление мощности после длительного периода стабильного потребления, это происходит, например, в системах воздушного кондиционирования, нагревательных системах, двигателях и т.д. Поскольку существует возможность динамически увеличивать величины срабатывания и соответствующие выдержки времени, то нет необходимости включать условия холодной нагрузки в обычные уставки.

Обработка условий динамического срабатывания в условиях холодной нагрузки происходит так же как и для остальных ступеней МТЗ с выдержкой времени, см. подраздел 2.6 (стр. 124). Альтернативные значения задаются индивидуально для каждой из ступеней.

2.4.1.5 Отстройка от броска тока намагничивания

При подключении ненагруженных трансформаторов или шунтирующих реакторов к шинам под напряжением может возникнуть большой ток намагничивания (бросок тока намагничивания). Он в несколько раз может превышать номинальный ток и, в зависимости от типа и размера трансформатора, может длиться от нескольких миллисекунд до нескольких секунд.

Хотя обнаружение превышения тока основывается на основной гармонике измеряемых токов, при броске тока может произойти ложное срабатывание из-за того, что в броске тока может содержаться значительная доля основной гармоники.

Максимальная токовая защита с выдержкой времени имеет встроенную функцию отстройки от броска тока, которая блокирует ступени I> и I_p (но не I>>) МТЗ для фазных токов и тока НП, в случае обнаружения броска тока. После обнаружения бросков тока, превышающих уставки срабатывания, выдаются специальные сигналы о броске тока. Эти сигналы также иницируют сообщения о повреждении и запускают соответствующую выдержку времени. Если после истечения выдержки времени бросок тока все еще присутствует, выдается сообщение. Отключение подавляется.

Бросок тока характеризуется значительным содержанием второй гармоники (с удвоенной частотой), которая практически отсутствует при коротком замыкании. Если содержание второй гармоники в фазном токе превышает выбранное пороговое значение, то для этой фазы отключение блокируется. То же самое применяется и для ступеней тока нулевой последовательности.

Блокировка при броске тока имеет верхнее граничное значение: При превышении этого уровня (задается уставкой), блокирование подавляется, поскольку в этом случае подразумевается возникновение повреждения с большим током. Нижний предел это рабочий предел фильтра гармоник ($0,2I_H$).

На Рисунке 2-55 представлена упрощенная логическая схема.

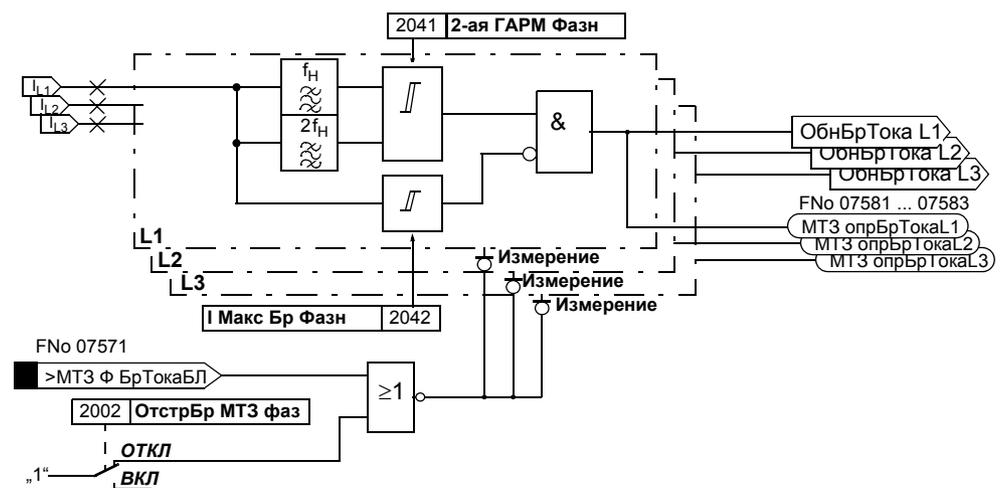


Рисунок 2-55 Логическая схема функции торможения при броске тока - пример для фазных токов

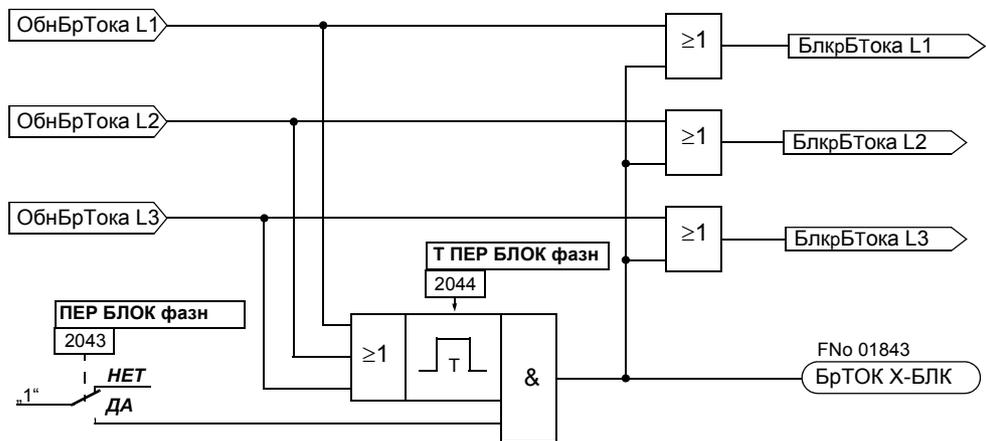


Рисунок 2-56 Логическая схема функции перекрестной блокировки для фазных токов

Поскольку торможение по гармоникам работает пофазно, то защита полностью работоспособна, даже когда, например, трансформатор включается на однофазное повреждение, тогда как броски тока могут присутствовать в одной из неповрежденных фаз. Однако, можно задать такой режим работы защиты, когда блокируется не только фаза, в которой обнаружено превышение содержания гармоники в броске тока, но также и другие фазы соответствующей ступени (так называемая "перекрестная блокировка"). Перекрестная блокировка может вводиться на выбранное время. На Рисунке 2-56 представлена логическая схема функции.

Перекрестное блокирование относится только к ступеням с фазными токами. Фазные броски тока не блокируют ступени тока нулевой последовательности и наоборот.

2.4.1.6 Быстродействующая защита шин с использованием обратной блокировки

Пример применения

Каждую ступень МТЗ можно заблокировать через дискретные входы устройства. Параметром определяется, работает ли дискретный вход как нормально разомкнутый (т.е. для блокирования нужно подать напряжение на вход) или как нормально замкнутый (т.е. для снятия блокировки нужно подать напряжение на вход). Таким образом, МТЗ можно использовать как быстродействующую логическую защиту шин в сетях с топологией "звезда" или "разомкнутое кольцо" (кольцо разомкнуто в одном месте), с использованием принципа "обратной блокировки". Это применяется в сетях высокого напряжения, в системе собственных нужд электростанции и т.д., когда трансформатор питает систему шин с несколькими отходящими присоединениями от системы на стороне высшего напряжения (см. Рис. 2-57).

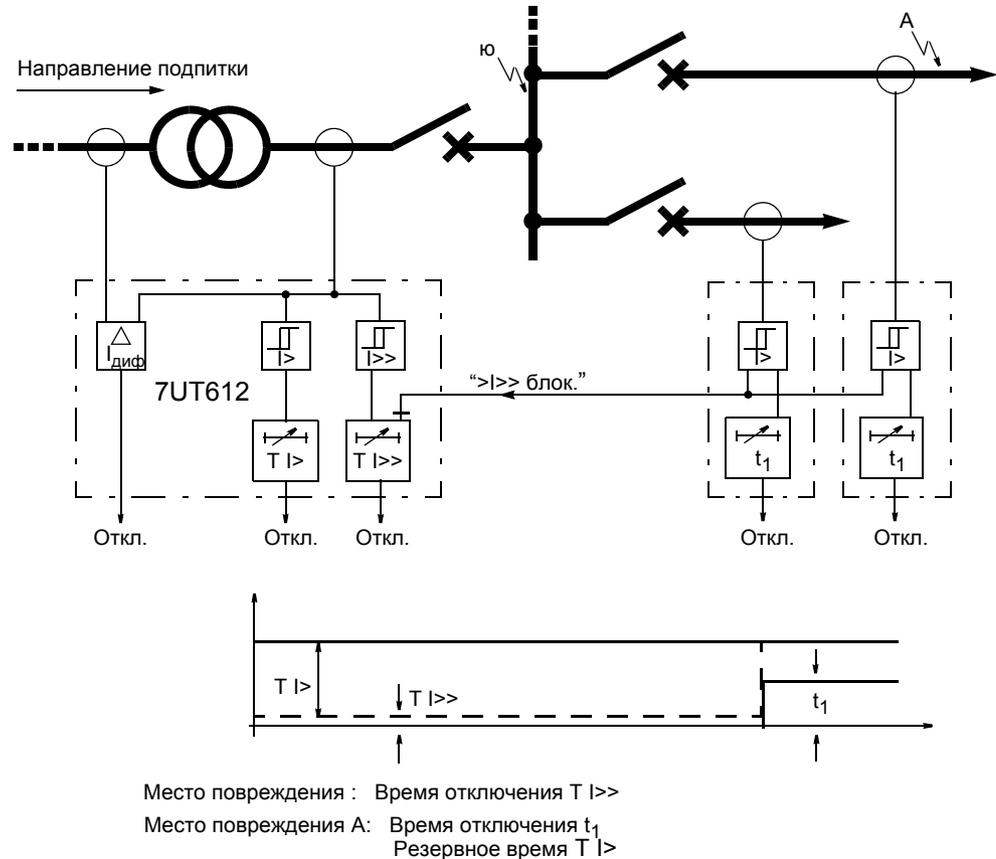


Рисунок 2-57 Быстродействующая защита шин с обратной блокировкой - принцип действия

МТЗ применяется для стороны низшего напряжения. “Обратная блокировка” означает, что МТЗ может выполнить отключение за небольшое время $T-I>>$, которое не зависит от времени ступени, если МТЗ не блокируется при срабатывании одного из максимальных токовых реле на отходящих присоединениях (см. Рис.2-57). Следовательно, защита, которая находится ближе всех к месту повреждения всегда будет срабатывать с небольшой выдержкой времени, поскольку она не может быть заблокирована реле, находящимся за местом повреждения. Ступени с выдержкой времени $I>$ или I_r работают в качестве резервных ступеней.

2.4.2 Задание параметров функции

При конфигурировании списка функций (подраздел 2.1.1, под заголовком “Особые случаи”, страница 18) уставками по адресам с 120 по 123 были определены стороны защищаемого объекта и типы характеристик, отдельно для фазных токовых ступеней и для ступени тока НП. Здесь вводятся уставки только для выбранной характеристики. Ступени с независимыми выдержками времени $I>>$, $3I0>>$, $I>$ и $3I0>$ доступны всегда.

2.4.2.1 Токовые ступени

Общие положения По адресу 2001 **Фазная МТЗ** максимальная токовая защита с выдержкой времени может быть задана в **ВКЛ** или **ОТКЛ**.

Уставка по адресу 2008А **Ручн Включение** определяет, какая ступень фазных токов будет работать без выдержки времени при фиксации ручного включения. Уставки **I>> мгновен.** и **I> мгновен.** могут быть установлены вне зависимости от типа выбранной характеристики. Уставка **I_p мгновен** доступна, если была сконфигурирована одна из ступеней с инверсной выдержкой времени. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе **“Дополнительные параметры”**.

Если МТЗ используется на стороне питания трансформатора, то выбирается ступень с большим током срабатывания I>>, которая не будет срабатывать в условиях броска тока или для ручного включения нужно выставить уставку **Неактивный**.

По адресу 2002 **ОтстрБр МТЗ фаз** вводится или выводится блокировка при броске тока (торможение по второй гармонике) для всех фазных ступеней МТЗ (за исключением ступени I>>). Задайте **ВКЛ**, если одна ступень МТЗ будет работать на питающей стороне трансформатора. В противном случае, используйте уставку **ОТКЛ**. Если вы по какой-то причине собираетесь задать очень маленькое значение срабатывания, учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20 % от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник).

Ступени с независимой выдержкой времени для больших токов I>>

Если ступень-I>> I>> (адрес 2011) комбинировать со ступенью -I> или ступенью I_p, то в результате получается двухступенчатая характеристика. Если одна ступень не требуется, то значение срабатывания необходимо установить равным ∞. Ступень I>> всегда работает с заданной выдержкой времени.

Если МТЗ используется на питающей стороне трансформатора, последовательно включаемого реактора, двигателя или на стороне нейтрали генератора, то эту ступень также можно использовать для организации токового ступенчатого принципа защиты. С помощью уставок можно сконфигурировать устройство для срабатывания при повреждениях только в пределах защищаемого объекта, а не при протекании сквозных токов.

Пример расчета:

Шины питаются через силовой трансформатор, со следующими данными:

Силовой трансформатор YNd5
35 МВА
110 кВ/20 кВ
u_к = 15%

Трансформаторы тока на стороне 110 кВ 200 А/5 А

МТЗ "привязана" к стороне 110 кВ (= питающая сторона).

Максимально возможный ток трехфазного КЗ на стороне 20 кВ с учетом источника напряжения на стороне 110 кВ составляет

$$I_{3\text{ф макс}} = \frac{1}{U_{\text{К трансф}}} \cdot I_{\text{Н трансф}} = \frac{1}{U_{\text{К трансф}}} \cdot \frac{S_{\text{Н трансф}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н}}} = \frac{1}{0,15} \cdot \frac{35 \text{ МВА}}{\sqrt{3} \cdot 110 \text{ кВ}} = 1224,7 \text{ А}$$

Учитывая коэффициент запаса 20 %, получаем первичную величину уставки:

$$\text{Уставка } I_{>>} = 1,2 \cdot 1224,7 \text{ А} = 1470 \text{ А}$$

При задании уставок в первичных величинах с помощью ПК с программой DIGSI 4 можно непосредственно установить данную величину. Для задания уставок во вторичных величинах необходимо, чтобы токи были приведены ко вторичной стороне ТТ.

Уставка (во вторичных величинах):

$$\text{Уставка } I_{>>} = \frac{1470 \text{ А}}{200 \text{ А}} \cdot 5 \text{ А} = 36,7 \text{ А}$$

т.е. для токов повреждения выше 1470 А (первичных) или 36,7 А (вторичных) считается, что повреждение находится в защищаемой зоне. Это повреждение можно отключить без выдержки времени с помощью МТЗ.

Большие броски тока, если их составляющая основной гармоники превышает заданное значение, действие защиты задерживается на соответствующую выдержку времени по адресу 2012 Т I>>). Отстройка от броска токов намагничивания не применяется для ступени I>>.

При использовании принципа "обратной блокировки" (см. подраздел 2.4.1.6 и Рис. 2-57) многоступенчатая МТЗ имеет преимущества: ступень I>> используется, например, как ускоренная защита шин с короткой выдержкой времени Т I>> (например, 50 мс). При повреждениях на отходящих линиях ступень I>> блокируется. Ступени I_p или I> используются в качестве резервной защиты. Величины срабатывания обеих ступеней (I> или I_p и I>>) устанавливаются одинаковыми. Выдержка времени Т I> или Т I_p (характеристика МЭК) или D I_p (характеристика ANSI) устанавливается таким образом, чтобы она превышала выдержку времени защиты, установленной на отходящих присоединениях.

Если устройство используется для защиты двигателей, то необходимо обеспечить, чтобы значение срабатывания I>> было меньше, чем наименьший ток повреждения (двухфазного) и больше, чем максимальный пусковой ток. Поскольку максимальный пусковой ток обычно меньше 1,6 х номинального пускового тока (даже при неблагоприятных условиях), то для токовых ступеней подойдет следующее значение I>>:

$$1,6 \cdot I_{\text{пуск}} > I_{>>} < I_{2\text{ф кз}}$$

Увеличение пускового тока может произойти из-за увеличения напряжения, которое уже было учтено коэффициентом 1,6. Ступень I>> может срабатывать мгновенно (Т I>> = 0,00 с), поскольку, в отличие от трансформаторов, насыщения в реактивном сопротивлении двигателей нет.

Задаваемое время Т I>> - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата) Эту выдержку можно задать равной бесконечности ∞. В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если пороговое значение установлено равным ∞, то не будет ни сообщения о срабатывании, ни появления сигнала отключения.

Максимальные токовые ступени с независимой выдержкой времени I>

В качестве уставки максимальной токовой ступени с выдержкой времени I> (адрес 2013) подходит максимальный рабочий ток. Пуск, вызванный условиями перегрузки, необходимо исключить, потому что устройство работает в этом режиме как защита от повреждений с соответствующими короткими выдержками времени, а не как защита от перегрузки. Для линий или шин задается значение приблизительно на 20% больше максимального ожидаемого нагрузочного тока, для трансформаторов и двигателей - приблизительно на 40% больше.

Задаваемая уставкой выдержка времени (адрес 2014 T I>) получается на основе таблиц согласования выдержек времени сети.

Выдержка времени T I> - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата) Эту выдержку можно задать равной бесконечности ∞ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если пороговое значение установлено равным ∞ , то не будет ни сообщения о срабатывании, ни появления сигнала отключения.

Максимальные токовые ступени Ip с обратной зависимой выдержкой времени с кривыми МЭК

Ступени с обратно зависимыми выдержками времени, в зависимости от конфигурации (см. подраздел 2.1.1, адрес 121), позволяют пользователю выбрать разные характеристики. При использовании характеристик МЭК (адрес 121 ХарМТЗфНВВ/ИВВ = МТЗ Хар-каМЭК) по адресу 2025 Характер МЭК вводятся следующие уставки:

Нормал.-инверсн (тип А согласно МЭК 60255–3),
Сильно-инверсн. (тип В согласно МЭК 60255–3),
Предел.-инверсн. (тип С согласно МЭК 60255–3) и
Длит.-инверсн (тип В согласно МЭК 60255–3).

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в "Технических данных" (раздел 4.4, Рис. 4-7).

Если выбрана обратно зависимая характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки, равный приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае протекания тока, в 1,1 раза большего заданного значения. Функция будет сброшена, как только величина тока станет на 95 % ниже значения пуска защиты.

Величина тока вводится по адресу 2021 Ip. Для значения уставки важную роль играет максимальный рабочий ток. Пуск, вызванный условиями перегрузки, необходимо исключить, потому что устройство работает в этом режиме как защита от повреждений с соответствующими короткими выдержками времени, а не как защита от перегрузки.

Соответствующий множитель для выдержки времени вводится по адресу 2022 T Ip. Этот множитель должен быть согласован со ступенчатым принципом выдержек времени сети.

Множитель времени можно задать равным ∞ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если использовать ступень Ip не требуется, то по адресу вводится 121 ХарМТЗфНВВ/ИВВ = *Независим Выд* при конфигурировании функций защит (подраздел 2.1.1).

Максимальные токовые ступени Ip с обратной зависимой выдержкой времени с кривыми ANSI

Ступени с обратно зависимыми выдержками времени, в зависимости от конфигурации (см. подраздел 2.1.1, адрес 121), позволяют пользователю выбрать разные характеристики. При использовании характеристик ANSI (адрес 121 **ХарМТЗфНВВ/ИВВ = МТЗ Хар-ка ANSI**) по адресу 2026 **Характер ANSI**: вводятся следующие уставки:

**Равн.-инверсн.,
Предел.-инверсн.,
Инверсная,
Длит.-инверсн.,
Умерен.-инверсн,
Сокращ.-инверсн и
Сильно-инверсн..**

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в "Технических данных" (раздел 4.4, Рис. 4-8 и 4-9).

Если выбрана инверсная характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки, равный приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае протекания тока, в 1,1 раза большего заданного значения.

Величина тока вводится по адресу 2021 **Ip**. Для значения уставки важную роль играет максимальный рабочий ток. Пуск, вызванный условиями перегрузки, необходимо исключить, поскольку, в указанном режиме устройство функционирует как защита от повреждений с соответствующими короткими выдержками времени, а не как защита от перегрузки.

Соответствующий множитель для выдержки времени вводится по адресу 2023 **D Ip**. Этот множитель должен быть согласован со ступенчатым принципом выдержек времени сети.

Множитель времени можно задать равным ∞ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если использовать ступень Ip не требуется, то по адресу вводится 121 **ХарМТЗфНВВ/ИВВ = Независим Выд** при конфигурировании функций защит (подраздел 2.1.1).

Если по адресу 2024 **ВрТок ХарВозвр** выставлено **Имит эл/мех рел**, то возврат функции происходит в соответствии с характеристикой возврата. Для получения более полной информации см. подраздел 2.4.1.2, под заголовком "Характеристики возврата для характеристик ANSI" (стр. 87).

Динамическая коррекция уставок

Для каждой ступени можно задать альтернативный набор уставок. Этот набор значений выбирается автоматически при работе устройства. Для получения более подробной информации по данной функции см. раздел 2.6 (стр. 124).

Для ступеней можно задать следующие альтернативные значения:

- для МТЗ с независимой выдержкой времени (для фазных токов):
адрес 2111 величина срабатывания **I>>**,
адрес 2112 выдержка времени **T I>>**,
адрес 2113 величина срабатывания **I>**,
адрес 2114 выдержка времени **T I>**,
- для МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени (для фазных токов), кривые МЭК:

адрес 2121 величина срабатывания I_p ,
адрес 2122 множитель времени $T I_p$;

- для МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени (для фазных токов), кривые ANSI:
адрес 2121 величина срабатывания I_p ,
адрес 2123 выдержка времени $D I_p$.

Кривые, определяемые пользователем

Для МТЗ с инверсной выдержкой времени пользователь может определить свои собственные характеристики срабатывания и возврата. Для конфигурации в DIGSI 4 появляется диалоговое окно. Введите до 20 пар значений тока и времени отключения (см. Рис. 2-58).

В программе DIGSI 4 характеристика может быть представлена в виде графика, см. правую часть Рис. 2-58.

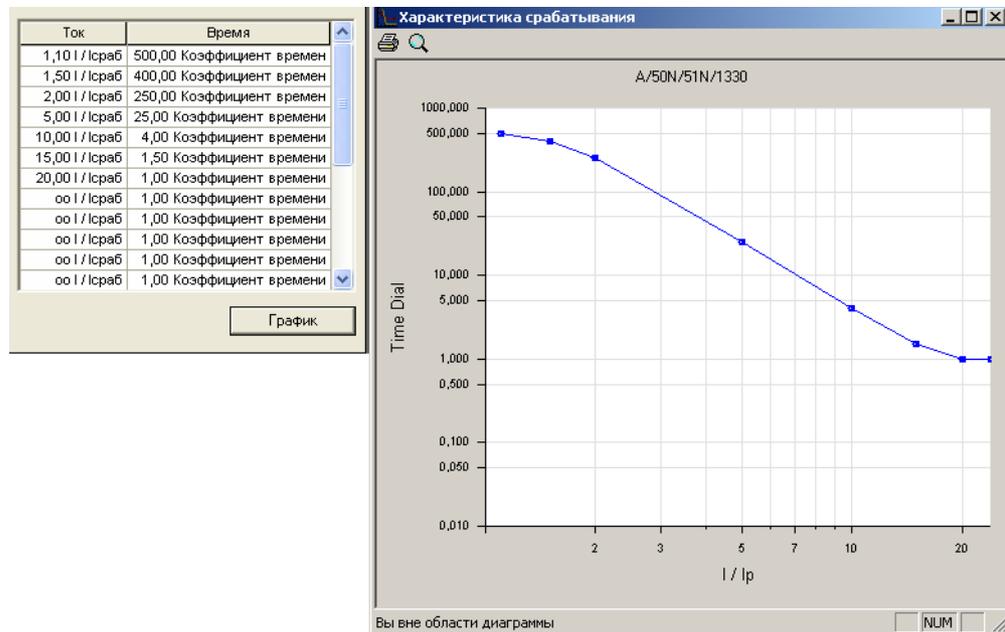


Рисунок 2-58 Ввод характеристики отключения, определенной пользователем, с помощью программы DIGSI 4 — пример

Для создания характеристики отключения, заданной пользователем, при конфигурации объема функций необходимо задать следующее (подраздел 2.1.1): адрес 121 **ХарМТЗфНВВ/ИВВ**, вариант **Хар-ка Пользов**. Если вы хотите определить еще и характеристику возврата, выставьте уставку **ХарВозв Польз**.

Пары значений соответствуют заданным значениям тока и времени.

Поскольку значения токов перед обработкой устройством сводятся в таблицу (см. Таблицу 2-3), то рекомендуется использовать только те предпочтительные значения тока, которые вы найдете в Таблице.

Таблица 2-3 Величины стандартных токов для определяемых пользователем характеристик срабатывания

I/I _p = 1 - 1,94		I/I _p = 2 - 4,75		I/I _p = 5 - 7,75		I/I _p = 8 - 20	
1.00	1.50	2.00	3.50	5.00	6.50	8.00	15.00
1.06	1.56	2.25	3.75	5.25	6.75	9.00	16.00
1.13	1.63	2.50	4.00	5.50	7.00	10.00	17.00
1.19	1.69	2.75	4.25	5.75	7.25	11.00	18.00
1.25	1.75	3.00	4.50	6.00	7.50	12.00	19.00
1.31	1.81	3.25	4.75	6.25	7.75	13.00	20.00
1.38	1.88					14.00	
1.44	1.94						

Уставка по умолчанию для значений тока равна ∞. Поэтому они не доступны. От этой защитной функции не осуществляются ни срабатывание, ни отключение.

Для определения характеристики срабатывания, **пожалуйста, учтите следующее:**

- Пары значений отображаются непрерывно. Вы также можете ввести меньше, чем 20 пар значений. В большинстве случаев будет достаточно 10 пар значений для точного определения характеристики. Оставшиеся пары величин, которые не будут использоваться, необходимо сделать недействительными путем введения уставки “∞” для пороговой величины! Пожалуйста, убедитесь, что с помощью пар значений была сформирована четкая непрерывная характеристика.
- Для токов выберите значения из Таблицы 2-3 и добавьте к ним соответствующие значения времени. Отклонения величин I/I_p округляются. Сообщение об этом не выдается.
- Токи, меньшие, чем токовое значение *самой низкой* точки характеристики, не приводят к увеличению времени отключения. Характеристика срабатывания (см. Рисунок 2-59, справа) идет параллельно оси токов, вплоть до *самой низкой точки* характеристики.

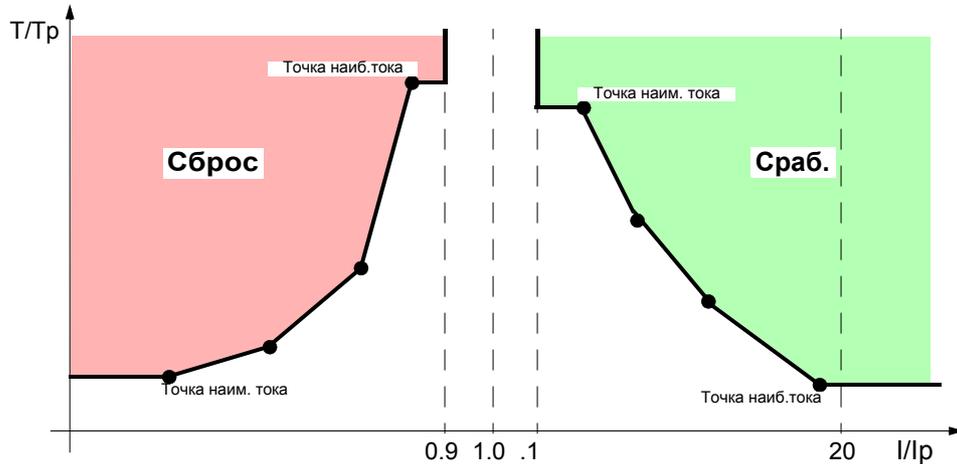


Рисунок 2-59 Определяемая пользователем характеристика - пример

- Токи, большие, чем токовое значение *самой высокой* точки характеристики, не приводят к уменьшению времени отключения. Характеристика срабатывания (см. Рисунок 2-59, справа) идет параллельно оси токов, и начинается в *наивысшей* точке характеристики.

Для определения характеристики возврата, **пожалуйста, учтите следующее:**

- Для токов выберите значения из Таблицы 2-4 и добавьте к ним соответствующие значения времени. Отклонения величин I/I_p округляются. Сообщение об этом не выдается.
- Токи, большие, чем токовое значение *самой высокой* точки характеристики, не приводят к увеличению времени возврата. Характеристика возврата (см. Рисунок 2-59, слева) идет параллельно оси токов, вплоть до *самой высокой точки* характеристики.
- Токи, меньшие, чем токовое значение *самой низкой* точки характеристики, не приводят к уменьшению времени возврата. Характеристика возврата (см. Рисунок 2-59, слева) идет параллельно оси токов, и начинается в *самой низкой* точке характеристики.
- Токи, меньшие, чем 0,05 от заданного значения тока, приводят к немедленному возврату.

Таблица 2-4 Величины стандартных токов для определяемых пользователем характеристик возврата

$I/I_p = 1 - 0,86$		$I/I_p = 0,84 - 0,67$		$I/I_p = 0,66 - 0,38$		$I/I_p = 0,34 - 0,00$	
1.00	0.93	0.84	0.75	0.66	0.53	0.34	0.16
0.99	0.92	0.83	0.73	0.64	0.50	0.31	0.13
0.98	0.91	0.81	0.72	0.63	0.47	0.28	0.09
0.97	0.90	0.80	0.70	0.61	0.44	0.25	0.06
0.96	0.89	0.78	0.69	0.59	0.41	0.22	0.03
0.95	0.88	0.77	0.67	0.56	0.38	0.19	0.00
0.94	0.86						

Отстройка от броска тока

Отстройка от броска тока может быть введена (**ВКЛ**) или выведена (**ОТКЛ**) по адресу 2002 **ОтстрБр МТЗ фаз** общих уставок (см. стр. 94, под заголовком "Общие положения"). Отстройка от бросков тока особенно необходима для трансформаторов, если МТЗ используется на питающей стороне. Параметры функции блокировки при броске тока задаются в разделе "Бросок тока".

Он работает по принципу оценки содержания второй гармоники в броске тока при включении. Отношение второй гармоники к основной гармонике **2-ая ГАРМ Фазн** (адрес 2041) в качестве значения по умолчанию задается равным $I_{2fn}/I_{fn} = 15\%$. Эту уставку можно использовать без изменения. Для обеспечения дополнительного торможения в особых случаях, когда условия включения особенно неблагоприятно, по упомянутому адресу можно задать меньшее значение.

Если ток превышает величину установленную по адресу 2042 **I Макс Бр Фазн**, то отстройки по 2-й гармонике проводиться не будет.

Торможение при броске тока можно дополнить так называемой функцией "перекрестной блокировки". Это означает, что если гармоническая составляющая превышена только в одной *фазе*, все *три* фазы ступеней $I >$ или I_r будут заблокированы. Перекрестную блокировку можно установить в **ВКЛ** или в **ОТКЛ** по адресу 2043 **ПЕР БЛОК фазн**.

Выдержка времени в течении которой, после определения броска тока намагничивания, активизируется функция перекрестного блокирования, вводится по адресу 2044 **Т ПЕР БЛОК фазн**.

2.4.2.2 Токовые ступени нулевой последовательности

Общие положения

МТЗ для токов нулевой последовательности можно ввести **ВКЛ** или вывести **ОТКЛ** из работы по адресу 2201 **МТЗ 3I0**.

Уставка по адресу 2208А **РучнВкл МТЗ 3I0** определяет, какая ступень фазных токов будет работать без выдержки времени при фиксации ручного включения. Уставки **3I0>> мгновен.** и **3I0> мгновен.** могут быть установлены вне зависимости от типа выбранной характеристики. Уставка **3I0p мгновен.** доступна, если была сконфигурирована одна из ступеней с инверсной выдержкой времени. Этот параметр можно изменить только в DIGSI 4 в разделе "**Дополнительные параметры**". Для этой уставки применяются те же принципы, что для ступеней фазных токов.

Уставкой по адресу 2202 **ОтстрБр МТЗ 3I0** вводится или выводится торможение от броска тока (торможение по 2-ой гармонике). Задайте **ВКЛ**, если ступень тока нулевой последовательности МТЗ применяется на питающей стороне трансформатора с заземленной нейтралью. В противном случае, используйте уставку **ОТКЛ**.

Ступень с независимой выдержкой времени для больших токов 3I0>>

Если ступень $I_0>> 3I0>>$ (адрес 2211) комбинировать со ступенью $I>$ или I_p , то в результате получается двухступенчатая характеристика. Если одна ступень не требуется, то значение срабатывания необходимо установить равным ∞ . Ступень $3I0>>$ всегда работает с заданной выдержкой времени.

Если защищаемая обмотка не заземлена, то ток нулевой последовательности появляется только при внутреннем замыкании на землю или при двойном замыкании на землю, одна точка которого является внутренним замыканием. В этом случае, ступень $I_0>>$ обычно не требуется.

Ступень $I_0>>$ может быть использована, например, для согласования токовых величин. Пожалуйста, учтите, что необходима система токов нулевой последовательности. Для трансформаторов с отдельными обмотками системы нулевой последовательности обычно разделяются (исключение: двустороннее заземление).

Броски токов могут появиться только в системах нулевой последовательности, если нейтраль соответствующей обмотки заземлена. Если составляющая основной гармоники превышает уставку, действие защиты задерживается на соответствующую выдержку времени (адрес 2212 T 3I0>>).

“Обратная блокировка” (подраздел 2.4.1.6, см. Рис. 2-57) имеет смысл, только если обмотка заземлена. В таком случае, многоступенчатая функция МТЗ с выдержкой времени имеет преимущество: ступень $3I0>>$ используется, например, как ускоренная защита шин с короткой выдержкой времени T 3I0>> (например, 50 мс). При повреждениях на отходящих линиях ступень $3I0>>$ блокируется. Ступени $3I0p$ или $3I0>$ используются в качестве резервной защиты. Величины срабатывания обеих ступеней ($3I0>$ или $3I0p$ и $3I0>>$) устанавливаются одинаковыми. Выдержка времени T 3I0> или T 3I0p (характеристика МЭК) или D 3I0p (характеристика ANSI) устанавливается таким образом, чтобы она превышала выдержку времени защиты, установленной на отходящих присоединениях. В этом случае большое значение имеет ступенчатая характеристика при замыканиях на землю, которая в большинстве случаев позволяет применить меньшие уставки по времени.

Задаваемое время T 3I0>> - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата). Эту выдержку можно задать равной бесконечности ∞ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если пороговое значение срабатывания установлено равным ∞ , то не будет ни сообщения о срабатывании, ни появления сигнала отключения.

Максимальная токовая ступень с независимой выдержкой времени для больших токов 3I0>

Для задания уставок максимальной токовой ступени с выдержкой времени 3I0> (адрес 2213) подходит минимальный ток замыкания на землю.

Задаваемая уставкой выдержка времени (параметр 2214 T 3I0>) получается на основе таблиц согласования выдержек времени энергосети. Для токов нулевой последовательности в сети с заземленной нейтралью вы можете задать отдельную ступенчатую характеристику с более короткими выдержками времени. Если вы задаете слишком маленькое значение срабатывания, учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20 % от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник). При использовании отстройки от броска тока намагничивания необходимо использовать соответствующую выдержку времени.

Задаваемое время **T 310>** - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата). Эту выдержку можно задать равной бесконечности ∞ . В этом случае будет выдаваться сообщение о пуске защиты, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если пороговое значение срабатывания установлено равным ∞ , то не будет ни сообщения о срабатывании, ни появления сигнала отключения.

Максимальные токовые ступени 310p с обратной зависимой выдержкой времени с кривыми МЭК

Ступень с обратно зависимой выдержкой времени, в зависимости от конфигурации (см. подраздел 2.1.1, адрес 123), позволяет пользователю выбрать различные характеристики. При использовании характеристик МЭК (адрес 123 **ХарМТЗ_310Н/ИВВ = МТЗ Хар-ка МЭК**) по адресу 2225 **Хар-ка МЭК** вводятся следующие уставки:

Нормал.-инверсн (тип А согласно МЭК 60255–3),
Сильно-инверсн. (тип В согласно МЭК 60255–3),
Предел.-инверс. (тип С согласно МЭК 60255–3), и
Длит.-инверс (тип В согласно МЭК 60255–3).

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в "Технических данных" (раздел 4.4, Рис. 4-7).

Если выбрана обратозависимая характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки приблизительно 1.1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае возникновения тока, в 1,1 раза большего заданного значения. Функция будет сброшена, как только величина тока составит 95% от значения пуска защиты.

Величина тока вводится по адресу 2221 **310p**. Наиболее подходит для задания этой уставки минимальный ток замыкания на землю.

Соответствующий множитель для выдержки времени вводится по адресу 2222 **T 310p**. Этот множитель должен быть согласован со ступенчатым принципом выдержек времени сети. Для токов нулевой последовательности в сети с заземленной нейтралью вы можете задать отдельную ступенчатую характеристику с более короткими выдержками времени. Если вы задаете слишком маленькое значение срабатывания, учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20 % от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник). При использовании отстройки от броска тока намагничивания необходимо использовать соответствующую выдержку времени.

Множитель времени можно задать равным ∞ . В этом случае будет выдаваться сообщение о пуске защиты, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если использовать ступень Ip не требуется, то при конфигурировании функций защит по адресу 123 вводится **ХарМТЗ_310Н/ИВВ Независим Выд = Независим Выд** (подраздел 2.1.1).

Максимальные токовые ступени 3I_{0p} с обратной зависимой выдержкой времени с кривыми ANSI

Ступени с инверсными выдержками времени, в зависимости от конфигурации (см. подраздел 2.1.1, адрес 123), позволяют пользователю выбрать различные характеристики. При использовании характеристик ANSI (адрес 123 **ХарМТЗ_3I0Н/ИВВ = МТЗ Хар-ка ANSI**) по адресу 2226 **Характер ANSI** вводятся следующие уставки:

*Равн.-инверсн.,
Предел.-инверсн.,
Инверсная,
Длит.-инверсн.,
Умерен.-инверсн,
Сокращ.-инверсн, и
Сильно-инверсн..*

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в "Технических данных" (раздел 4.4, Рис. 4-8 и 4-9).

Если выбрана инверсная характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае возникновения тока, в 1,1 раза превышающего заданное значение.

Величина тока вводится по адресу 2221 **3I0p**. Наиболее подходит для задания этой уставки минимальный ток замыкания на землю.

Соответствующий множитель для выдержки времени вводится по адресу 2223 **D 3I0p**. Этот множитель должен быть согласован со ступенчатым принципом выдержек времени сети. Для токов нулевой последовательности в сети с заземленной нейтралью вы можете задать отдельную ступенчатую характеристику с более короткими выдержками времени. Если вы задаете слишком маленькое значение срабатывания, учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20 % от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник). При использовании отстройки от броска тока намагничивания необходимо использовать соответствующую выдержку времени.

Множитель времени можно задать равным ∞. В этом случае будет выдаваться сообщение о пуске защиты, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если ступень 3I_{0p} не требуется, то при конфигурировании списка функций (подраздел 2.1.1) по адресу 123 вводится **ХарМТЗ_3I0Н/ИВВ = Независим Выд.**

Если по адресу 2224 **ВрТок ХарВозвр** выставлено **Имит эл/мех рел**, то возврат функции происходит в соответствии с характеристикой возврата. Для получения более полной информации см. подраздел 2.4.1.2, под заголовком "Характеристики возврата для характеристик ANSI" (стр. 87).

Динамическая коррекция уставок

Для каждой ступени можно задать альтернативный набор уставок. Этот набор значений выбирается автоматически при работе устройства. Для получения более подробной информации по данной функции см. раздел 2.6 (стр. 124).

Для ступеней можно задать следующие альтернативные значения:

- для МТЗ с независимыми выдержками времени 3I₀:
адрес 2311 величина срабатывания **3I0>>**,
адрес 2312 выдержка времени **T 3I0>>**,

адрес 2313 величина срабатывания **3I0>**,
адрес 2314 выдержка времени **T 3I0>**,

- для МТЗ с инверсной выдержкой времени $3I_0$ в соответствии с кривыми МЭК:
адрес 2321 величина срабатывания **3I0p**,
адрес 2322 множитель времени **T 3I0p**;
- для МТЗ с инверсной выдержкой времени $3I_0$ в соответствии с кривыми ANSI:
адрес 2321 величина срабатывания **3I0p**,
адрес 2323 выдержка времени **D 3I0p**.

Кривые, определяемые пользователем

Для МТЗ с инверсной выдержкой времени пользователь может определить свои собственные характеристики срабатывания и возврата. Для конфигурации в DIGSI 4 появляется диалоговое окно. Введите до 20 пар значений тока и времени отключения (см. Рис. 2-58 на стр. 98).

Процедура аналогична действиям для ступеней фазных токов. см. подраздел 2.4.2.1 под подзаголовком “Кривые, определяемые пользователем” на стр.98.

Для создания характеристики отключения, защищаемой пользователем, при конфигурации объема функций необходимо задать следующее (подраздел 2.1.1): адрес 123 **ХарМТЗ_3I0Н/ИВВ**, вариант **Хар-ка Пользов.** Если вы хотите определить еще и характеристику возврата, выберите вариант **ХарВозв Польз.**

Отстройка от броска тока

Отстройка от броска тока может быть введена (**ВКЛ**) или выведена (**ОТКЛ**) по адресу 2202 **ОтстрБр МТЗ фаз** общих уставок (см. стр. 101, под заголовком “Общие положения”). В особенности для трансформаторов, если МТЗ используется на питающей стороне, необходима блокировка при броске тока. Параметры функции блокировки при броске тока задаются в разделе “Бросок тока”.

Он работает по принципу оценки содержания второй гармоники в броске тока при включении. Отношение 2-й гармоники к основной **2-ая ГАРМ 3I0** (адрес 2241) по умолчанию задано равным $I_{2fn}/I_{fn} = 15\%$. Эту уставку можно использовать без изменения. Для обеспечения дополнительного торможения в особых случаях, когда условия включения особенно неблагоприятно, по упомянутому адресу можно задать меньшее значение.

Если ток превышает величину установленную по адресу 2242 **I Макс Бр 3I0**, то отстройки по 2-й гармонике проводиться не будет.

2.4.3 Обзор уставок

Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_n = 1$ А. Для номинального тока $I_n = 5$ А токовые величины необходимо умножить на 5. Для уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Примечание: Уставки, адреса которых содержат букву “А” могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4 в меню “Дополнительные параметры”.

Фазные токи

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2001	Фазная МТЗ	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	МТЗ (фазная)
2002	ОтстрБр МТЗ фаз	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Отстройка от броска тока намагн. МТЗ фаз
2008А	Ручн Включение	I>> мгновен. I> мгновен. Iр мгновен Неактивный	I>> мгновен.	Режим ручного включения
2011	I>>	0.10..35.00 А; ∞	2.00 А	Уставка по току ступени I>>
2012	T I>>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени ступени МТЗ I>>
2013	I>	0.10..35.00 А; ∞	1.00 А	Уставка по току ступени МТЗ I>
2014	T I>	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени ступени МТЗ I>
2111	I>>	0.10..35.00 А; ∞	10.00 А	Уставка по току ст.МТЗ I>> при дин.корр.
2112	T I>>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выд.времени ст.МТЗ I>> при дин.корр.
2113	I>	0.10..35.00 А; ∞	2.00 А	Уставка по току ст.МТЗ I> при дин.корр.
2114	T I>	0.00..60.00 с; ∞	0.30 с	Выд.времени ст.МТЗ I> при дин.корр.
2021	Iр	0.10..4.00 А	1.00 А	Уставка по току ступени МТЗ Iр
2022	T Iр	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени ступени МТЗ Iр
2023	D Iр	0.50..15.00; ∞	5.00	Коефф. времени TD ст. Iр
2024	ВрТок ХарВозвр	Мгновенная Имит эл/мех рел	Имит эл/мех рел	Времятоковая характеристика возврата
2025	Характер МЭК	Нормал.-инверсн Сильно-инверсн. Предел.-инверсн. Длит.-инверсн	Нормал.-инверсн	Характеристические кривые МЭК (МЭК)
2026	Характер ANSI	Сильно-инверсн. Инверсная Сокращ.-инверсн Длит.-инверсн. Умерен.-инверсн Предел.-инверсн. Равн.-инверсн.	Сильно-инверсн.	Характеристические кривые ANSI
2121	Iр	0.10..4.00 А	1.50 А	Уставка по току ст.МТЗ Iр при дин.корр.

2.4 Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2122	T Ip	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выд. времени ст. МТЗ Ip при дин. корр.
2123	D Ip	0.50..15.00; ∞	5.00	Коэфф. времени D ст. Ip при дин. корр.
2031	I/Ip Пск Т/Тр	1.00..20.00 I/Ic; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Характеристика срабатывания I/Ip Т/Тр
2032	МнПуск Воз Т/Тр	0.05..0.95 I/Ic; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Множитель срабатывания <-> Т/Тр
2041	2-ая ГАРМ Фазн	10..45 %	15 %	Составл. 2-й гармон. МТЗ фазн в % от осн
2042	I Макс Бр Фазн	0.30..25.00 А	7.50 А	Макс. ток броска тока намагнич. МТЗ фазн
2043	ПЕР БЛОК фазн	НЕТ ДА	НЕТ	Перекрестная блокировка МТЗ фазн
2044	Т ПЕР БЛОК фазн	0.00..180.00 с	0.00 с	Выдержка врем. перекр. блокировки МТЗ фаз

Ток нулевой последовательности

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2201	МТЗ 3I0	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	МТЗ Нулевой последовательности
2202	ОтстрБр МТЗ 3I0	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Отстройка от броска тока намагн. МТЗ 3I0
2208А	РучнВкл МТЗ 3I0	3I0>> мгновен. 3I0> мгновен. 3I0р мгновен. Неактивный	3I0>> мгновен.	МТЗ 3I0 режим ручного включения
2211	3I0>>	0.05..35.00 А; ∞	0.50 А	Уставка по току ступени 3I0>>
2212	T 3I0>>	0.00..60.00 с; ∞	0.10 с	Выдержка времени ступени 3I0>>
2213	3I0>	0.05..35.00 А; ∞	0.20 А	Уставка по току ступени 3I0>
2214	T 3I0>	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени ступени 3I0>
2311	3I0>>	0.05..35.00 А; ∞	7.00 А	Уставка по току ступ. 3I0>> при дин. корр
2312	T 3I0>>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени ступ. 3I0>> при дин. корр
2313	3I0>	0.05..35.00 А; ∞	1.50 А	Уставка по току ступ. 3I0> при дин. корр

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2314	T 3I0>	0.00..60.00 с; ∞	0.30 с	Выдержка времени ступ.3I0> при дин.корр
2221	3I0p	0.05..4.00 А	0.20 А	Уставка по току ступени 3I0p
2222	T 3I0p	0.05..3.20 с; ∞	0.20 с	Выдержка времени ступени 3I0p
2223	D 3I0p	0.50..15.00; ∞	5.00	Кэфф. времени ступени 3I0p
2224	ХАР ВОЗВР МТЗ	Мгновенная Имит эл/мех рел	Имит эл/мех рел	Хар-ка возврата МТЗ
2225	Хар-ка МЭК	Нормал.-инверсн Сильно-инверсн. Предел.-инверс. Длит.-инверсн	Нормал.-инверсн	Характеристические кривые МЭК
2226	Хар-ка ANSI	Сильно-инверсн. Инверсная Сокращ.-инверсн Длит.-инверсн. Умерен.-инверсн Предел.-инверс. Равн.-инверсн.	Сильно-инверсн.	Характеристические кривые ANSI
2321	3I0p	0.05..4.00 А	1.00 А	Уставка по току ступ.3I0p при дин.корр
2322	T 3I0p	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени ступ.3I0p при дин.корр
2323	D 3I0p	0.50..15.00; ∞	5.00	Кэфф. времени ступ.3I0p при дин.корр
2231	/I0pПускТ/ТI0p	1.00..20.00 I/Ic; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Хар-ка срабатыв. 3I0/3I0p - Т3I0/Т3I0p
2232	МofPU ResТ/ТI0p	0.05..0.95 I/Ic; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Хар-ка возврата 3I0/3I0p - Т3I0/Т3I0p
2241	2-ая ГАРМ 3I0	10..45 %	15 %	Составл. 2-й гармон. МТЗ 3I0 в % от осн
2242	I Макс Бр 3I0	0.30..25.00 А	7.50 А	Макс.ток броска тока намагнич. МТЗ 3I0

2.4.4 Список сообщений

Общие положения

№	Сообщение	Комментарии
01761	МТЗ Пуск	МТЗ общее Пуск
01791	МТЗ ОТКЛ	Отключение от МТЗ

Фазные токи

№	Сообщение	Комментарии
01704	>МТЗф Блок	>Блокировать МТЗ (фаза)
07571	>МТЗ Ф БрТокаБЛ	>БЛОК МТЗ фазная Бросок Тока
01751	ФазнМТЗ ВЫВЕД	Фазная МТЗ выведена
01752	ФазнМТЗ БЛК	Фазная МТЗ блокирована
01753	ФазнМТЗ ВВЕДЕНА	Фазная МТЗ введена
07581	МТЗ опрБрТокаL1	МТЗ Определение Броска Тока в фазе L1
07582	МТЗ опрБрТокаL2	МТЗ Определение Броска Тока в фазе L2
07583	МТЗ опрБрТокаL3	МТЗ Определение Броска Тока в фазе L3
01843	БрТОК Х-БЛК	Перекр.блокировка:ф.Х блокирована ф.У
01762	ФазнМТЗ Пуск L1	Фазная МТЗ Пуск L1
01763	ФазнМТЗ Пуск L2	Фазная МТЗ Пуск L2
01764	ФазнМТЗ Пуск L3	Фазная МТЗ Пуск L3
07565	ОгБрТОК Пуск L1	Пуск огран.бросков тока по ф.L1
07566	ОгБрТОК Пуск L2	Пуск огран.бросков тока по ф.L2
07567	ОгБрТОК Пуск L3	Пуск огран.бросков тока по ф.L3
01721	>БЛК МТЗ I>>	>Блокировать ступень МТЗ I>>
01852	МТЗ I>> БЛК	Ступень МТЗ I>> блокирована
01800	МТЗ I>> Пуск	Пуск ступени МТЗ I>>
01804	МТЗ I>> ВрИст	Выдержка времени ступени МТЗ I>> истекла
01805	МТЗ I>> ОТКЛ	Отключение ступенью МТЗ I>>
01722	>БЛК МТЗ I>	>Блокировать ступень МТЗ I>
01851	МТЗ I> БЛК	Ступень МТЗ I> блокирована
01810	МТЗ I> Пуск	Пуск ступени МТЗ I>
07551	МТЗ I>Пск БТОК	Пуск ступени МТЗ I> при броске тока
01814	МТЗ I> ВрИст	Выдержка времени ступени МТЗ I> истекла
01815	МТЗ I> ОТКЛ	Отключение ступенью МТЗ I>

№	Сообщение	Комментарии
01723	>БЛК МТЗ Ір	>Блокировать ступень МТЗ Ір
01855	МТЗ Ір БЛК	Ступень МТЗ Ір заблокирована
01820	МТЗ Ір Пуск	Пуск ступени МТЗ Ір
07553	МТЗ Ір Пск БТОК	Пускступени МТЗ Ір при броске тока
01824	МТЗ ТІр истекло	Выдержка времени ступени МТЗ Ір истекла
01825	МТЗ Ір ОТКЛ	Отключение ступенью МТЗ Ір
01860	ФазнМТЗ Отсутст	Фазная МТЗ: недоступна для этого объекта

Ток нулевой последовательности

№	Сообщение	Комментарии
01741	>БЛК 3І0 МТЗ	>МТЗ Блокирование МТЗ 3І0
07572	МТЗ 3І0БрТокБЛ	БЛОК МТЗ 3І0 Бросок Тока
01748	МТЗ 3І0 ВЫВЕД	МТЗ 3І0 выведена
01749	МТЗ 3І0 БЛК	МТЗ 3І0 заблокирована
01750	МТЗ 3І0 ВВЕДЕНА	МТЗ 3І0 введена
01766	МТЗ 3І0 Пуск	МТЗ 3І0 Пуск
07568	3І0 БрТока Пуск	МТЗ Бросок Тока Пуск 3І0
01742	>БЛК 3І0>>	>МТЗ Блокирование ступени 3І0>>
01858	3І0>> БЛОКИРОВ	МТЗ Ступень 3І0>> заблокирована
01901	3І0>> Пуск	МТЗ Пуск ступени 3І0>>
01902	Т3І0>> истекло	Выд. времени ступени МТЗ 3І0>> истекла
01903	3І0>> ОТКЛ	МТЗ Отключение Ступени 3І0>>
01743	>Блок. 3І0>	>Блокировать ступень МТЗ 3І0>
01857	3І0>БЛОКИРОВ	МТЗ Ступень 3І0> заблокирована
01904	3І0> Пуск	МТЗ Пуск ступени 3І0>
07569	3І0> БрТокаПуск	МТЗ Бросок Тока Сраб Ступени 3І0>
01905	Т3І0>> истекло	Выд. времени ступени МТЗ 3І0> истекла
01906	3І0> ОТКЛ	МТЗ Отключение ступени 3І0>
01744	>БЛК 3І0р	>МТЗ Блокирование ступени 3І0р
01859	3І0р БЛОКИРОВ	МТЗ Ступень 3І0р заблокирована
01907	3І0р Пуск	МТЗ Пуск Ступени 3І0р
07570	3І0ф БрТокаПуск	МТЗ Бросок Тока Сраб Ступени 3І0р
01908	Т3І0р истекло	Выд. времени ступени МТЗ 3І0р истекла
01909	3І0р Пуск	МТЗ Отключение ступени 3І0р
01861	МТЗ 3І0 Отсутст	МТЗ 3І0: недоступна для этого объекта

2.5 Максимальная токовая защита от замыканий на землю

Максимальная токовая защита с выдержкой времени для токов замыкания на землю всегда привязывается к измерительному входу по току I_7 устройства. В принципе, она может быть использована для обнаружения превышения тока в одной фазе. Предпочтительный вариант применения - это обнаружение тока нулевой последовательности между нейтралью защищаемого трехфазного объекта и электродом заземления.

Эту защиту можно использовать дополнительно к защите от замыканий на землю с ограниченной зоной (Раздел 2.3). Защита выполняет функцию резервной защиты при замыканиях на землю вне защищаемой зоны, которые не были устранены. На Рисунке 2-60 приведен пример.

МТЗ для токов нулевой последовательности имеет две ступени с независимой выдержкой времени и одну ступень с инверсной выдержкой времени. Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени может работать с кривыми МЭК, ANSI или по характеристике, определяемой пользователем.

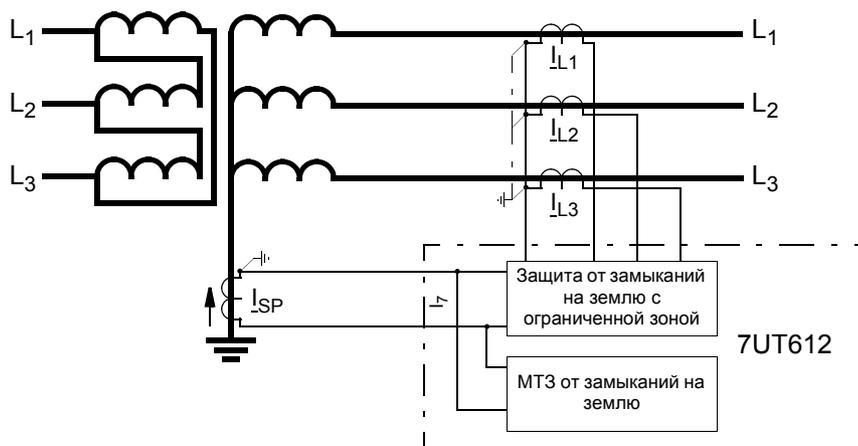


Рисунок 2-60 МТЗ в качестве резервной защиты для защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной

2.5.1 Описание функции

2.5.1.1 МТЗ с независимой выдержкой времени

Ступени с независимой выдержкой времени для токов НП всегда доступны, даже, если, в соответствии с подразделом 2.1.1 (адреса 125), была сконфигурирована ступень с инверсной выдержкой времени.

Пуск, отключение

Для тока нулевой последовательности доступны две ступени с независимой выдержкой времени I_E .

Ток, измеряемый на входе I_7 сравнивается с уставкой $IE \gg$. Ток, превышающий уставку, фиксируется, и об этом выдается сообщение. По истечении выдержки

времени $T_{IE>>}$, выдается команда отключения. Значение возврата составляет приблизительно 95 % от значения срабатывания для токов $> 0,3 \cdot I_H$.

На Рис. 2-61 приведена логическая схема для максимальной токовой ступени $I_{E>>}$.

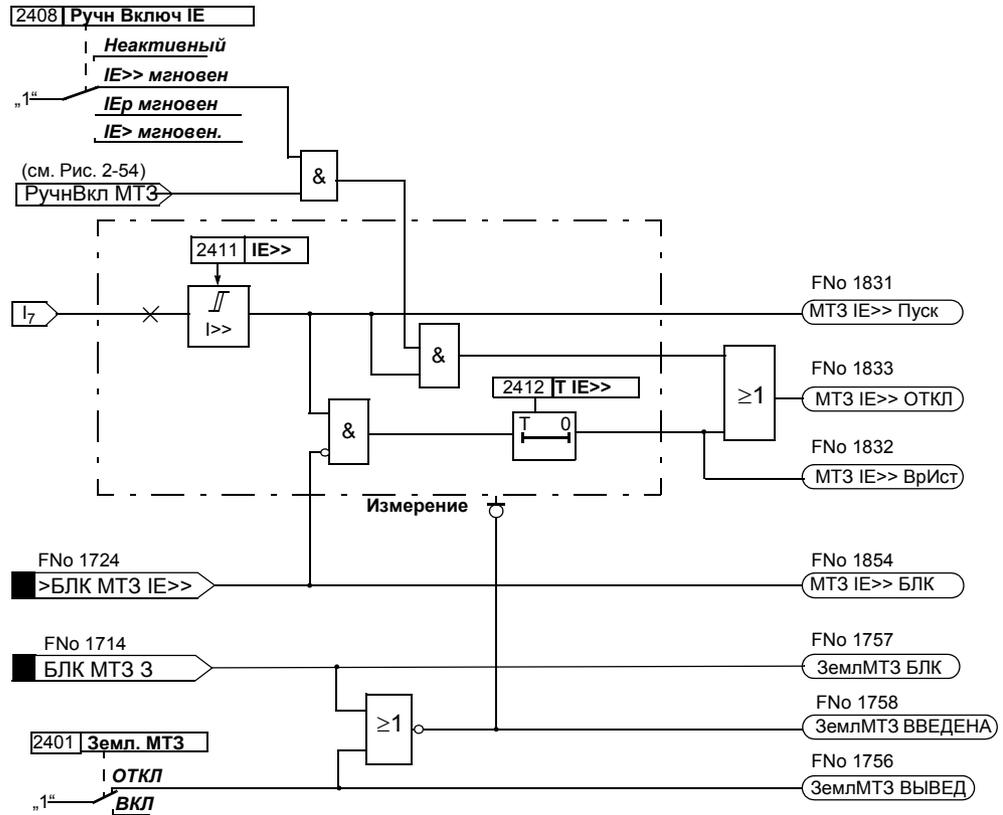


Рисунок 2-61 Логическая схема ступени с высоким током $I_{E>>}$ для тока нулевой последовательности

Ток, измеряемый на входе по току I_7 дополнительно сравнивается с уставкой $I_{E>}$. Если значение превышает, то выдается сообщение. Но если используется торможение от броска тока намагничивания (см. подраздел 2.5.1.5), то вначале проводится анализ частот (подраздел 2.5.1.5). Если фиксируется условие броска тока, то сообщение о пуске подавляется, а вместо него выдается сообщение о броске тока. Если броска тока нет или блокировка при броске тока выведена, то после истечения выдержки времени $T_{IE>}$ выдается команда отключения. Если торможение введено и обнаружен бросок тока, то отключения не произойдет. Тем не менее, выдается сообщение о том, что выдержка времени истекла. Значение возврата составляет приблизительно 95 % от значения срабатывания для токов больше, чем $0,3 \cdot I_H$.

На Рис. 2-62 приведена логическая схема максимальной токовой ступени от замыканий на землю $I_{E>}$.

Значения срабатывания для каждой из ступеней $I_{E>}$ и $I_{E>>}$, а также их выдержки времени можно задать индивидуально.

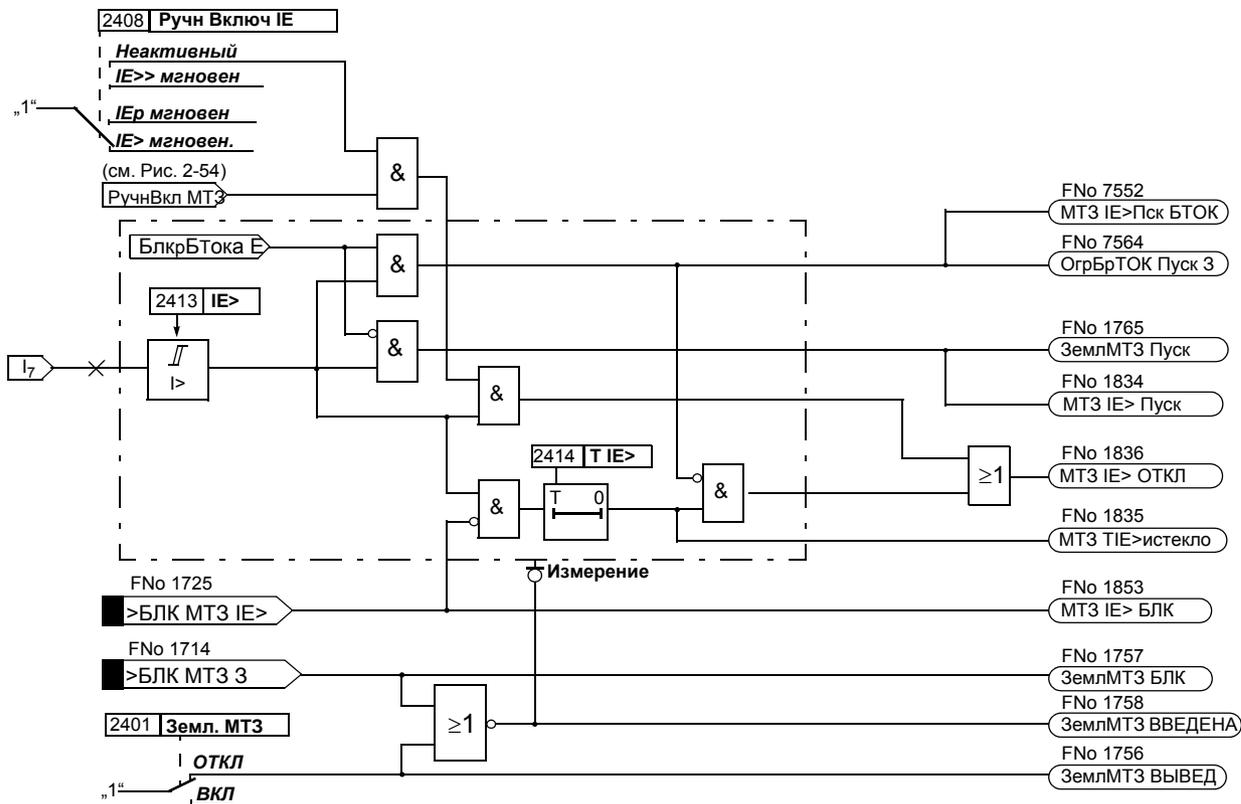


Рисунок 2-62 Логическая схема ступени МТЗ $I_{E>}$ для тока нулевой последовательности

2.5.1.2 МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени

Ступень МТЗ с обратно зависимой выдержкой времени функционирует в соответствии с характеристикой МЭК, ANSI или с определяемой пользователем характеристикой. Кривые характеристик и их уравнения приводятся в разделе Технические данные (Рис. с 4-7 по 4-9 в разделе 4.4). Если выбрана характеристика с обратнозависимой выдержкой времени, ступени с независимыми выдержками времени $I_{E>>}$ и $I_{E>}$ также вводятся в работу (см. подраздел 2.5.1.1).

Пуск, отключение

Ток, измеряемый на входе по току I_7 сравнивается с уставкой $I_{Eр}$. Если ток в 1,1 раза превышает уставку, то ступень пускается, о чем выдается сообщение. Но если используется торможение от броска тока намагничивания (см. подраздел 2.5.1.5), то вначале проводится анализ частот (подраздел 2.5.1.5). Если фиксируется условие броска тока, то сообщение о пуске подавляется, а вместо него выдается сообщение о броске тока. Для пуска используется действующее значение основной гармоники. При пуске ступени $I_{Eр}$, время срабатывания рассчитывается с помощью встроенной процедуры измерений на основе протекающего тока повреждения, в зависимости от выбранной характеристики срабатывания. После истечения выдержки времени выдается сигнал отключения при условии, что бросок тока не был обнаружен или торможение при броске тока не используется. Если торможение введено и обнаружен бросок

тока, то отключения не произойдет. Тем не менее, выдается сообщение о том, что выдержка времени истекла.

На рисунке 2-63 показана логическая схема МТЗ с обратной зависимой выдержкой времени

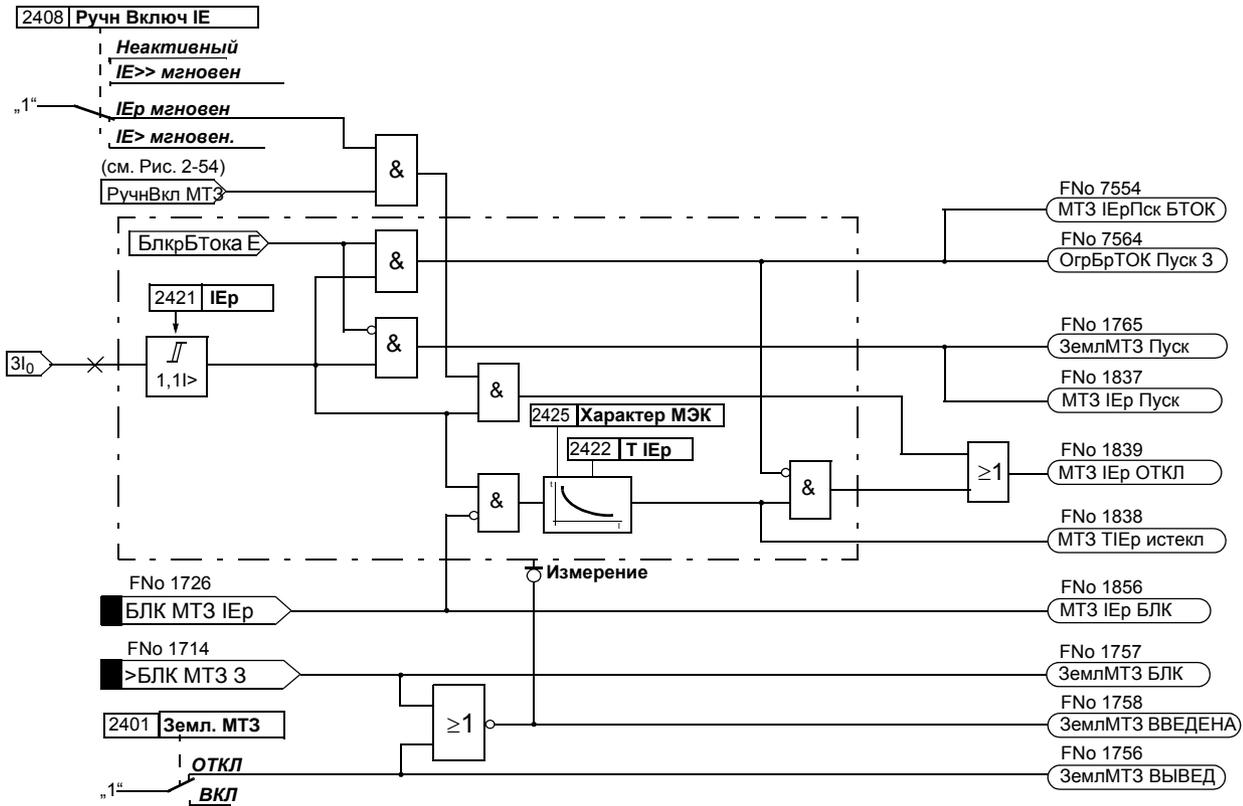


Рисунок 2-63 Логическая схема ступени с инверсной выдержкой времени I_{Ep} — пример характеристик МЭК

Характеристики возврата для кривых МЭК

Возврат ступени, для которой используются кривые в соответствии со стандартом МЭК, происходит, когда соответствующий ток падает ниже 95% от величины пуска. При новом пуске отсчет таймера начнется с нуля.

Характеристики возврата для кривых ANSI

Вы можете определить будет ли происходить возврат ступени сразу же после того, как значение тока станет меньше порогового значения или же возврат будет задержан с помощью эмуляции диска. "Сразу же" означает, что возврат произойдет, когда значение тока снизится до приблизительно 95% от значения срабатывания. При новом пуске таймер начнет отсчет времени с нуля.

Эмуляция диска задерживает процесс возврата (значение счетчика времени уменьшается), который начинается после отключения. Этот процесс соответствует обратному вращению индукционного диска Феррари (отсюда и название "эмуляция диска"). Если происходит несколько повреждений подряд, то из-за инерции индукционного диска учитывается "история" повреждений, и выдержка времени изменяется. Возврат начинается, когда измеряемое значения становится меньше 90% от уставки в соответствии с кривой возврата

выбранной характеристики. В диапазоне возврата (95% от величины срабатывания и 90% от уставки), процессы убывания и возрастания находятся в спокойном состоянии. Если произошло уменьшение значения ниже 5% от заданной величины, то процесс возврата завершается, т.е. при возникновении нового повреждения отсчет таймера начинается с нуля.

Эмуляция диска имеет преимущества при согласовании ступеней времени МТЗ с другими устройствами (на электромеханической или индукционной базе), работающих в системе.

**Кривые,
определяемые
пользователем**

Характеристики отключения, основанные на кривых, определенных пользователем, могут быть выполнены с помощью нескольких точек. Может быть введено до 20 пар токовых величин и величин времени. По этим значениям устройство определяет характеристику с помощью линейной интерполяции.

Если это необходимо, также можно определить характеристику возврата. Описание функции приведено под заголовком Характеристики возврата для кривых ANSI. Если определяемая пользователем характеристика возврата не требуется, то возврат производится, когда величина срабатывания снижается примерно до 95%. При новом пуске счетчик времени запускается с нуля.

2.5.1.3 Команда ручного включения

Когда выключатель включается на повреждение (в защищаемом объекте), то часто необходимо быстрое повторное отключение. Функция ручного включения разработана, чтобы избавиться от выдержки времени в одной из ступеней МТЗ, когда выключатель включается на повреждение вручную. Эта выдержка времени шунтируется с помощью импульса от внешнего ключа управления. Этот импульс продлевается по меньшей мере на 300 мс (Рис. 2-54 на стр. 90). Уставки по адресам 2408А **Ручн Включ IE** определяют для какой из ступеней, при ручном включении выключателя, игнорируется выдержка времени.

2.5.1.4 Динамическая коррекция уставок

Динамическое переключение значений срабатывание доступно также и для МТЗ от замыканий на землю, как и для МТЗ для фазных токов и для тока нулевой последовательности (Раздел 2.4). Обработка условий динамической коррекции уставок аналогична для всех ступеней МТЗ и описывается в Разделе 2.6 (стр. 124). Альтернативные значения задаются индивидуально для каждой из ступеней.

2.5.1.5 Отстройка от броска тока намагничивания

Максимальная токовая защита от замыканий на землю с выдержкой времени имеет встроенную функцию отстройки от броска тока, которая блокирует ступени $I_E > I_{EP}$ (не $I_E \gg I_{EP}$), в случае обнаружения броска тока намагничивания в трансформаторе.

Если содержание второй гармоники в токе нулевой последовательности превышает выбранное пороговое значение, то срабатывание блокируется.

Функция отстройки при броске тока имеет верхнее граничное значение. При превышении этого уровня (задается уставкой), блокирование подавляется, поскольку в этом случае подразумевается возникновение повреждения с большим током. Нижний предел это рабочий предел фильтра гармоник ($0,2I_H$).

На Рисунке 2-64 представлена упрощенная логическая схема.

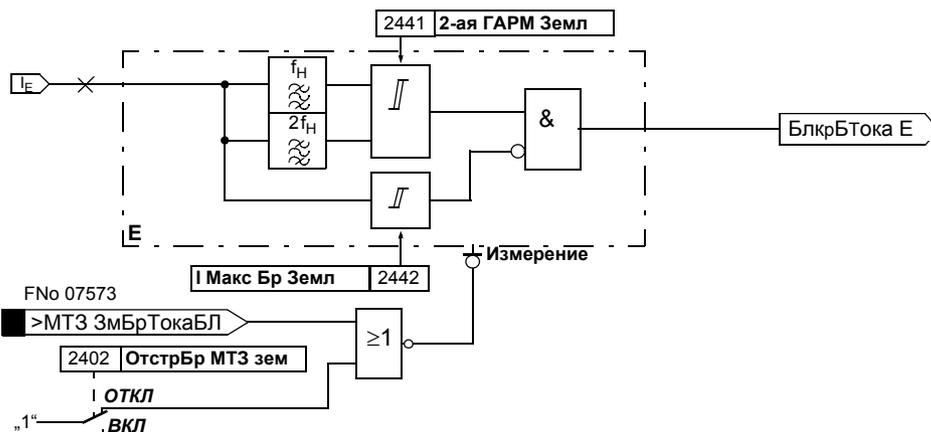


Рисунок 2-64 Логическая схема функции блокировки при броске тока

2.5.2 Задание параметров функции

Общие положения При конфигурировании функций защиты (см. подраздел 2.1.1, под заголовком “Особые случаи”, стр. 18) были определены типы характеристик (адрес 125). Уставки вводятся только для выбранной характеристики. Ступени с независимой выдержкой времени $I_E >>$ и $I_E >$ доступны всегда.

МТЗ для токов нулевой последовательности можно ввести **ВКЛ** или вывести **ОТКЛ** из работы по адресу 2401 **Земл. МТЗ**.

Уставка по адресу 2408А **Ручн Включ IE** определяет, какая ступень защиты будет работать без выдержки времени при фиксации ручного включения. Уставки **IE >> мгновен** и **IE > мгновен** могут быть установлены вне зависимости от типа выбранной характеристики. Уставка **IEp мгновен** доступна, если была сконфигурирована одна из ступеней с инверсной выдержкой времени. Этот параметр можно изменить только в DIGSI® 4 в разделе “Дополнительные параметры”.

Если МТЗ используется на стороне питания трансформатора, выберите ступень с большим током $I_E >>$, которая не будет пускаться при бросках тока, или для ручного включения устанавливается уставка **Неактивный**.

Уставкой по адресу 2402 **ОтстрБр МТЗ зем** вводится или выводится торможение от броска тока (торможение по 2-ой гармонике). Задайте **ВКЛ**, если защита используется питающей стороне заземленного трансформатора. В противном случае, используйте уставку **ОТКЛ**.

Степень с большим током с независимой выдержкой времени $I_{E>>}$

Если степень $I_{E>>}$ (адрес 2411) комбинировать со степенью $I_{E>}$ или I_{Er} , то в результате получается двухступенчатая характеристика. Если эта степень не требуется, то значение срабатывания необходимо установить равным ∞ . Степень $I_{E>>}$ всегда работает с заданной выдержкой времени.

Уставки по току и времени должны исключать излишнее срабатывание защиты при операциях переключения. Эта степень используется, если необходимо создать многоступенчатую характеристику совместно со степенями $I_{E>}$ или I_{Er} (описание см. далее). В определенной степени ступенчатый принцип по току можно получить аналогично соответствующим степеням МТЗ для фазных токов и токов нулевой последовательности (см. подраздел 2.4.2). Однако, необходимо учитывать систему величин нулевой последовательности.

В большинстве случаев эта степень работает мгновенно. Однако, можно ввести выдержку времени по адресу 2412 $T I_{E>>}$.

Задаваемое время $T I_{E>>}$ - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата). Эту выдержку можно задать равной бесконечности ∞ . В этом случае будет выдаваться сообщение о пуске защиты, однако после пуска степень не будет выдавать команду отключения. Если пороговое значение установлено равным ∞ , то не будет ни сообщения о срабатывании, ни появления сигнала отключения.

Максимальная токовая степень с независимой выдержкой времени $I_{E>}$

При использовании степени $I_{E>}$ (адрес 2413) также можно обнаружить замыкания на землю с малыми токами. Поскольку ток в нейтрали берется от отдельного одиночного ТТ, то на этот ток не влияют эффекты, возникающие при суммировании токов от ТТ с разными погрешностями, как, например, ток нулевой последовательности, получаемый из фазных токов. Поэтому данная уставка может быть выставлена очень чувствительной. Учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20 % от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник). Если используется блокировка при бросках тока, то для очень чувствительной уставки может быть целесообразно задать приемлемую выдержку времени.

Поскольку степень срабатывает также и при замыканиях на землю в сети, то выдержку времени (адрес 2414 $T I_{E>}$) необходимо согласовать со ступенчатыми выдержками времени сети для замыканий на землю. В большинстве случаев можно задать меньшие выдержки времени, чем для фазных токов из-за того, что в трансформаторе с отдельными обмотками обеспечивается гальваническая развязка систем нулевой последовательности между частями энергосистемы, которые этот трансформатор связывает.

Задаваемое время $T I_{E>}$ - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата). Эту выдержку можно задать равной бесконечности ∞ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска степень не будет выдавать команду отключения. Если пороговое значение установлено равным ∞ , то не будет ни сообщения о срабатывании, ни появления сигнала отключения.

Максимальные токовые ступени I_{Er} с обратной зависимой выдержкой времени в соответствии с кривыми МЭК

Ступень с обратно зависимой выдержкой времени, в зависимости от конфигурации (см. подраздел 2.1.1, адрес 125), позволяет пользователю выбрать различные характеристики. При использовании характеристик МЭК (адрес 125 **ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ = МТЗ Хар-каМЭК**) по адресу 2425 **Характер МЭК** вводятся следующие уставки:

Нормал.-инверсн (тип А согласно МЭК 60255–3),
Сильно-инверсн. (тип В согласно МЭК 60255–3),
Предел.-инверсн. (тип С согласно МЭК 60255–3), и
Длит.-инверсн (тип В согласно МЭК 60255–3).

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в "Технических данных" (раздел 4.4, Рис. 4-7).

Если выбрана обратно зависимая характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае возникновения тока, в 1,1 раза превышающего заданное значение. Функция будет сброшена, как только величина тока составит 95% от значения пуска защиты.

При использовании ступени **I_{Er}** (адрес 2421) также можно обнаружить замыкания на землю с малыми токами. Поскольку ток в нейтрали берется от отдельного ТТ, то на этот ток не влияют эффекты, возникающие при суммировании токов от ТТ с разными погрешностями, как, например, ток нулевой последовательности, получаемый из фазных токов. Поэтому данная уставка может быть выставлена очень чувствительной. Учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20% от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник). Если используется блокировка при бросках тока, то для очень чувствительной уставки может быть целесообразно задать приемлемую выдержку времени.

Поскольку ступень срабатывает также и при замыканиях на землю в сети, то выдержку времени (адрес 2422 Т I_{Er}) необходимо согласовать со ступенчатыми выдержками времени сети для замыканий на землю. В большинстве случаев можно задать меньшие выдержки времени, чем для фазных токов из-за того, что в трансформаторе с отдельными обмотками обеспечивается гальваническая развязка систем нулевой последовательности между частями энергосистемы, которые этот трансформатор связывает.

Множитель времени можно задать равным ∞ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если ступень I_{Er} не требуется, то при конфигурировании функций защит по адресу 125 вводится **ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ = Независим Выд** (подраздел 2.1.1).

Максимальные токовые ступени I_p с обратной зависимой выдержкой времени в соответствии с кривыми ANSI

Ступени с инверсными выдержками времени, в зависимости от конфигурации (см. подраздел 2.1.1, адрес 125), позволяют пользователю выбрать различные характеристики. При использовании характеристик ANSI (адрес 125 **ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ = МТЗ Хар-ка ANSI**) по адресу 2426 **Характер ANSI** вводятся следующие уставки:

*Равн.-инверсн.,
Предел.-инверсн.,
Инверсная,
Длит.-инверсн.,
Умерен.-инверсн,
Сокращ.-инверсн, и
Сильно-инверсн..*

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в "Технических данных" (раздел 4.4, Рис. 4-8 и 4-9).

Если выбрана инверсная характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае возникновения тока, в 1,1 раза превышающего заданное значение.

При использовании ступени **I_{Ер}** (адрес 2421) также можно обнаружить замыкания на землю с малыми токами. Поскольку ток в нейтрали берется от отдельного ТТ, то на этот ток не влияют эффекты, возникающие при суммировании токов от ТТ с разными погрешностями, как, например, ток нулевой последовательности, получаемый из фазных токов. Поэтому данная уставка может быть выставлена очень чувствительной. Учитывайте, что функция блокировки при броске тока не может работать при токе ниже 20% от номинального тока (нижний предел фильтрации гармоник). Если используется блокировка при бросках тока, то для очень чувствительной уставки может быть целесообразно задать приемлемую выдержку времени.

Поскольку ступень срабатывает также и при замыканиях на землю в сети, то выдержку времени (адрес 2423 D I_{Ер}) необходимо согласовать со ступенчатыми выдержками времени сети для замыканий на землю. В большинстве случаев можно задать меньшие выдержки времени, чем для фазных токов из-за того, что в трансформаторе с отдельными обмотками обеспечивается гальваническая развязка систем нулевой последовательности между частями энергосистемы, которые этот трансформатор связывает.

Множитель времени можно задать равным ∞. В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если ступень I_{Ер} не требуется, то при конфигурировании функций защит по адресу 125 вводится **ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ = Независим Выд** (подраздел 2.1.1).

Если по адресу 2424 **Харак Возвр I_{Ер}** выставлено **Имит эл/мех рел**, то возврат функции происходит в соответствии с характеристикой возврата. Для получения более полной информации см. подраздел 2.5.1.2, под заголовком "Характеристики возврата для кривых ANSI" (стр. 114).

**Динамическая
коррекция уставок**

Для каждой ступени можно задать альтернативный набор уставок. Этот набор значений выбирается автоматически при работе устройства. Для получения более подробной информации по данной функции см. раздел 2.6 (стр. 124).

Для ступеней можно задать следующие альтернативные значения:

- для МТЗ с независимой выдержкой времени:
адрес 2511 величина срабатывания **IE>>**,
адрес 2512 выдержка времени **T IE>>**,
адрес 2513 величина срабатывания **IE>**,
адрес 2514 выдержка времени **T IE>**,
- для МТЗ с инверсной выдержкой времени, кривые МЭК:
адрес 2521 величина срабатывания **IEp**,
адрес 2522 множитель времени **T IEp**;
- для МТЗ с инверсной выдержкой времени, кривые ANSI:
адрес 2521 величина срабатывания **IEp**,
адрес 2523 выдержка времени **D IEp**.

**Кривые,
определяемые
пользователем**

Для МТЗ с инверсной выдержкой времени пользователь может определить свои собственные характеристики срабатывания и возврата. Для конфигурации в DIGSI 4 появляется диалоговое окно. Введите до 20 пар значений тока и времени отключения (см. Рис. 2-58 на стр. 98).

Процедура аналогична действиям для ступеней фазных токов. см. подраздел 2.4.2.1 под подзаголовком “Кривые, определяемые пользователем” на стр.98.

Для создания характеристики отключения для тока нулевой последовательности, определяемой пользователем, при конфигурации объема функций необходимо задать следующее: адрес 125 (подраздел 2.1.1) **ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ**, вариант **Хар-ка Пользов.** Если вы хотите определить еще и характеристику возврата, выберите вариант **ХарВозв Польз.**

**Отстройка от
броска тока**

Отстройка от броска тока может быть введена (**ВКЛ**) или выведена (**ОТКЛ**) по адресу 2402 **ОтстрБр МТЗ зем** общих уставок (см. стр. 116, под заголовком “Общие положения”). Применение блокировки при бросках тока имеет смысл только для трансформаторов, и если МТЗ применяется на заземленной стороне (питающей стороне). Параметры функции блокировки при броске тока задаются в разделе “Бросок тока”.

Он работает по принципу оценки содержания второй гармоники в броске тока при включении. Отношение второй гармоники к основной гармонике **2-ая ГАРМ Земл** (адрес 2441) в качестве значения по умолчанию задается равным $I_{2fn}/I_{fn} = 15\%$. Эту уставку можно использовать без изменения. Для обеспечения дополнительного торможения в особых случаях, когда условия включения особенно неблагоприятно, по упомянутому адресу можно задать меньшее значение.

Если ток превышает величину установленную по адресу 2442 **I Макс Бр Земл**, то отстройки по 2-й гармонике проводиться не будет.

2.5.3 Обзор уставок

Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А токовые величины необходимо умножить на 5. Для уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Примечание: Уставки, адреса которых содержат букву “А” могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4 в меню “Дополнительные параметры”.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2401	Земл. МТЗ	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	МТЗ (нулевой последовательности)
2402	ОтстрБр МТЗ зем	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Отстройка от броска тока намагн МТЗ земл
2408А	Ручн Включ IE	IE>> мгновен IE> мгновен. IEp мгновен Неактивный	IE>> мгновен	Режим ручного включения IE
2411	IE>>	0.05..35.00 А; ∞	0.50 А	Уставка по току ступени МТЗ IE>>
2412	T IE>>	0.00..60.00 с; ∞	0.10 с	Выдержка времени ступени МТЗ IE>>
2413	IE>	0.05..35.00 А; ∞	0.20 А	Уставка по току ступени МТЗ IE>
2414	T IE>	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени ступени МТЗ IE>
2511	IE>>	0.05..35.00 А; ∞	7.00 А	Уставка по току ст.МТЗ IE>> при дин.корр
2512	T IE>>	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выд.времени ст.МТЗ IE>> при дин.корр.
2513	IE>	0.05..35.00 А; ∞	1.50 А	Уставка по току ст.МТЗ IE> при дин.корр.
2514	T IE>	0.00..60.00 с; ∞	0.30 с	Выд.времени ст.МТЗ IE> при дин.корр.
2421	IEp	0.05..4.00 А	0.20 А	Уставка по току ступени МТЗ IEp
2422	T IEp	0.05..3.20 с; ∞	0.20 с	Выдержка времени ступени МТЗ IEp
2423	D IEp	0.50..15.00; ∞	5.00	Коэфф. времени D ст.IEp
2424	Харак Возвр IEp	Мгновенная Имит эл/мех рел	Имит эл/мех рел	Характеристика возврата
2425	Характер МЭК	Нормал.-инверсн Сильно-инверсн. Предел.-инверс. Длит.-инверсн	Нормал.- инверсн	Характеристические кривые МЭК

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2426	Характер ANSI	Сильно-инверсн. Инверсная Сокращ.-инверсн Длит.-инверсн. Умерен.-инверсн Предел.-инверс. Равн.-инверсн.	Сильно-инверсн.	Характеристические кривые ANSI
2521	IEp	0.05..4.00 А	1.00 А	Уставка по току ст.МТЗ IEp при дин.корр.
2522	T IEp	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выд.времени ст.МТЗ IEp при дин.корр.
2523	D IEp	0.50..15.00; ∞	5.00	Кэфф. времени D ст.Ip при дин.корр.
2431	I/IEp Пск T/TEp	1.00..20.00 I/c; ∞ 0.01..999.00 Кэффициент времени		Характеристика срабатывания I/IEp T/TEp
2432	МнПск Воз T/TEp	0.05..0.95 I/c; ∞ 0.01..999.00 Кэффициент времени		Множитель срабатывания <-> T/TEp
2441	2-ая ГАРМ Земл	10..45 %	15 %	Составл. 2-й гармон. МТЗ зем в % от осн
2442	I Макс Бр Земл	0.30..25.00 А	7.50 А	Макс.ток броска тока намагнич. МТЗ земл

2.5.4 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
01714	>БЛК МТЗ З	>Блокировать МТЗ (земля)
07573	>МТЗ ЗмБрТокаБЛ	>БЛОК МТЗ земл Бросок Тока
01756	ЗемлМТЗ ВЫВЕД	Земляная МТЗ выведена
01757	ЗемлМТЗ БЛК	Земляная МТЗ блокирована
01758	ЗемлМТЗ ВВЕДЕНА	Земляная МТЗ введена
01765	ЗемлМТЗ Пуск	Земляная МТЗ Пуск
07564	ОгрБрТОК Пуск З	Пускобраничения бросков тока (земля)
01724	>БЛК МТЗ IE>>	>Блокировать ступень МТЗ IE>>
01854	МТЗ IE>> БЛК	Ступень МТЗ IE>> блокирована
01831	МТЗ IE>> Пуск	Пуск ступени МТЗ IE>>
01832	МТЗ IE>> ВрИст	Выдержка времени ступени МТЗ IE>>истекла
01833	МТЗ IE>> ОТКЛ	Отключение ступеню МТЗ IE>>
01725	>БЛК МТЗ IE>	>Блокировать ступень МТЗ IE>
01853	МТЗ IE> БЛК	Ступень МТЗ IE> блокирована

№	Сообщение	Комментарии
01834	MT3 IE> Пуск	Пуск ступени MT3 IE>
07552	MT3 IE>Пск БТОК	Пуск ступени MT3 IE> при броске тока
01835	MT3 TIE>истекло	Выдержка времени ступени MT3 IE> истекла
01836	MT3 IE> ОТКЛ	Отключение ступенью MT3 IE
01726	>БЛК MT3 IEр	>Блокировать ступень MT3 IEр
01856	MT3 IEр БЛК	Ступень MT3 IEр заблокирована
01837	MT3 IEр Пуск	Пуск ступени MT3 IEр
07554	MT3 IEрПск БТОК	Пуск ступени MT3 IEр при броске тока
01838	MT3 TIEр истекл	Выдержка времени ступени MT3 IEр истекла
01839	MT3 IEр ОТКЛ	Отключение ступенью MT3 IEр

2.6 Динамическая коррекция уставок для максимальной токовой защиты

С помощью функции динамической коррекции уставок можно динамически увеличивать величины срабатывания ступеней МТЗ для предупреждения возникновения динамических условий увеличения токов при холодном пуске, т.е. когда потребители увеличивают потребление мощности после длительного простоя, например, системы кондиционирования воздуха, системы обогрева, двигатели, и т.д. Если разрешить динамическое увеличение значений срабатывания и связанных с ними выдержек времени, то нет необходимости учитывать в нормальных уставках условия холодного пуска.



Примечание:

Динамическая коррекция уставок является дополнением к четырем группам уставок (А - D), которые конфигурируются отдельно.

Функция динамической коррекции уставок работает с функциями МТЗ, как это описывалось ранее в Разделах 2.4-2.5. Для каждой ступени можно задать альтернативный набор уставок.

2.6.1 Описание функции

Существует два метода, используемых устройством, для определения отключенного состояния защищаемого объекта:

- Через дискретные входы для того, чтобы определить отключен выключатель или включен, можно завести его блок-контакты.
- Для определения обесточенности объекта можно использовать пороговое значение контроля протекания тока.

Вы можете выбрать один из этих критериев для фазной МТЗ и МТЗ для тока нулевой последовательности (см. Раздел 2.4). Устройство автоматически назначает сторону для определения тока, или промежуточный контакт выключателя. Для МТЗ для тока нулевой последовательности (Раздел 2.5) использование критерия определения положения выключателя возможно только в случае, если эта МТЗ привязана к той же стороне защищаемого объекта (адрес 108, см. также Раздел 2.1.1 под заголовком “Особые случаи”, стр. 18); в противном случае можно использовать только токовый критерий.

Если с помощью одного из вышеупомянутых критериев устройство фиксирует, что защищаемый объект отключен, то после истечения выдержки времени активируются альтернативные значения срабатывания для ступеней МТЗ. На Рис. 2-66 приведена логическая схема функции динамического срабатывания при холодной нагрузке. Выдержка времени **Время Откл Сост** определяет, как долго оборудование может находиться без нагрузки до активизации функции динамического срабатывания при холодной нагрузке. Когда на защищаемое оборудование подается напряжение (терминал, с помощью дискретного входа, к которому привязан выключатель, получает информацию о том, что он включен, или, от функции контроля протекания тока, приходит информация о

том, что превышен порог протекания тока), запускается выдержка времени **Время Дейст Дин**. После того, как время действия истекло, значения срабатывания ступеней МТЗ возвращаются к нормальным значениям. Время действия контролирует, как долго сохраняются уставки динамического срабатывания при холодной нагрузке, после ввода под напряжение защищаемого объекта. Если измеряемые токовые величины после введения оборудования под напряжение находятся ниже нормальных величин срабатывания, то запускается выдержка времени **Время Снят Дин**. Как и в случае с временем действия, по истечению этого времени, величины срабатывания максимальной токовой защиты с выдержкой времени изменяются с альтернативных уставок динамического срабатывания при холодной нагрузке на нормальные уставки. Уставка **Время Снят Дин** контролирует, как долго используются величины уставок динамического срабатывания при холодной нагрузке, поскольку измеряемые токи ниже нормальных величин уставок. Чтобы исключить эту выдержку времени при переключении уставок максимальной токовой защиты, можно выставить ∞ или заблокировать через дискретный вход “>БЛК ДинКорТайм”.

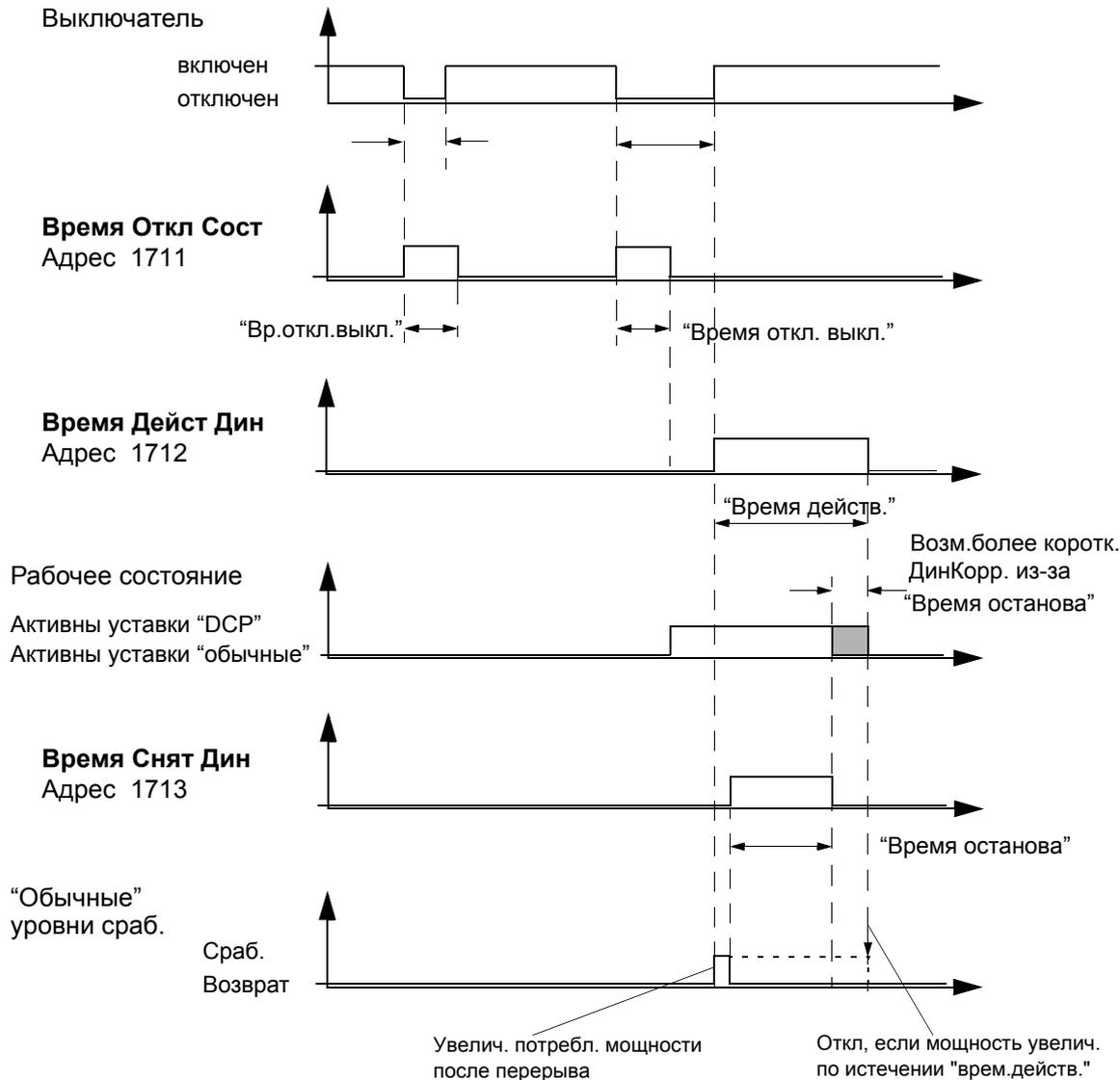


Рисунок 2-65 Временные диаграммы динамической коррекции уставок

Если ступень МТЗ срабатывает при активных динамических уставках, то по истечению времени действия **Время Действ Дин** нормальные уставки не будут восстановлены, пока не произойдет возврата ступени МТЗ при динамических уставках.

Если функция динамической коррекции уставок заблокирована через дискретный вход **>БЛК ДинКоррУст**, то все запущенные таймеры будут немедленно сброшены, а также восстановятся все "обычные" уставки. Если сигнал блокировки появится во время повреждения при активных динамических уставках, то таймеры всех ступеней МТЗ будут остановлены, а затем запущены с их "обычными" выдержками времени.

При включении реле защиты при отключенном выключателе запускается выдержка времени **Время Откл Сост**, которая дальше обрабатывается с

использованием обычных уставок. Поэтому, когда выключатель будет включен, будут использоваться обычные (нормальные) уставки.

На Рис. 2-65 приведена временная диаграмма, на Рис. 2-66 приведена логическая схема функции динамического срабатывания при холодной нагрузке.

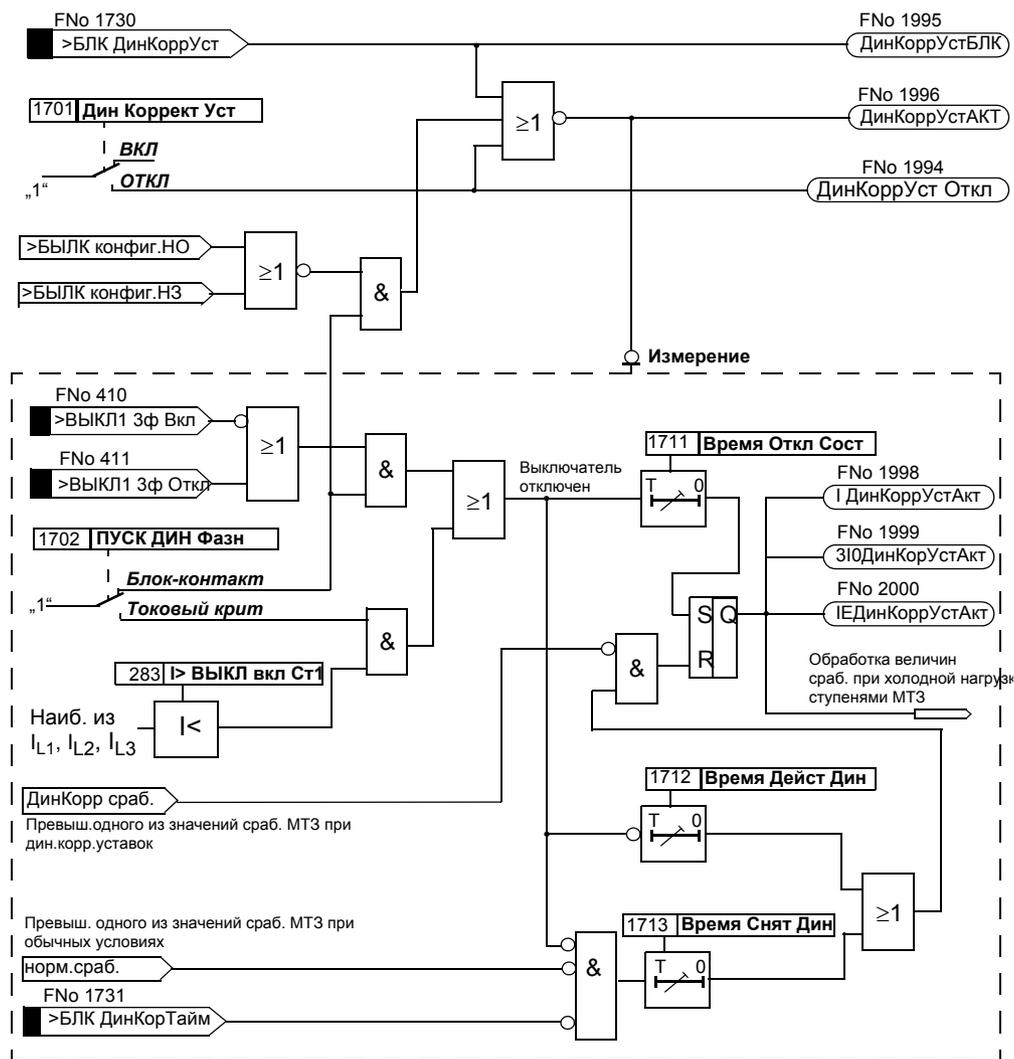


Рисунок 2-66 Логическая схема функции динамической коррекции уставок - пример для ступени фазной МТЗ на стороне 1

2.6.2 Задание параметров функции

Общие положения	Функция динамического срабатывания при холодной нагрузке может быть использована, только если при конфигурировании по адресу 117 Дин Коррект Уст для нее была введена уставка Введено . Если эта ступень не требуется, значение по адресу 117 следует установить равным Выведено . По адресу 1701 Дин Коррект Уст функция может быть введена ВКЛ или выведена из работы ОТКЛ .				
Критерий холодной нагрузки	<p>Критерий определения для динамического переключения на альтернативные величины срабатывания может быть определен для любой функции защиты, которая позволяет выполнить это переключение. Выберите критерий по току Токовый крит или критерий по положению выключателя Блок-контакт:</p> <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td style="padding-right: 40px;">адрес 1702 ПУСК ДИН Фазн</td> <td>для ступеней фазных токов,</td> </tr> <tr> <td>адрес 1703 ПУСК ДИН 3Ю</td> <td>для ступеней тока НП.</td> </tr> </table> <p>Токовый критерий использует токи той стороны, к которой привязана соответствующая функция защиты. При использовании критерия положения выключателя, его положение должна поступать в устройство через дискретный вход, привязанный к соответствующей стороне.</p> <p>Максимальная токовая защита с выдержкой времени для токов замыкания на землю позволяет использовать только токовый критерий, поскольку она не может быть привязана к какому-либо выключателю (по адресу 1704 ПУСК ДИН Земл всегда выбрано Токовый крит).</p>	адрес 1702 ПУСК ДИН Фазн	для ступеней фазных токов,	адрес 1703 ПУСК ДИН 3Ю	для ступеней тока НП.
адрес 1702 ПУСК ДИН Фазн	для ступеней фазных токов,				
адрес 1703 ПУСК ДИН 3Ю	для ступеней тока НП.				
Выдержки времени	Особых указаний о том, как вводить выдержки времени по адресам 1711 Время Откл Сост , 1712 Время Дейст Дин и 1713 Время Снят Дин не существует. Эти выдержки времени задаются на основании нагрузочных характеристик защищаемого объекта и должны быть выставлены достаточными, чтобы перекрыть кратковременные перегрузки, связанные с условиями динамической коррекции уставок.				
Значения уставок при динамической коррекции	Значения уставок и выдержек времени при динамической коррекции, связанных со ступенями МТЗ, задаются по соответствующим адресам параметров самих ступеней.				

2.6.3 Обзор уставок

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1701	Дин Коррект Уст	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Динамическая корректировка уставок
1702	ПУСК ДИН Фазн	Токовый крит Блок-контакт	Токовый крит	Пуск. критерий ф-ции дин.корр. МТЗ фазн
1703	ПУСК ДИН ЗІО	Токовый крит Блок-контакт	Токовый крит	Пуск. критерий ф-ции дин.корр. МТЗ ЗІО
1704	ПУСК ДИН Земл	Токовый крит Блок-контакт	Токовый крит	Пуск. критерий ф-ции дин.корр. МТЗ земл
1711	Время Откл Сост	0..21600 с	3600 с	Время откл.состояния выключ-ля перед вкл
1712	Время Дейст Дин	1..21600 с	3600 с	Время действия динамических уставок
1713	Время Снят Дин	1..600 с; •	600 с	Время снятия динамических уставок

2.6.4 Список сообщений

Ф.№.	Сигнал	Комментарии
01730	>БЛК ДинКоррУст	>Блокировать динам.коррекцию уставок
01731	>БЛК ДинКорТайм	>Блокир. таймер останова дин.корр.уставок
01994	ДинКоррУст Откл	Динам.коррекция уставок выключена
01995	ДинКоррУстБЛК	Динам.коррекция уставок заблокирована
01996	ДинКоррУстАКТ	Динам.коррекция уставок активна
01998	I ДинКоррУстАкт	Дин.корр.уст. МТЗ фазн Введено
01999	ЗІОДинКорУстАкт	Дин.корр.уст. МТЗ ЗІО Введено
02000	ІЕДинКоррУстАкт	Дин.корр.уст. земл.МТЗ Введено

2.7 Однофазная максимальная токовая защита

Однофазная максимальная токовая защита с выдержкой времени может быть привязана к одному из измерительных токовых входов устройства I_7 или I_8 . Ее можно использовать для любого применения с однофазной величиной. При привязке ко входу I_8 можно использовать очень чувствительные величины срабатывания (наименьшая уставка на входе по току составляет 3 мА).

Примеры применения - это высокоомная дифференциальная защита или чувствительная защита от утечки токов с бака трансформатора. Эти варианты применения описаны в следующих параграфах. подраздел 2.7.2 для высокоомной защиты, и подраздел 2.7.3 для высокочувствительной защиты от токов утечки с бака трансформатора.

Однофазная МТЗ имеет две ступени с независимыми выдержками времени, которые можно использовать в любых комбинациях. Если необходима только одна ступень, то для другой можно ввести уставку равную бесконечности.

2.7.1 Описание функции

Измеряемый ток фильтруется с помощью цифровых алгоритмов. Из-за высокой чувствительности используется особенный узкий полосовой фильтр.

Для ступени однофазной МТЗ $I>>$ ток, измеряемый на входе (I_7 или I_8) сравнивается с уставкой **1-ф $I>>$** . Ток, превышающий уставку, фиксируется, и об этом выдается сообщение. По истечении выдержки времени **T 1-ф $I>>$** , выдается команда отключения. Значение возврата составляет приблизительно 95% от значения срабатывания для токов $> 0,3 \cdot I_H$.

Для ступени однофазной МТЗ $I>$ ток, измеряемый на назначенном токовом входе, сравнивается с уставкой **1-ф $I>$** . Ток, превышающий уставку, фиксируется, и об этом выдается сообщение. По истечении выдержки времени **T 1-ф $I>$** , выдается команда отключения. Значение возврата составляет приблизительно 95% от значения срабатывания для токов $> 0,3 \cdot I_H$.

Обе ступени формируют двухступенчатую максимальную токовую защиту с независимой выдержкой времени, с характеристикой отключения приведенной на Рис. 2-67.

При возникновении повреждений с большим током, для увеличения быстродействия этап фильтрации пропускается. Это выполняется автоматически, когда мгновенное значение тока превышает уставку $I>>$ как минимум в $2 \cdot \sqrt{2}$ раза.

Логическая схема однофазной максимальной токовой защиты с выдержкой времени приводится на Рис. 2-68.

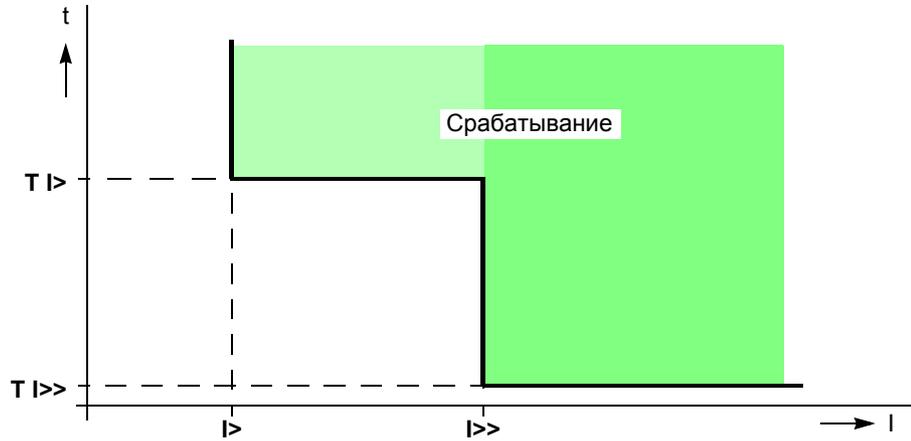


Рисунок 2-67 Двухступенчатая характеристика срабатывания однофазной МТЗ

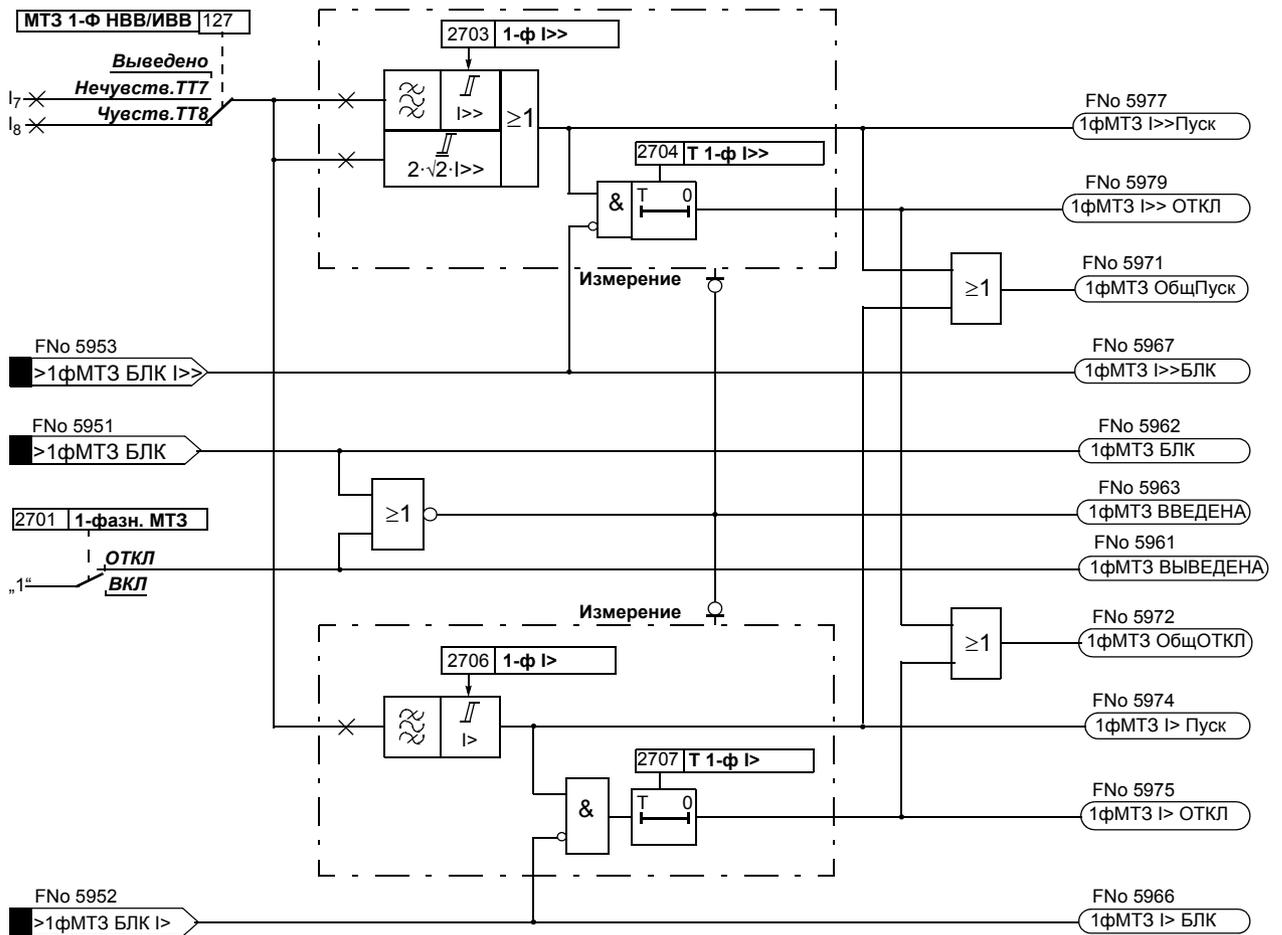


Рисунок 2-68 Логическая схема однофазной МТЗ - пример для обнаружения тока на входе I_8

2.7.2 Высокоомная дифференциальная защита

Пример применения

При использовании высокоомной дифференциальной защиты все трансформаторы тока, ограничивающие защищаемую зону, работают параллельно общему резистору R с большим сопротивлением, на котором измеряется напряжение. В устройстве 7UT612, напряжение регистрируется измерением тока на внешнем сопротивлении R на чувствительном измерительном входе по току I_g .

Трансформаторы тока должны быть одной конструкции и иметь отдельный сердечник для работы с высокоомной дифференциальной защитой. Также они должны иметь одинаковые коэффициенты трансформации и приблизительно равное напряжение точки изгиба.

В устройстве 7UT612 высокоомный принцип очень хорошо подходит для обнаружения замыканий на землю в трансформаторах, генераторах, двигателях и шунтирующих реакторах в сетях с заземленной нейтралью. Высокоомную дифференциальную защиту можно использовать вместо или в дополнение к защите от замыканий на землю с ограниченной зоной (см. Раздел 2.3). Чувствительный измерительный вход по току I_g может быть использован только для высокоомной защиты *или* для защиты от токов утечки с бака трансформатора (подраздел 2.7.3).

На Рисунке 2-69 (слева) показан пример применения для заземленной обмотки трансформатора или заземленного двигателя/генератора. Пример, показанный на рисунке справа, иллюстрирует незаземленную обмотку трансформатора или незаземленный двигатель/генератор, с предположением, что система заземляется где-нибудь в другом месте.

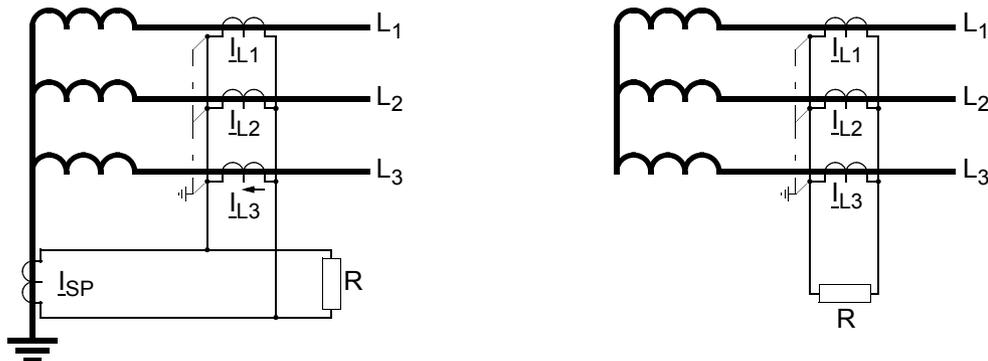


Рисунок 2-69 Защита от замыканий на землю с использованием высокоомного принципа

Высокоомный принцип

Объяснение высокоомного принципа дается на примере заземленной обмотки трансформатора (Рис. 2-70).

В нормальном режиме работы тока нулевой последовательности не будет, т.е. ток в нейтрали $I_{SP} = 0$ и токи в линии $3I_0 = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} = 0$.

При внешнем замыкании на землю (на Рисунке 2-70 слева), ток которого будет протекать через заземленную нейтраль, через ТТ в нейтрали и в фазных ТТ будет протекать одинаковый ток. Соответствующие вторичные токи (все ТТ имеют одинаковый коэффициент трансформации) компенсируют друг друга,

поскольку они подключены последовательно. Напряжение на сопротивлении R будет небольшим. Оно появляется из-за внутреннего сопротивления трансформаторов тока и кабелей, соединяющих трансформаторы. Даже если какой-либо из ТТ испытывает частичное насыщение, то на период насыщения этот ТТ будет иметь малое сопротивление и создаст низкоомный шунт резистору R с большим сопротивлением. Таким образом, большое сопротивление резистора также имеет и стабилизирующий эффект (так называемая стабилизация по сопротивлению).

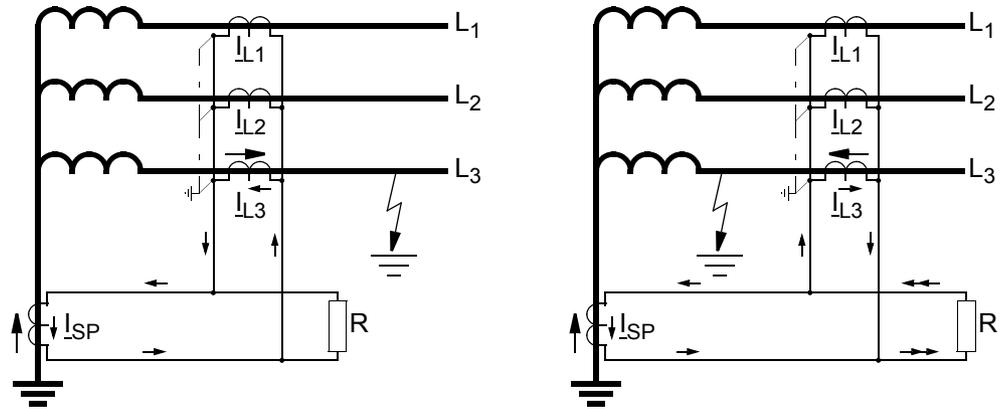


Рисунок 2-70 Защита от замыканий на землю с использованием высокоомного принципа

В случае возникновения замыкания на землю в защищаемой зоне (Рис. 2-70, справа), будет присутствовать ток нейтрали I_{SP} . Режим работы нейтрали в другой части сети определяет, насколько большой ток нулевой последовательности будет притекать из системы. Вторичный ток, который равен полному току повреждения, потечет через резистор R . Поскольку последний имеет большое сопротивление, то немедленно возникнет большое напряжение. Следовательно, трансформаторы тока будут насыщаться. Действующее значение напряжения на резисторе приблизительно соответствует напряжению точки изгиба характеристики насыщения трансформаторов тока.

Сопротивление R выбирается таким образом, чтобы даже при малом токе замыкания на землю будет производиться вторичное напряжение, которое будет равным половине напряжения перегиба трансформаторов тока (см. примечания в подразделе 2.7.4).

Высокоомная защита в устройстве 7UT612

В устройстве 7UT612 чувствительный измерительный вход по току I_g используется для высокоомной защиты. Поскольку это токовый вход, то защита фиксирует ток, протекающий через резистор, вместо напряжения на резисторе R .

На Рисунке 2-71 показан пример подключения. Устройство 7UT612 подключается последовательно с резистором R и измеряет протекающий через него ток.

Варистор V ограничивает напряжение при возникновении внутреннего замыкания. Пики напряжения, возникающие при насыщении трансформатора, срезаются варистором. В то же время, уменьшение значения напряжения происходит без уменьшения среднего значения.

Для защиты от перенапряжений также важно то, что устройство напрямую подключено к заземленной стороне трансформаторов тока, и таким образом, высокое напряжение на резисторе не попадает в устройство.

Для генераторов, двигателей и шунтирующих реакторов также можно использовать высокоомную дифференциальную защиту. Трансформаторы тока на стороне высшего напряжения, низшего напряжения и трансформатор тока в нейтрали должны быть подключены параллельно, если эта защита используется на автотрансформаторах.

В принципе, эту схему можно использовать для любого защищаемого объекта. При использовании устройства в качестве защиты шин, например, устройство подключается к параллельному соединению трансформаторов тока всех присоединений через резистор.

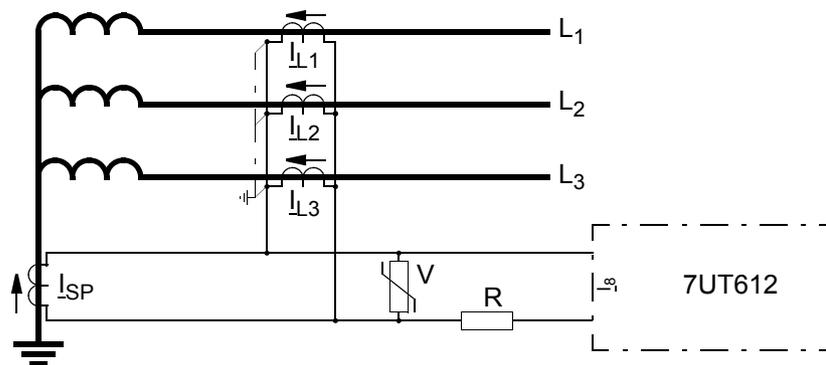


Рисунок 2-71 Схема подключения защиты от замыканий на землю в соответствии с высокоомным принципом

2.7.3 Защита от токов утечки с бака трансформатора

Пример применения

Назначение защиты от токов утечки с бака трансформатора это обнаружить утечку на землю - даже при большом сопротивлении - между фазой и корпусом трансформатора. Бак должен быть изолирован от земли (см. Рис. 2-72). Проводник связывает бак и землю, и ток, сквозь этот проводник подается на токовый вход реле. При возникновении тока утечки с бака ток повреждения (ток утечки с бака) будет стекать через заземленный провод в землю. Этот ток утечки обнаруживается однофазной МТЗ как превышение тока; выдается мгновенная команда отключения или команда с задержкой, чтобы отключить все стороны трансформатора.

Высокочувствительный вход по току I_g используется для защиты от токов утечки с бака трансформатора. Конечно, данный вход по току может быть использован только в одном случае: либо для защиты от тока утечки с бака трансформатора, либо для дифференциальной защиты с реле, имеющим большое сопротивление в соответствии с подразделом 2.7.2.

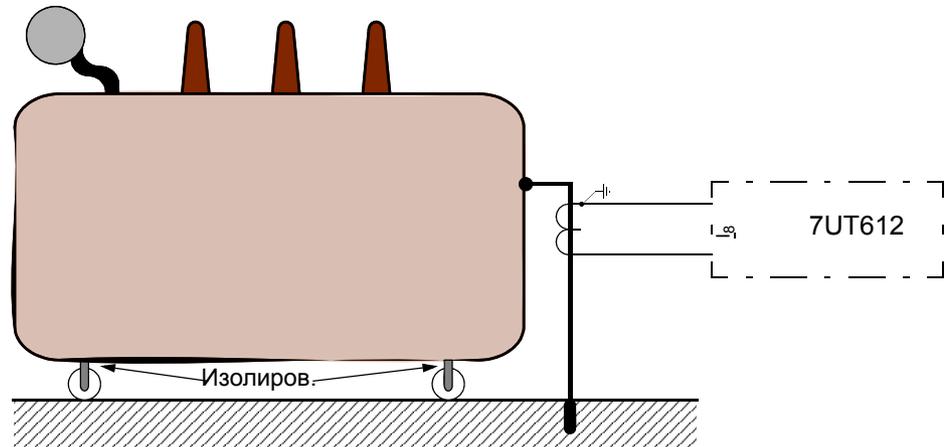


Рисунок 2-72 Принцип защиты от токов утечки с бака трансформатора

2.7.4 Задание параметров функции

Общие положения По адресу 2701 **1-фазн. МТЗ**, однофазная МТЗ может быть введена **ВКЛ** либо выведена **ОТКЛ** из работы.

Уставки зависят от применения устройства. Диапазоны уставок зависят от того к какому входу подводится ток к I_7 или I_8 . Это определяется при конфигурировании функций защиты (подраздел 2.1.1 под заголовком “Особые случаи”, стр. 19) уставкой по адресу 127:

МТЗ 1-Ф НВВ/ИВВ = Нечувств.ТТ7

В этом случае, величина срабатывания **1-ф I>>** вводится по адресу 2702, а величина срабатывания **1-ф I>** по адресу 2705. Если необходима только одна ступень, то для другой вводится уставка ∞ .

МТЗ 1-Ф НВВ/ИВВ = Чувств.ТТ8

В этом случае, величина срабатывания **1-ф I>>** вводится по адресу 2703, а величина срабатывания **1-ф I>** по адресу 2706. Если необходима только одна ступень, то для другой вводится уставка ∞ .

Если необходима выдержка времени, то по адресу 2704 **Т 1-ф I>>** вводится уставка для ступени I>>, и/или по адресу 2707 **Т 1-ф I>** вводится уставка для ступени I>. Если уставка равна 0 с, то выдержки времени не будет.

Задаваемые времена это чистые выдержки времени, которые не учитывают время действия ступеней защиты. Если выдержка времени установлена как ∞ , то соответствующая ступень не будет выдавать команды на отключение, но выдача сообщения о срабатывании будет осуществляться.

Далее приводятся примечания для высокоомной защиты и защиты от токов утечки с бака трансформатора.

Использование в качестве высокоомной защиты

При использовании однофазной МТЗ в качестве высокоомной защиты для определения увеличения тока на входе по току I_8 в устройство 7UT612 вводится только величина срабатывания. Соответственной при конфигурировании функций защиты (подраздел 2.1.1 под заголовком “Особые случаи” страница 19, по адресу 127 вводится **МТЗ 1-Ф НВВ/ИВВ = Чувств.ТТ8**.

Однако, функция высокоомной защиты зависит от согласования характеристик трансформаторов тока, внешнего резистора R и напряжения на R. Следующие три подзаголовка предоставляют соответствующую информацию.

Параметры трансформаторов тока для высокоомной защиты

Все трансформаторы тока должны иметь одинаковые коэффициенты трансформации и приблизительно равные напряжения точки перегиба характеристики. Это обычно выполняется, если трансформаторы тока имеют одинаковую конструкцию и номинальные данные. Если напряжение насыщения не задано, то его можно приблизительно вычислить из номинальных данных ТТ следующим образом:

$$V_{KPV} = \left(R_i - \frac{P_{\text{Ном}}}{I_{\text{Ном}}^2} \right) \cdot n \cdot I_{\text{Ном}}$$

где U_{KPV} = напряжение точки перегиба хар-ки ТТ
 R_i = внутренняя вторичная нагрузка ТТ
 $P_{\text{Н}}$ = номинальная мощность ТТ
 $I_{\text{Н}}$ = номинальный вторичный ток ТТ
 КПК = номинальный коэффициент предельной кратности ТТ

Номинальный ток, номинальная мощность и коэффициент предельной кратности обычно указываются на табличке с данными трансформатора тока, например,

Трансформатор тока 800/5; 5P10; 30 ВА

Что означает

$I_{\text{Н}}$ = 5 А (исходя из 800/5)

КПК = 10 (исходя из 5P10)

$P_{\text{Н}}$ = 30 ВА

Внутренняя нагрузка часто задается в отчетах об испытаниях трансформатора тока. Если она не указана, то ее значение можно получить из измерения сопротивления вторичной обмотки при приложении постоянного тока.

Пример расчета:

Трансформатор тока 800/5; 5P10; 30 ВА с $R_i = 0,3$ Ом

$$V_{KPV} = \left(R_i - \frac{P_{\text{Ном}}}{I_{\text{Ном}}^2} \right) \cdot n \cdot I_{\text{Ном}} = \left(0,3 \text{ Ом} + \frac{30 \text{ ВА}}{(5 \text{ А})^2} \right) \cdot 10 \cdot 5 \text{ А} = 75 \text{ В}$$

или

Трансформатор тока 800/1; 5P10; 30 ВА с $R_i = 5$ Ом

$$V_{KPV} = \left(R_i - \frac{P_{\text{Ном}}}{I_{\text{Ном}}^2} \right) \cdot n \cdot I_{\text{Ном}} = \left(5 \text{ Ом} + \frac{30 \text{ ВА}}{(1 \text{ А})^2} \right) \cdot 10 \cdot 1 \text{ А} = 350 \text{ В}$$

Кроме параметров ТТ, необходимо знать сопротивление самого длинного кабеля между трансформаторами тока и устройством 7UT612.

Устойчивость высокоомной защиты

Условия стабильности основаны на следующем упрощенном предположении: При внешнем повреждении *один* из трансформаторов тока полностью насыщается. Другие ТТ будут непрерывно выдавать свои токи. Теоретически

это самый неблагоприятный случай. Поскольку, на практике, при насыщении трансформатор тоже выдает ток, запас автоматически гарантируется.

Рисунок 2-73 иллюстрирует упрощенную эквивалентную цепь. ТТ1 и ТТ2 рассматриваются как идеальные трансформаторы тока с внутренним сопротивлением R_{i1} и R_{i2} . R_a это сопротивление соединительных кабелей между трансформаторами тока и резистором R . Это значение умножается на 2, потому что помимо прямого имеется и обратный провод. R_{a2} это сопротивление самого длинного кабеля.

ТТ1 трансформирует ток I_1 . ТТ2 будет насыщен. В связи с насыщением трансформатора появляется шунт с малым сопротивлением, который показан в виде пунктирной линии (короткозамкнутая цепь).

$R \gg (2R_{a2} + R_{i2})$ является дальнейшей предпосылкой.

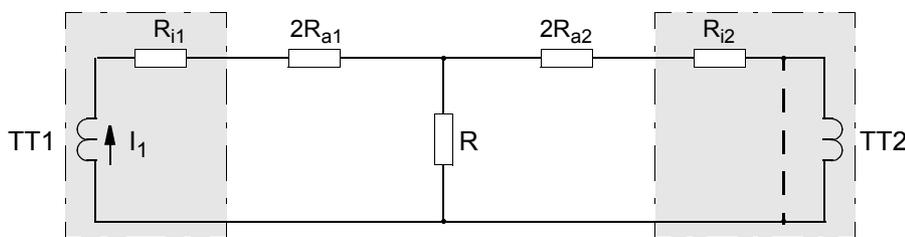


Рисунок 2-73 Упрощенная эквивалентная цепь системы циркуляции тока для высокоомной дифференциальной защиты

Тогда напряжение на резисторе R

$$U_R \approx I_1 \cdot (2R_{a2} + R_{i2})$$

Предполагается, что значение срабатывания 7UT612 соответствует половине напряжения точки перегиба характеристики трансформаторов тока. В случае баланса получаем

$$U_R = U_{КРВ}/2$$

В результате получаем предел устойчивости I_{SL} , т.е. максимальный ток сквозного короткого замыкания, ниже которого схема остается устойчива:

$$I_{SL} = \frac{V_{КРВ}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}}$$

Пример расчета:

Для ТТ с током 5 А как указано выше с $U_{КРВ} = 75$ В и $R_i = 0.3$ Ом самое длинное соединение ТТ составляет 22 м с поперечным сечением 4 мм^2 , получим сопротивление R_a 0.1 Ом

$$R = \frac{V_{КРВ}/2}{I_{pu}} = \frac{75 \text{ В}/2}{0.1 \text{ А}} = 375 \text{ Ом}$$

что составляет 15 кратный номинальный ток или 12 кА в первичных величинах.

Для ТТ с током 1 А как указано выше с $U_{КРВ} = 350$ В и $R_i = 5$ Ом самое длинное соединение ТТ составляет 107 м с поперечным сечением 2.5 мм^2 , получим сопротивление R_a 0.75 Ом

$$I_{SL} = \frac{V_{KPV}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}} = \frac{175 \text{ В}}{2 \cdot 0,75 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}} = 27 \text{ А}$$

что составляет 27 кратный номинальный ток или 21,6 кА в первичных величинах.

Чувствительность высокоомной защиты

Как упоминалось выше, высокоомная защита срабатывает при напряжении, приблизительно равном половине напряжения точки перегиба характеристики трансформаторов тока. На основании этого можно рассчитать сопротивление R.

Поскольку устройство измеряет ток, протекающий через резистор, то этот резистор и измерительный вход устройства необходимо соединить последовательно (см. Рис. 2-71). Кроме того, сопротивление должно быть большим (условие: $R \gg 2R_{a2} + R_{i2}$, как упоминалось выше), собственным сопротивлением измерительного входа можно пренебречь. Сопротивление вычисляется из тока срабатывания I_{pu} и половины напряжения точки перегиба:

$$R = \frac{V_{KPV}/2}{I_{pu}}$$

Пример расчета:

Для ТТ с током 5 А

желаемое значение срабатывания $I_{pu} = 0,1 \text{ А}$ (соответствует 16 А первичным)

$$R = \frac{V_{KPV}/2}{I_{pu}} = \frac{75 \text{ В}/2}{0,1 \text{ А}} = 375 \text{ Ом}$$

Для ТТ с током 1 А

желаемое значение срабатывания $I_{pu} = 0,05 \text{ А}$ (соответствует 40 А первичным)

$$R = \frac{V_{KPV}/2}{I_{pu}} = \frac{350 \text{ В}/2}{0,05 \text{ А}} = 3500 \text{ Ом}$$

Требуемая мощность резистора получается из точки перегиба и сопротивления:

$$P_R = \frac{U_{пер}^2}{R} = \frac{(75 \text{ В})^2}{375 \text{ Ом}} = 15 \text{ Вт} \quad \text{для примера с ТТ 5 А}$$

$$P_R = \frac{U_{пер}^2}{R} = \frac{(350 \text{ В})^2}{3500 \text{ Ом}} = 35 \text{ Вт} \quad \text{для примера с ТТ 1 А}$$

Поскольку эта мощность появляется только при замыканиях на землю на короткое время, то номинальная мощность может быть меньше приблизительно в 5 раз.

Варистор (см. рисунок 2-71) нужно выбирать таким образом, чтобы его сопротивление было высоким до напряжения точки перегиба, например,

приблизительно 100 В для 5 А ТТ,
приблизительно 500 В для 1 А ТТ.

В устройстве 7UT612 значение срабатывания (0,1 А или 0,05 А в примере) задается по адресу 2706 **1-ф I>**. Степень I>> не требуется (адрес 2703 **1-ф I>>** = ∞).

Команда на отключение может иметь выдержку времени, вводимую по адресу 2707 **T 1-ф I>**. Обычно эта выдержка времени задается равной 0.

Если параллельно подключается большее количество трансформаторов тока, например, в случае защиты шин с несколькими присоединениями, то токами намагничивания подключенных параллельно трансформаторов более пренебрегать нельзя. В этом случае токи намагничивания на половине напряжения точки перегиба (в соответствии с величиной уставки) суммируются. Эти токи намагничивания уменьшают ток, протекающий через резистор R. Таким образом, соответственно возрастет и значение срабатывания.

Использование однофазной МТЗ в качестве защиты от утечки токов с бака трансформатора

Если однофазная МТЗ используется как защита от утечки токов с бака трансформатора, то в устройство 7UT612 вводится только величина срабатывания для входа по току I_g . Соответственно при конфигурировании функций защиты (подраздел 2.1.1 под заголовком “Особые случаи”, стр. 19), по адресу 127 вводится **МТЗ 1-ф НВВ/ИВВ = Чувств.ТТ8**.

Защита от токов утечки является защитой с высокой чувствительностью, которая обнаруживает ток утечки между изолированным баком трансформатора из земель. Ее чувствительность выставляется по адресу 2706 **1-ф I>**. Ступень I>> не используется (уставка по адресу 2703 **1-ф I>> = ∞**).

Команда на отключение может выдаваться по истечении выдержки времени, задаваемой по адресу 2707 **T 1-ф I>**. Обычно эта выдержка времени равна **0**.

2.7.5 Обзор уставок

Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А токовые величины необходимо умножить на 5. Для уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2701	1-фазн. МТЗ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	1-фазная МТЗ
2702	1-ф I>>	0.05..35.00 А; ∞	0.50 А	Уставка по току ступени I>> 1-ф МТЗ
2703	1-ф I>>	0.003..1.500 А; ∞	0.300 А	Уставка по току ступени I>> 1-ф МТЗ
2704	T 1-ф I>>	0.00..60.00 с; ∞	0.10 с	Выдержка врем. ступени I>> 1-ф МТЗ
2705	1-ф I>	0.05..35.00 А; ∞	0.20 А	Уставка по току ступени I> 1-ф МТЗ
2706	1-ф I>	0.003..1.500 А; ∞	0.100 А	Уставка по току ступени I> 1-ф МТЗ
2707	T 1-ф I>	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка врем. ступени I> 1-ф МТЗ

2.7.6 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
05951	>1фМТЗ БЛК	>Блокирование однофазной МТЗ
05952	>1фМТЗ БЛК I>	>Блокирование однофазной МТЗ Ступень I>
05953	>1фМТЗ БЛК I>>	>Блокирование однофазной МТЗ Ступень I>>
05961	1фМТЗ ВЫВЕДЕНА	Однофазная МТЗ Выведена
05962	1фМТЗ БЛК	Однофазная МТЗ Блокирована
05963	1фМТЗ ВВЕДЕНА	Однофазная МТЗ Введена
05966	1фМТЗ I> БЛК	ОднофазнаяМТЗ Блокирование Ступени I>
05967	1фМТЗ I>>БЛК	ОднофазнаяМТЗ Блокирование Ступени I>>
05971	1фМТЗ ОбщПуск	ОднофазнаяМТЗ Общее Пуск
05972	1фМТЗ ОбщОТКЛ	ОднофазнаяМТЗ Общее отключение
05974	1фМТЗ I> Пуск	ОднофазнаяМТЗ Пуск ступени I>
05975	1фМТЗ I> ОТКЛ	ОднофазнаяМТЗ Отключение Ступени I>
05977	1фМТЗ I>>Пуск	ОднофазнаяМТЗ Пуск Ступени I>>
05979	1фМТЗ I>> ОТКЛ	ОднофазнаяМТЗ Отключение Ступени I>>
05980	1фМТЗ Icp:	ОднофазнаяМТЗ Уставка по току

2.8 Защита от несимметричной нагрузки

Общие положения Для обнаружения несимметричной нагрузки в системе используется защита обратной последовательности. Кроме того, она может быть использована для определения обрывов, повреждений и неправильной полярности подключения трансформаторов тока. Кроме того, эта защита полезна для обнаружения замыканий на землю, междуфазных замыканий и двойных замыканий на землю с амплитудами токов меньшими, чем максимальный нагрузочный ток.

Защита обратной последовательности используется только для трехфазного оборудования. Поэтому она не доступна, в случае **Защищ Объект = 1ф Шины** или **1-фТрансформ** (адрес 105, см. подраздел 2.1.1).

При использовании защиты от несимметричной нагрузки для генераторов и двигателей имеются некоторые особенности. Возникающие при несимметричной нагрузке токи обратной последовательности создают в трехфазных индукционных машинах поля, которые с удвоенной частотой действуют на ротор. На поверхности ротора индуцируются вихревые токи и имеет место локальное перегревание в промежутке между пазовыми клиньями и обмоточными связками.

Кроме того, причиной термической перегрузки двигателя может стать питание от несимметричной системы напряжений. Так как двигатель обладает малым сопротивлением обратной последовательности, небольшая несимметрия напряжения может привести к возникновению больших токов обратной последовательности.

Защита от несимметричной нагрузки всегда работает на той стороне защищаемого объекта, к которой была привязана при конфигурировании функций терминала. (см. Подраздел 2.1.1 под заголовком “Особые случаи”, страница 19, адрес 141).

Защита от несимметричной нагрузки состоит из двух ступеней с независимыми выдержками времени и одной ступени с инверсной выдержкой времени. Последняя может работать с использованием характеристик МЭК или ANSI.

2.8.1 Описание функции

Определение несимметричной нагрузки

Функция защиты от несимметричной нагрузки устройства 7UT612 использует цифровые фильтры для разложения фазных токов на симметричные составляющие. Если составляющая обратной последовательности фазного тока составляет хотя бы 10% от номинального тока устройства, и все фазные токи ниже в четыре раза, чем номинальный ток устройства, тогда ток обратной последовательности будет подан на токоопределяющие элементы.

2.8.1.1 Ступени с независимыми выдержками времени

Независимая выдержка времени имеет две ступени. Когда ток обратной последовательности превышает заданное значение $I_{2>}$, запускается таймер $T_{I_{2>}}$, и выдается соответствующее сообщение о срабатывании. Когда ток обратной последовательности превышает заданное значение $I_{2>>}$, запускается таймер $T_{I_{2>>}}$, и выдается соответствующее сообщение о срабатывании.

Когда выдержка времени истекла, выдается команда отключения (см. Рис 2-74).

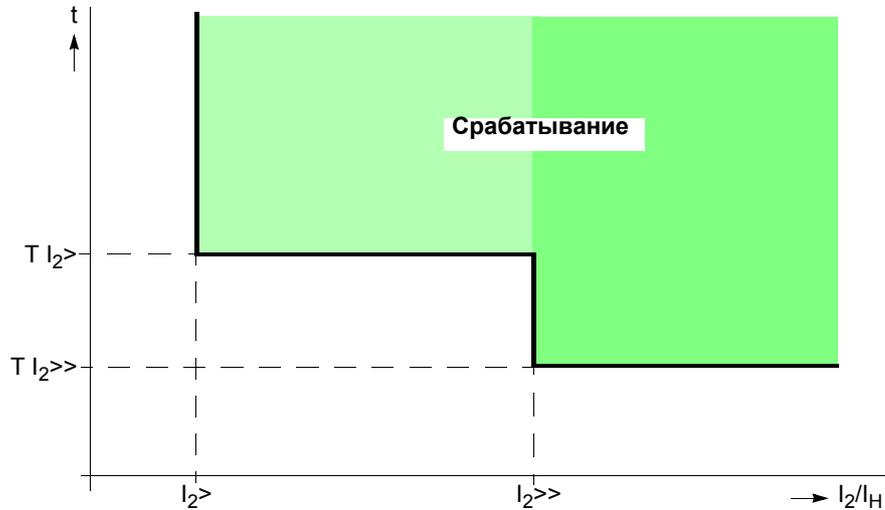


Рисунок 2-74 Характеристика срабатывания защиты от несимметричной нагрузки с независимой выдержкой времени

2.8.1.2 Степень с обратно зависимой выдержкой времени

Степень защиты с обратно зависимой выдержкой времени работает с характеристикой срабатывания согласно стандарту МЭК или ANSI. Кривые характеристик и их уравнения приводятся в разделе Технические данные (Рис. 4-7 и 4-8 в разделе 4.4). Инверсная характеристика времени накладывается на характеристики ступеней с независимыми выдержками времени $I_{2>>}$ и $I_{2>}$ (см. подраздел 2.8.1.1).

Пуск, отключение

Ток обратной последовательности I_2 сравнивается с величиной уставки I_{2p} . Когда ток обратной последовательности в 1,1 раза превышает значение срабатывания, выдается сообщение о пуске. Время отключения вычисляется на основе тока обратной последовательности согласно выбранной характеристике. После истечения выдержки времени выдается команда отключения. На Рис. 2-75 показывается качественный курс характеристики. На этом рисунке перекрывающаяся ступень $I_{2>>}$ изображена пунктирной линией.

Характеристики возврата для кривых МЭК

Возврат ступени, для которой используются кривые в соответствии со стандартом МЭК, происходит, когда соответствующий ток падает ниже 95% от величины пуска. При новом срабатывании счетчик времени запускается с нуля.

Характеристики возврата для кривых ANSI

Вы можете определить будет ли происходить возврат ступени сразу же после того, как значение тока станет меньше порогового значения или же возврат будет задержан с помощью эмуляции диска. "Сразу же" означает, что возврат произойдет, когда значение тока снизится до приблизительно 95% от значения срабатывания. При новом пуске таймер начнет отсчет времени с нуля.

Эмуляция диска задерживает процесс возврата (значение счетчика времени уменьшается), который начинается после отключения. Этот процесс соответствует обратному вращению индукционного диска Феррари (отсюда и название "эмуляция диска"). Если происходит несколько повреждений подряд, то из-за инерции индукционного диска учитывается "история" повреждений, и выдержка времени изменяется. Это обеспечивает правильное моделирование роста температуры защищаемого объекта при резких изменениях значений несимметричной нагрузки. Возврат начинается, когда измеренное значение становится меньше 90% от уставки в соответствии с кривой возврата выбранной характеристики. В диапазоне возврата (95% от величины срабатывания и 90% от уставки), процессы убывания и возрастания находятся в спокойном состоянии. Если произошло уменьшение значения ниже 5% от заданной величины, то процесс возврата завершается, т.е. при возникновении нового повреждения отсчет таймера начинается с нуля.

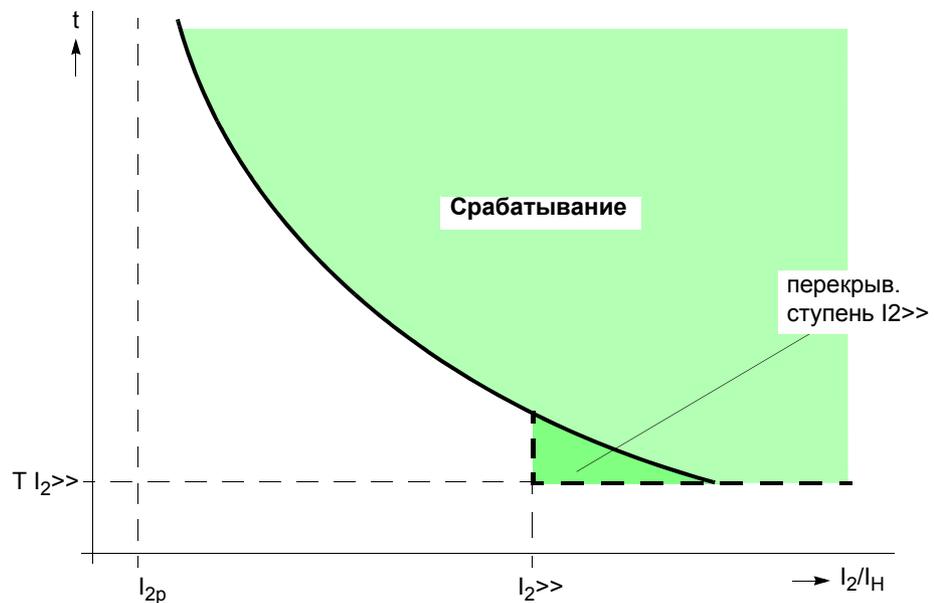


Рисунок 2-75 Характеристика отключения защиты от несимметричной нагрузки с инверсной выдержкой времени (с перекрытием ступени с независимой выдержкой времени)

Логические принципы

На рисунке 2-76 ниже представлена логическая схема работы функции защиты от несимметричной нагрузки. Защиту можно заблокировать через дискретный вход. Таким образом, можно сбросить пуск и набор выдержек времени ступеней.

Когда критерий срабатывания выходит из рабочего диапазона защиты от несимметричной нагрузки (все фазные токи ниже $0,1 \cdot I_N$, или хотя бы один из фазных токов превышает $4 \cdot I_N$), то происходит возврат всех ступеней защиты от несимметричного режима.

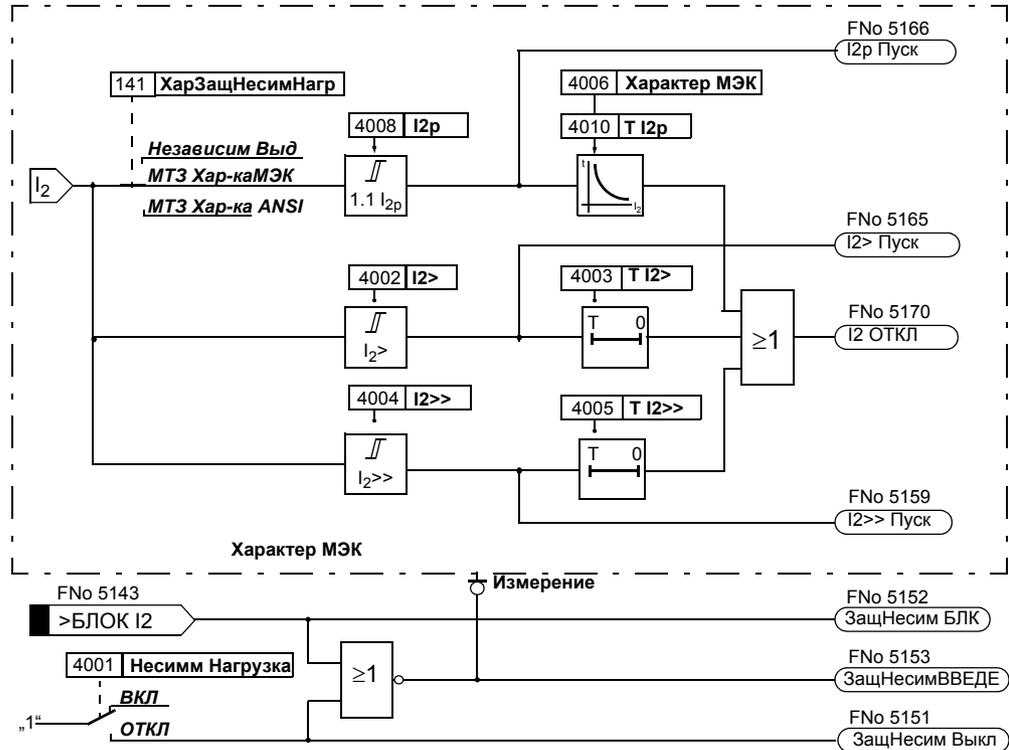


Рисунок 2-76 Логическая схема защиты от несимметричной нагрузки - пример для МЭК-характеристики

2.8.2 Задание параметров функции

Общие положения При конфигурации объема функций (подраздел 2.1.1, подраздел “Особые случаи”, страница 19) по адресу 140 были определены стороны защищаемого объекта. Соответствующий тип характеристики вводится по адресу 141. Уставки вводятся только для выбранной характеристики. Ступени с независимыми выдержками времени $I_{2>>}$ и $I_{2>}$ доступны всегда.

Использование защиты от несимметричной нагрузки имеет смысл только для трехфазных защищаемых объектов. Поэтому в случае **Защит Объект = 1ф Шины** или **1-фТрансформ** (адрес 105, подраздел 2.1.1) следующие уставки недоступны.

По адресу 4001 **Несимм Нагрузка** функцию можно ввести **ВКЛ** или вывести из работы **ОТКЛ**.

Ступени с независимыми выдержками времени $I_{2>>}$, $I_{2>}$

Двухступенчатая характеристика позволяет пользователю ввести небольшую выдержку времени (адрес 4005 **T I2>>**) для первой ступени (адрес 4004 **I2>>**) и более длинную выдержку времени (адрес 4003 **T I2>**) для второй ступени (адрес 4002 **I2>**). Например, ступень $I_{2>}$, можно использовать для работы на сигнал, ступень $I_{2>>}$ - на отключение. Для того, чтобы обеспечить селективность работы защиты от несимметричной нагрузки (защиты по обратной последовательности) и токовой защиты по основной гармонике, уставку **I2>>** лучше задавать выше

60% (этим обеспечивается, что отключения в случае фазного повреждения от ступени $I_2 \gg$ не произойдет).

Величина тока обратной последовательности в случае повреждения одной фазы составляет

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I = 0.58 \cdot I$$

С другой стороны, при двухфазном повреждении, ток обратной последовательности может превышать 60%. Поэтому выдержку времени $T I_2 \gg$ необходимо согласовать со ступенчатой характеристикой выдержек времени сети.

На отходящих линиях защита от несимметричной нагрузки может служить для обнаружения несимметричных повреждений с токами, меньшими значений срабатывания МТЗ с выдержкой времени. В этом случае:

- при двухфазном замыкании с током I образуется ток обратной последовательности

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I = 0.58 \cdot I$$

- при однофазном замыкании с током I образуется ток обратной последовательности

$$I_2 = \frac{1}{3} \cdot I = 0.33 \cdot I$$

При токе обратной последовательности больше 60%, можно предположить наличие двухфазного замыкания. Выдержку времени $T I_2 \gg$ необходимо согласовать со ступенчатой характеристикой выдержек времени сети.

Для силовых трансформаторов защиту от несимметричной нагрузки можно использовать в качестве чувствительной защиты от междуфазных КЗ и замыканий на землю с малыми токами. В частности, данное применение подходит для трансформатором со схемой "треугольник-звезда", где замыкания на землю на стороне низшего напряжения не приводят к появлению больших токов нулевой последовательности.

Эта взаимосвязь между токами обратной последовательности и током повреждения при междуфазных КЗ и замыканиях на землю также будет верна и для трансформатора, поскольку учитывается отношение витков обмоток.

Рассматривается силовой трансформатор со следующими данными:

Номинальная полная мощность	$S_H = 16 \text{ MVA}$
Номин. напряжение стороны ВН	$U_{ВН} = 110 \text{ кВ}$
Номин. напряжение стороны НН	$U_{НН} = 20 \text{ кВ}$
Схема соединения	Дун5

На стороне НН можно обнаружить следующие повреждения:

Если значение срабатывания устройства для стороны ВН задано равным $I_2 \gg = 0,1 \text{ A}$, тогда ток замыкания на землю $I = 3 \cdot (110 \text{ кВ}/20 \text{ кВ}) \cdot I_2 \gg = 3 \cdot 5,5 \cdot 100 \text{ A} = 165 \text{ A}$ и ток междуфазного повреждения $\sqrt{3} \cdot (110/20) \cdot 0,1 \cdot 100 \text{ A} = 95 \text{ A}$ могут быть определены со стороны низшего напряжения. Это соответствует 36% и 20% от номинального тока трансформатора соответственно.

Для предотвращения ложной работы при повреждениях в других зонах защиты, выдержку времени $T_{I2>}$ необходимо согласовать со ступенчатой характеристикой выдержек времени сети.

Для генераторов и двигателей уставки зависят от допустимой несимметричной нагрузки защищаемого объекта. Обычно для ступени $I_{2>}$ вводится длительно допустимый ток обратной последовательности и большая выдержка времени, для того чтобы эта ступень действовала на сигнал. Для ступени $I_{2>>}$ задается кратковременный ток обратной последовательности с выдержкой времени, определяемой ниже.

Пример:

<u>Двигатель</u>	$I_{\text{Ндвиг}}$	= 545 А
	$I_{2\text{перв}} / I_{\text{Ндвиг}}$	0.11 длительно
	$I_{2\text{перв}} / I_{\text{Ндвиг}}$	= 0.55 для $T_{\text{max}} = 1\text{ с}$
Тр-р тока	$I_{\text{Нперв}} / I_{\text{Нвтор}}$	= 600 А/1 А
Уставка	$I_{2>}$	= $0.11 \cdot 545\text{ А} = 60\text{ А}$ первичн. или $0.11 \cdot 545\text{ А} \cdot (1/600) = 0.10\text{ А}$ вторичн.
Уставка	$I_{2>>}$	= $0.55 \cdot 545\text{ А} = 300\text{ А}$ первичн. или $0.55 \cdot 545\text{ А} \cdot (1/600) = 0.50\text{ А}$ вторичн.
Выдержка времени	$T_{I_{2>>}}$	= 1 с

Чтобы получить лучшую адаптацию к защищаемому объекту, используйте дополнительную ступень с инверсной выдержкой времени.

Ступень I_{2p} с обратной зависимой выдержкой времени с кривыми МЭК

При выборе характеристики отключения с обратно зависимой выдержкой времени можно легко смоделировать тепловую нагрузку машины, вызываемую несимметричной нагрузкой. Используйте характеристику, которая наиболее близка к кривой нагрева при несимметричной нагрузке, предоставляемой производителем электрической машины.

При использовании характеристик МЭК (адрес 141 **ХарЗащНесимНагр = МТЗ Хар-каМЭК**, см. также подраздел 2.1.1) по адресу 4006 **Характер МЭК** вводятся следующие уставки:

Нормал.-инверсн (тип А согласно МЭК 60255–3),
Сильно-инверсн. (тип В согласно МЭК 60255–3),
Предел.-инверс. (тип С согласно МЭК 60255–3),

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в разделе Технические данные (раздел 4.4, Рис. 4-7).

Если выбрана инверсная характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае протекания тока, в 1.1 раза большего заданного значения I_{2p} (Адрес 4008). Функция будет сброшена, как только величина тока составит 95% от значения пуска защиты.

Соответствующий множитель для выдержки времени вводится по адресу 4010 **T I2p**.

Множитель времени можно задать равным ∞ . В этом случае будет выдаваться сообщение о пуске защиты, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если ступень с инверсной выдержкой времени не требуется, то при конфигурировании функций защит по адресу 141 вводится **ХарЗащНесимНагр = Независим Выд** (подраздел 2.1.1).

Описанные выше ступени с независимыми выдержками времени могут быть использованы совместно со ступенью с инверсной выдержкой времени в качестве ступеней действующих на сигнал и выдающих команду на отключение (см. “Ступени с независимыми выдержками времени I2>>, I2>”).

Ступень I2p с обратно зависимой выдержкой времени с кривыми ANSI

При выборе характеристики отключения с обратно зависимой выдержкой времени можно легко смоделировать тепловую нагрузку машины, вызываемую несимметричной нагрузкой. Используйте характеристику, которая наиболее близка к кривой нагрева при несимметричной нагрузке, предоставляемой производителем электрической машины.

При использовании характеристик ANSI (адрес 141 **ХарЗащНесимНагр = МТЗ Хар-ка ANSI**) по адресу 4007 **Характер ANSI** вводятся следующие уставки:

*Предел.-инверс.,
Инверсная,
Умерен.-инверсн, и
Сильно-инверсн..*

Характеристики и уравнения, на которых они основаны, приведены в разделе Технические данные (раздел 4.4, Рис. 4-8).

Если выбрана инверсная характеристика выдержки времени, необходимо отметить, что коэффициент отстройки приблизительно 1,1 уже учтен в величине срабатывания и в уставке. Это означает, что пуск произойдет только в случае протекания тока, в 1.1 раза большего заданного значения **I2p** (Адрес 4008).

Соответствующий множитель для выдержки времени вводится по адресу 4009 **D I2p**.

Множитель времени можно задать равным ∞ . В этом случае будет выдаваться сообщение о пуске защиты, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если ступень с обратно зависимой выдержкой времени не требуется, то при конфигурировании функций защит по адресу 141 вводится **ХарЗащНесимНагр = Независим Выд** (подраздел 2.1.1).

Описанные выше ступени с независимыми выдержками времени могут быть использованы совместно со ступенью с инверсной выдержкой времени в качестве ступеней действующих на сигнал и выдающих команду на отключение (см. “Ступени с независимыми выдержками времени I2>>, I2>”).

Если по адресу 4011 **I2p ВОЗВРАТ** выставлено **Имит эл/мех рел**, то возврат функции происходит в соответствии с характеристикой возврата. Для получения более полной информации см. подраздел 2.8.1.2, под заголовком “Характеристики возврата для кривых ANSI” (стр. 143).

2.8.3 Обзор уставок

Примечание: Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А эти значения необходимо умножить на 5. При задании уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4001	Несимм Нагрузка	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Несимметр. нагрузка (обратная последов.)
4002	I2>	0.10..3.00 А	0.10 А	Уставка по току ступени I2>
4003	T I2>	0.00..60.00 с; ∞	1.50 с	Выдержка времени ступени I2>
4004	I2>>	0.10..3.00 А	0.50 А	Уставка по току ступени I2>>
4005	T I2>>	0.00..60.00 с; ∞	1.50 с	Выдержка времени ступени I2>>
4006	Характер МЭК	Нормал.-инверсн Сильно-инверсн. Предел.-инверс.	Предел.-инверс.	Характеристические кривые МЭК
4007	Характер ANSI	Предел.-инверс. Инверсная Умерен.-инверсн Сильно-инверсн.	Предел.-инверс.	Характеристические кривые ANSI
4008	I2p	0.10..2.00 А	0.90 А	Уставка по току ступени I2p
4009	D I2p	0.50..15.00; ∞	5.00	Козфф времени D ст.I2p
4010	T I2p	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени ступени I2p
4011	I2p ВОЗВРАТ	Мгновенная Имит эл/мех рел	Мгновенная	Возврат ступени I2p

2.8.4 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
05143	>БЛК I2	>Блокировать защиту от несим.нагрузки I2
05151	ЗащНесим Выкл	Защита Несим Нагр Выведена
05152	ЗащНесим БЛК	Защита Несим Нагр заблокирована
05153	ЗащНесимВВЕДЕНА	Защита Несим Нагр Введена
05159	I2>> Пуск	Пуск ступени I2>>
05165	I2> Пуск	I2> Пуск
05166	I2p Пуск	Пуск ступени I2p
05170	I2 ОТКЛ	Отключение от ступени I2 ЗащНесим
05172	I2 отсутств	ЗащНесим: недост. для этого защ. объекта

2.9 Защита от термической перегрузки

Защита от термической перегрузки предотвращает повреждение защищаемого объекта, вызванное термической перегрузкой, особенно при использовании устройства для защиты трансформаторов, вращающихся машин, реакторов и кабелей. В устройстве 7UT612 существуют два метода определения термической перегрузки:

- Защита от термической перегрузки по тепловой модели в соответствии с МЭК 60255-8,
- Расчет температуры наиболее нагретой точки и определение скорости старения согласно МЭК 60354.

Вы можете выбрать один из этих методов. Первый характеризуется простотой обработки и ввода уставок, для второго метода необходимы некоторые знания о защищаемом объекте, его термических характеристиках и входной температуре охлаждающей среды.

2.9.1 Защита от перегрузки с использованием тепловой модели

Принцип действия Защита от тепловой перегрузки в 7UT612 может быть привязана к одной из сторон защищаемого объекта (задается уставкой), т.е. происходит анализ токов этой стороны. Поскольку причина перегрузки обычно находится вне зоны защиты, то ток перегрузки является сквозным током.

Устройство вычисляет увеличение температуры по односторонней тепловой модели с использованием следующего теплового дифференциального уравнения

$$\frac{d\Theta}{dt} + \frac{1}{\tau_{th}} \cdot \Theta = \frac{1}{\tau_{th}} \cdot \left(\frac{I}{k \cdot I_{НОБ}} \right)^2$$

где Q – реальное увеличение температуры, относительно итогового увеличения температуры при максимально допустимом токе фазы $k \cdot I_{НОБ}$,

t_{th} – термическая постоянная времени нагревания,

k – коэффициент, который определяет максимальный длительно допустимый ток, относительно номинального тока защищаемого объекта.

I – абсолютная величина тока

$I_{НОБ}$ – номинальный ток защищаемого объекта.

В установившемся режиме работы решением этого уравнения является е-функция, асимптота которой показывает конечную температуру $Q_{кон}$. Когда перегрев достигает первого задаваемого порогового значения температуры $Q_{сигн}$, которое меньше конечного значения температуры, выдается предупредительный сигнал для снижения нагрузки и предотвращения перегрева. Когда перегрев достигает второго порогового значения температуры, т.е. это окончательный перегрев или температура отключения, то защищаемый объект отключается от сети. Защиту от перегрузки, однако, можно задать как **Только Сигнал**, то есть с действием на сигнал. В этом случае при достижении температуры окончательного перегрева будут выдаваться только сообщения.

Перегрев вычисляется отдельно для каждой фазы в тепловой модели из квадрата соответствующего фазного тока. Это обеспечивает учет действующего значения основной гармоники, а также содержания гармоник. Максимальный перегрев из трех фаз сравнивается с пороговыми значениями.

Максимальный длительно допустимый ток термической перегрузки $I_{\text{макс}}$ заводится в защиту посредством коэффициента для номинального тока $I_{\text{НОб}}$:

$$I_{\text{макс}} = k \cdot I_{\text{НОб}}$$

$I_{\text{НОб}}$ - номинальный ток защищаемого объекта:

- При защите силовых трансформаторов необходимо знать номинальную мощность *обмотки*, к которой привязана защита. Устройство вычисляет номинальный ток из номинальной полной мощности трансформатора и номинального напряжения назначенной обмотки. Для трансформаторов с РПН необходимо использовать сторону без регулирования.
- При защите генераторов, двигателей или реакторов номинальный ток объекта вычисляется устройством из заданной номинальной полной мощности и номинального напряжения.
- При защите коротких линий или шин значение номинального тока вводится непосредственно.

В дополнение к коэффициенту k в защиту необходимо ввести тепловую постоянную времени t_{th} , а также температуру, при которой будет выдаваться предупредительный сигнал $Q_{\text{сигн}}$.

Кроме термической ступени, работающей на сигнал, защита от перегрузки также имеет токовую ступень, работающую на сигнал $I_{\text{сигн}}$, которая может выдавать сигнал раньше появления тока перегрузки, даже в случае, когда перегрев еще не достиг значений температуры сигнализации или отключения.

Защиту от перегрузки можно заблокировать через дискретный вход. При этом тепловая модель также обнуляется.

Увеличение постоянной времени электрических машин

Упомянутое выше дифференциальное уравнение предполагает наличие постоянного охлаждения, представленного в виде тепловой постоянной времени $t_{\text{th}} = R_{\text{th}} \cdot C_{\text{th}}$ (термическое сопротивление, умноженное на термическую способность). Однако, тепловая постоянная времени машин с естественной вентиляцией при простое существенно отличается от постоянной времени при работе в виду отсутствия вентиляции.

Поэтому в этом случае имеются две постоянные времени. Это должно быть учтено в тепловой модели.

Электрическая машина считается остановленной, когда ток падает ниже **I > ВЫКЛ вкл Ст1** или **I > ВЫКЛ вкл Ст2** (в зависимости от стороны привязки защиты от перегрузки, см. также “Положение выключателя” в подразделе 2.1.2).

Распознавание пуска двигателя

При пуске электрических машин перегрев, рассчитываемый тепловой моделью, может превышать температуру предупредительной сигнализации или даже температуру отключения. Для того, чтобы исключить действие на сигнал или отключение, используется информация о пусковом токе, и, таким образом, подавляется повышение температуры. Это означает, что рассчитанная температура удерживается постоянной, пока фиксируется пусковой ток.

Аварийный пуск электрических машин

Когда необходим аварийный пуск электрических машин, допускается наличие температур выше значений разрешенных рабочих температур (аварийный пуск). Тогда можно заблокировать только сигнал отключения через дискретный вход (">Авар.ПУСК"). После пуска и сбросе дискретного входа, результаты вычисления тепловой модели могут по-прежнему оставаться больше температуры отключения. Поэтому для тепловой модели имеется возможность задания выдержки времени разгона (**Тавар**), которая запускается при возврате дискретного входа. Также подавляется команда отключения. Отключение от защиты от термической перегрузки будет отменено до тех пор, пока эта выдержка времени не истечет. Дискретный вход влияет только на команду отключения. Он не влияет на запись осциллограмм аварийного процесса и не обнуляет тепловую модель.

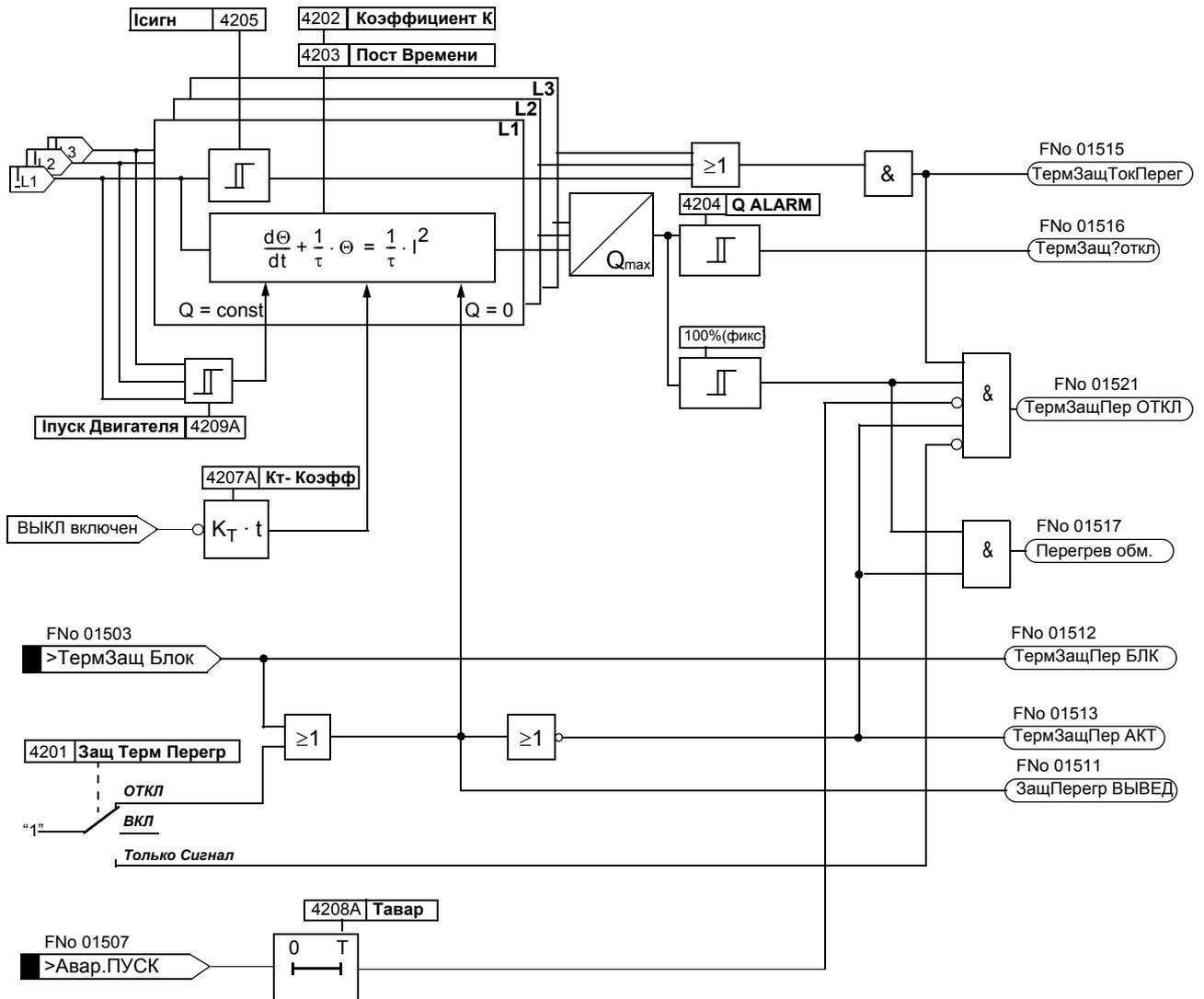


Рисунок 2-77 Логическая схема защиты от термической перегрузки

2.9.2 Расчет наиболее нагретой точки и определение скорости старения

При расчете перегрузки согласно МЭК60354 для функции защиты вычисляется два значения: относительное старение и температуре наиболее нагретой точки защищаемого объекта. Пользователь может установить на защищаемом объекте до 12 точек измерения температуры. Через один или два термоблока и подключение кабеля последовательной передачи данных, информация о локальной температуре охладителя от точек измерения поступает в защиту от перегрузки устройства 7UT612. Одна из этих точек выбирается для расчета температуры наиболее нагретой точки. Эту точку следует размещать в изоляции верхнего внутреннего витка обмотки, поскольку в этой точке температура максимальна.

Периодически вычисляется относительное старение, и это значение суммируется с общей величиной старения.

Способы охлаждения

Расчет наиболее нагретой точки зависит от способа охлаждения. Воздушное охлаждение имеется всегда. Различают два способа:

- **AN (Air Natural)**: естественная циркуляция воздуха и
- **AF (Air Forced)**: принудительная циркуляция воздуха (обдув).

При комбинировании двух выше описанных методов охлаждения с жидким охлаждением, появляются следующие типы охлаждения:

- **ON (Oil Natural = естественная циркуляция масла)**: Из-за возникновения разницы температур охладитель (масло) циркулирует в баке. Эффект охлаждения не очень высокий из-за естественной конвекции. Однако, этот вариант охлаждения практически бесшумный.
- **OF (Oil Forced = принудительная циркуляция масла)**: Масляный насос заставляет охладитель (масло) передвигаться в пределах бака. Эффект охлаждения этого метода более высокий, чем при естественной циркуляции масла (ON).
- **OD (Oil Directed = принудительная направленная циркуляция масла)**: Циркуляция охладителя (масла) в баке выполняется направленно. Поэтому масляный поток усиливается для областей, наиболее чувствительных к температуре. Поэтому эффект охлаждения этого метода очень хорош. При этом методе охлаждения перегрев минимален.

На Рис. с 2-78 по 2-80 приведены примеры методов охлаждения.

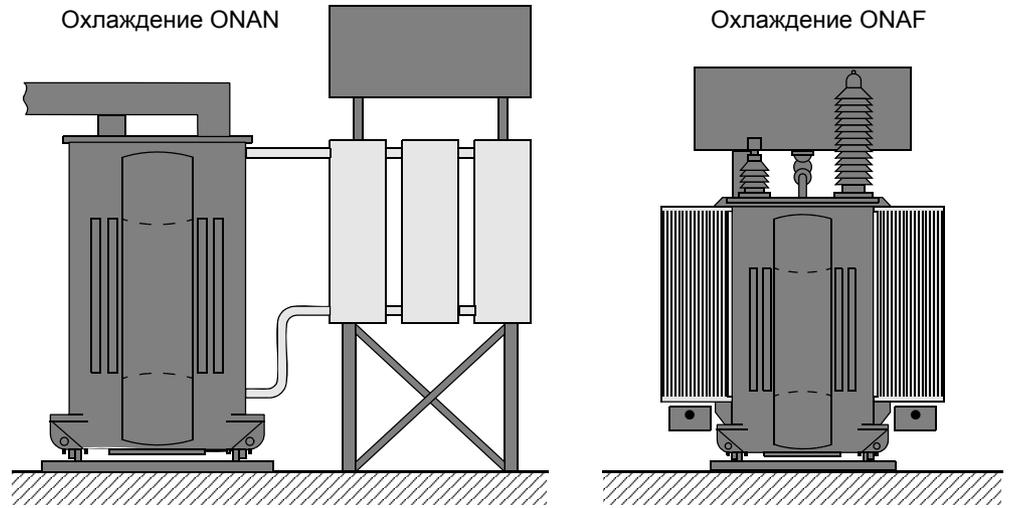


Рисунок 2-78 ON cooling (Естественная циркуляция масла)

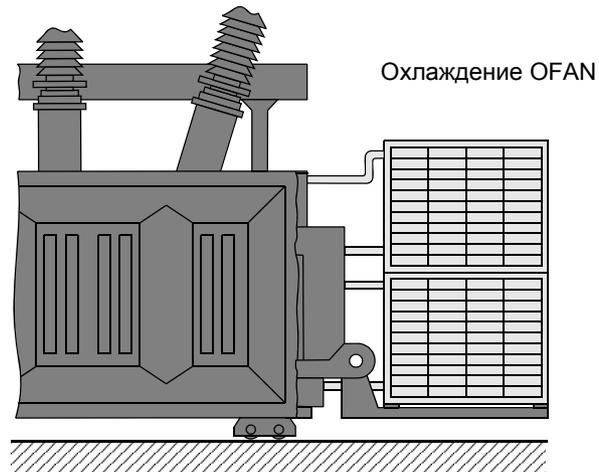


Рисунок 2-79 OF охлаждение (Принудительная циркуляция масла)

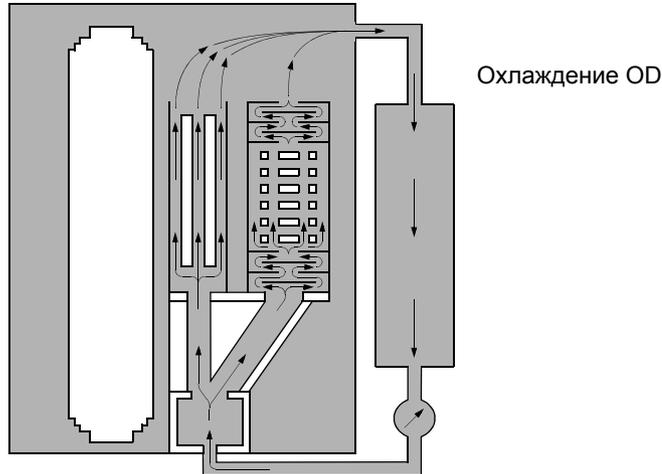


Рисунок 2-80 OD охлаждение (Направленная циркуляция масла)

Расчет температуры наиболее нагретой точки

Температура наиболее нагретой точки защищаемого объекта является важным показателем. Наиболее нагретая точка, имеющая значение для срока службы трансформатора, обычно располагается в изоляции верхнего внутреннего витка. Обычно температура охладителя увеличивается со дна бака до его верхней части. Метод охлаждения, однако, влияет на скорость снижения температуры.

Температура наиболее нагретой точки складывается из двух частей:
 температура наиболее нагретой точки охладителя (получаемая через термоблок),
 нагрев витка обмотки из-за нагрузки трансформатора.

Для получения температуры наиболее нагретой точки можно использовать термоблок 7XV566. Он преобразует значение температуры в цифровые сигналы и передает их на соответствующий интерфейс устройства 7UT612. Термоблок может определять температуру в 6 точках бака трансформатора. К терминалу 7UT612 можно подключить до двух термоблоков данного типа.

Устройство вычисляет температуру наиболее нагретой точки из этих данных и параметров основных функций. Когда задаваемое пороговое значение (температура предупредительной сигнализации) превышает, выдается сообщение и/или команда отключения.

Расчет температуры наиболее нагретой точки выполняется на основе дифференциальных уравнений в зависимости от способа охлаждения.

Для **ON**-охлаждения и **OF**-охлаждения:

$$\Theta_T = \Theta_M + H_{гр} \cdot k^Y$$

где:

- Θ_H температура наиболее нагретой точки,
- Θ_O температура верхних слоев масла
- $H_{гр}$ отношение темп. наиболее нагретой точки к градиенту темпер. верхних слоев масла
- k коэффициент нагрузки I/I_H (измеряемый)

Y — показатель обмотки

Для **OD**—охлаждения:

$$\Theta_H = \Theta_M + H_{ГР} \cdot k^Y \quad \text{при } k \leq 1$$

$$\Theta_H = \Theta_M + H_{ГР} \cdot k^Y + 0.15 \cdot [(\Theta_M + H_{ГР} \cdot k^Y) - 98^\circ \text{C}] \quad \text{при } k \leq 1$$

Расчет скорости старения

Срок службы бумажной изоляции оптимален при температуре 98°C или 208.4°F в прямой окружающей среде изоляции. Опыт показывает, что увеличение на 6 K приводит уменьшению срока службы вдвое. Для температуры, которая отличается от базового значения 98°C (208.4°F), относительная скорость старения V рассчитывается как

$$V = \frac{\text{Старение при } \Theta_H}{\text{Старение при } 98^\circ \text{C}} = 2^{(\Theta_H - 98^\circ \text{C})/6}$$

Среднее значение относительной скорости старения L задается вычислением среднего значения за некоторый период времени, например, от T_1 до T_2 :

$$L = \frac{1}{T_2 - T_1} \cdot \int_{T_1}^{T_2} V dt$$

При постоянной номинальной нагрузке относительная скорость старения L равна 1. Для значений, больших 1, получаем ускоренное старение, например, если $L = 2$, то, по сравнению со сроком службы при номинальных условиях нагрузки, ожидается только половина срока службы.

В соответствии со стандартом МЭК, скорость старения определяется для температур с 80°C по 140°C (176°F - 284°F). Это рабочий диапазон расчета старения для устройства 7UT612: Температуры ниже 80°C (176°F) не увеличивают рассчитываемую скорость старения; значения больше 140°C (284°F) не уменьшают рассчитываемую скорость.

Описанный выше расчет относительной скорости старения применяется только для обмотки изоляции, его нельзя использовать для учета других причин старения.

Вывод результатов

Температура наиболее нагретой точки вычисляется для обмотки, соответствующей стороне защищаемого объекта, для которого сконфигурирована защита от перегрузки (Подраздел 2.1.1, адрес 142). Расчет учитывает ток этой стороны и температуру охладителя, измеренную в конкретной точке. Могут быть установлены две пороговые величины: для выдачи предупреждающего сообщения (Ступень 1) и для выдачи аварийного сигнала (Ступень 2). Когда аварийный сигнал назначается на отключение, его также можно использовать для отключения выключателя (выключателей).

Для средней скорости старения также существует пороговое значение для выдачи предупредительного и аварийного сигнала

Состояние можно считать в любой момент, используя для этого рабочие измеряемые величины. Информация включает в себя:

- температуру наиболее нагретой точки в $^\circ \text{C}$ или $^\circ \text{F}$ (как установлено),
- относительную скорость старения в относительных единицах,

- резерв нагрузки до предупредительного сигнала (ступень 1) в процентах,
- резерв нагрузки до аварийного сигнала (ступень 2) в процентах.

2.9.3 Задание параметров функции

Общие положения Защиту от перегрузки можно привязать к любой стороне защищаемого объекта. Поскольку причина появления тока перегрузки находится вне защищаемого объекта, то ток перегрузки является сквозным током, защиту от перегрузки можно привязать к питающей или к непитающей стороне.

- При защите трансформаторов с РПН, защита от перегрузки должна быть привязана к не регулируемой стороне, поскольку только на ней можно определить отношение номинального тока к номинальной мощности.
- При защите генераторов, защита от перегрузки обычно привязывается со стороны нейтрали.
- При защите двигателей и шунтирующих реакторов, защита от перегрузки привязывается со стороны питания.
- При защите последовательных реакторов или коротких кабелей, защита от перегрузки привязывается к любой стороне.
- При защите секций шин или воздушных линий, защита от перегрузки обычно не используется, поскольку невозможен расчет температуры из-за значительно изменяющихся условий окружающей среды (температура воздуха, ветер). Однако в этом случае, может быть использована токовая ступень, действующая на сигнал, для предупреждения о токах перегрузки.

Сторона привязки защиты от перегрузки вводится по адресу 142 **ТермЗащПерегруз** при конфигурировании списка функций (подраздел 2.1.1).

Как описано выше, в устройстве 7UT612 имеются два метода оценки условий перегрузки. При конфигурировании функций защиты (подраздел 2.1.1), по адресу 143 **ХарТермЗащит** определяется как должна работать защита: в соответствии с “классическим” методом термической характеристики ((**ХарТермЗащит** = *Классически*) или с расчетом температуры точки наиболее нагретой точки в соответствии со стандартом МЭК 60354 (**ХарТермЗащит** = *МЭК354*). В последнем случае по крайней мере один RTD-блок 7XV566 должен быть подключен к устройству для предоставления информации о средней температуре охладителя. Данные, касающиеся термоблока, вводятся в терминал по адресу 191 **ТИП ПОДКЛ RTD** (подраздел 2.1.1).

Защита от термической перегрузки введена **ВКЛ** или выведена из работы **ОТКЛ** по адресу 4201 **ТермЗащПерегруз**. Кроме того, может быть выставлена уставка для действия на сигнал **Только Сигнал**. В последнем случае функция защиты активна, но при достижении температуры отключения выдается только аварийный сигнал, т.е. выход функции защиты “ТермЗащПер ОТКЛ” не активен.

Коэффициент k

Номинальный ток стороны защищаемого объекта принимается за базовый ток для определения перегрузки. Коэффициент k вводится по адресу 4202 **Коэффициент К**. Он определяется отношением длительно допустимого тока к этому номинальному току:

$$k = \frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{НОБ}}}$$

При использовании метода с тепловой моделью, нет необходимости оценивать ни абсолютную температуру, ни температуру отключения, поскольку увеличение температуры отключения равно итоговому повышению температуры при $k \cdot I_{\text{НОБ}}$. Производители электрических машин обычно задают длительно допустимый ток. Если эти данные отсутствуют, то коэффициент k задается равным 1,1 умноженному на номинальный ток защищаемого объекта. Для кабелей длительно допустимый ток зависит от их поперечного сечения, материала изоляции, конструкции и способа прокладки. Эти данные можно получить из соответствующих технических таблиц.

При использовании метода оценки температуры точки кипения в соответствии со стандартом МЭК 60354, задайте $k = 1$, поскольку все параметры соотносятся с номинальным током защищаемого объекта.

Постоянная времени t_{th} для тепловой модели

Термическая постоянная времени t_{th} вводится по адресу 4203 **Пост Времени**. Это значение также задается производителем. Обратите внимание на то, что постоянная времени задается в минутах. Достаточно часто задаются другие значения для определения постоянной времени; эти значения можно преобразовать в постоянную времени следующим образом:

- Ток длительностью 1 с

$$\frac{\tau_{\text{th}}}{\text{мин}} = \frac{1}{60} \cdot \left(\frac{\text{допустимый 1 с ток}}{\text{длит. допустимый ток}} \right)^2$$

- допустимый ток длительностью отличной от 1 с, например, 0,5 с

$$\frac{\tau_{\text{th}}}{\text{мин}} = \frac{0.5}{60} \left(\frac{\text{допустимый 0.5 с ток}}{\text{длит. допустимый ток}} \right)^2$$

- t_6 – это время в секундах, в течение которого может протекать ток в 6 раз больше номинального тока защищаемого объекта

$$\frac{\tau_{\text{th}}}{\text{мин}} = 0.6 \cdot t_6$$

Примеры расчета:

Кабельная линия со следующими параметрами
длительно допустимый ток 322 А
допустимый ток длительностью 1 с 13.5 кА

$$\frac{\tau_{\text{th}}}{\text{мин}} = \frac{1}{60} \cdot \left(\frac{13500 \text{ А}}{322 \text{ А}} \right)^2 = \frac{1}{60} \cdot 42^2 = 29.4$$

Значение уставки **Пост Времени** = **29.4** мин.

Двигатель с временем $t_6=12$ с

$$\frac{\tau_{th}}{\text{мин}} = 0.6 \cdot 12 \text{ с} = 7.2$$

Значение уставки **Пост Времени** = 7,2 мин.

Для вращающихся машин, тепловая постоянная времени, задаваемая параметром 4203 **Пост Времени**, действительна пока машина работает (вращается). Машина остынет намного медленнее во время бездействия или останова, если она самовентилируемая. Это явление учитывается большей постоянной времени **Кт-Коэфф** (адрес 4207A), которая вводится как коэффициент по отношению к нормальной постоянной времени. Электрическая машина считается остановленной, когда ток падает ниже **I> ВЫКЛ вкл Ст1** или **I> ВЫКЛ вкл Ст2** (в зависимости от стороны привязки защиты от перегрузки, (см. заголовок "Положение выключателя" в подразделе 2.1.2). Этот параметр можно изменить только в DIGSI® 4 в разделе "Дополнительные параметры".

Если нет необходимости учитывать разные постоянные времени, то значение уставки **Кт- Коэфф** оставьте равной **1** (уставка по умолчанию).

Ступени, работающие на сигнал, с тепловой моделью

При установке термической ступени, действующей на сигнал **Сигн Терм Ступ** (адрес 4204), сигнал может быть выдан до достижения температуры отключения, таким образом, отключение может быть предотвращено профилактическим снижением нагрузки или переключением. Уставка ступени задается в процентах относительно температуры отключения. Необходимо принять во внимание, что итоговое увеличение температуры пропорционально квадратному корню тока.

Пример:

Коэффициент $k = 1.1$

Сигнал должен быть выдан, когда увеличение температуры достигнет итогового (устойчивого) увеличения температуры при номинальном токе.

$$\Theta = \frac{1}{1.1^2} = 0.826$$

Значение уставки **Сигн Терм Ступ** = **82** %.

Уставка по току ступени, действующей на сигнал, **Исигн** (адрес 4205) задается в Амперах (первичных или вторичных) и должна быть равной или немного ниже длительно допустимого тока $k \cdot I_{НОБ}$. Ее также можно использовать *вместо* термической ступени, действующей на сигнал. В этом случае, уставка термической ступени равна 100 % и поэтому практически не эффективна.

Аварийный пуск двигателей

Величина времени действия, вводимая по адресу 4208A **Тавар**, должна обеспечивать, что после аварийного пуска и возврата дискретного входа ">Авар.ПУСК" команда на отключение блокируется, пока термическая характеристика не упадет ниже пороговой величины возврата. Этот параметр можно изменить только в DIGSI® 4 в разделе "Дополнительные параметры".

Сам пуск распознается только в том случае, если превышен пусковой ток **Ипуск Двигателя**, введенный по адресу 4209A. При пуске двигателя при любой нагрузке и напряжении значение должно быть превышено фактическим

пусковым током. Кратковременная допустимая нагрузка не должна превышать это значение. Для других защищаемых объектов уставка ∞ не должна изменяться. Таким образом аварийный пуск игнорируется.

Датчики температуры

Для расчета температуры наиболее нагретой точки согласно МЭК 60354 в устройство должна быть введена информация о резистивных датчиках температуры, которые будут использоваться для измерения температуры масла, один датчик для расчета температуры наиболее нагретой точки и определения скорости старения. Один термоблок 7XV566 может использовать до 6 датчиков, 2 термоблока используют до 12 датчиков. По адресу 4221 **ДатчМасла Подкл** вводится идентификационный номер датчика температуры сопротивления, необходимого для расчета наиболее нагретой точки.

Характеристические величины датчиков температуры устанавливаются отдельно, см. Раздел 2.10.

Ступени функции расчета температуры наиболее нагретой точки

Для температуры наиболее нагретой точки существуют две сигнальные ступени. Введите величину температуры наиболее нагретой точки (в °C), при которой будет генерироваться предупреждающее сообщение (ступень 1), по адресу 4222 **Т НАГР ПРЕДУПР1**. По адресу 4224 **Т НАГР АВАРИЯ2** введите соответствующую температуру, при которой будет выдаваться аварийный сигнал (Ступень 2). Кроме того, этот сигнал также можно использовать для отключения выключателей, если выходное сообщение “ТермЗащЦтревога” (№01542) ранжировано на отключающее реле.

Если по адресу 276 **Ед измер темп = Град Фаренгейта** (подраздел 2.1.2, под заголовком “Единицы измерения температуры”), то пороговые величины, для выдачи предупреждающего и аварийного сигналов, выражаются в градусах Фаренгейта (адреса 4223 и 4225).

Если единицы температуры по адресу 276 были изменены после ввода пороговых величин температуры, то эти пороговые величины должны быть введены заново в соответствующих единицах.

Скорость старения

Для скорости старения L также необходимо задать пороговые значения, т.е. для предупредительной сигнализации (Ступень 1) по адресу 4226 **Степень Старен1** и для аварийной сигнализации (Ступень 2) по адресу 4227 **Степень Старен2**. Эта информация относится к относительному старению, т.е. $L = 1$ в наиболее нагретой точке достигается при 98 °C или 208 °F. $L > 1$ означает ускоренное старение, $L < 1$ замедленное старение.

Способ охлаждения и параметры изоляции

По адресу 4231 **ТИП ОХЛАЖДЕН** вводится метод охлаждения, который будет использоваться: **ON** = **ЕстОхлМасла** при естественной циркуляции масла, **OF** = **ОхлМаслаДутьем** при принудительной циркуляции масла и **OD** = **ПринудОхлМасла** при направленной принудительной циркуляции масла (см. подраздел 2.9.2, под заголовком “Способы охлаждения”).

Для расчета наиболее нагретой точки устройству необходимо знать экспоненту обмотки Y и градиент температуры наиболее нагретой точки к температуре верхних слоев масла $H_{грд}$, которые вводятся соответственно по адресам 4232 **ЭКСПОНЕН ОБМ** и 4233 **ТЕМП.ГРД-Т ИЗОЛ**. Если соответствующая информация недоступна, ее можно взять из стандарта МЭК 60354. Ниже дан

фрагмент соответствующей таблицы стандарта с техническими данными относительно этого проекта (Таблица 2-5).

Таблица 2-5 Термические характеристики силовых трансформаторов

Способ охлаждения:		Распределительные трансформаторы	Силовые трансформаторы средней и большой мощн.		
			ONAN	ON..	OF..
Экспонента обмотки	Y	1.6	1.8	1.8	2.0
Градиент темп. наиболее нагретой точки к темпер. верхних слоев масла	H _{грд}	23	26	22	29

2.9.4 Обзор уставок

Примечание: Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А эти значения необходимо умножить на 5. При задании уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Примечание: Уставки, адреса которых содержат букву “А” могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4 в меню “Дополнительные уставки”.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4201	Защ Терм Перегр	ОТКЛ ВКЛ Только Сигнал	ОТКЛ	Защита от термической перегрузки
4202	Коэффициент К	0.10..4.00	1.10	Коэффициент К
4203	Пост Времени	1.0..999.9 мин	100.0 мин	Постоянная времени
4204	Сигн Терм Ступ	50..100 %	90 %	Сигнальная термическая ступень
4205	Исигн	0.10..4.00 А	1.00 А	Уставка по току сигн.ст.защиты от перегр
4207А	Кт- Коэфф	1.0..10.0	1.0	Коэфф. Кт при останове двигателя
4208А	Тавар	10..15000 с	100 с	Время возврата после аварийного пуска
4209А	Ипуск Двигателя	0.60..10.00 А; •	• А	Пусковой ток двигателя (блок. ЗащПерегр)
4221	ДатчМасла Подкл	1..6	1	Датчик темпер. масла подкл. к RTD-блоку

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4222	Т НАГР ПРЕДУПР1	98..140 °C	98 °C	Темп.нагр.для выдачи предупр.сигн.Ступ1
4223	Т НАГР ПРЕДУПР1	208..284 °F	208 °F	Темп.нагр.для выдачи предупр.сигн.Ступ1
4224	Т НАГР ПРЕДУПР2	98..140 °C	108 °C	Темп.нагр.для выдачи предупр.сигн.Ступ2
4225	Т НАГР ПРЕДУПР2	208..284 °F	226 °F	Темп.нагр.для выдачи предупр.сигн.Ступ2
4226	Степень Старен1	0.125..128.000	1.000	Степень Старения Ступ1
4227	Степень Старен2	0.125..128.000	2.000	Степень Старения Ступ2
4231	ТИП ОХЛАЖДЕН	ON (ЕстОхлМасла) OF (ОхлМаслаДутьем) OD (ПринудОхлМасла)	ON (ЕстОхлМасла)	Метод охлаждения
4232	ЭКСПОНЕН ОБМ	1.6..2.0	1.6	Экспонента У-обмотки
4233	ТЕМП.ГРД-Т ИЗОЛ	22..29	22	Температурный градиент изоляции

2.9.5 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
01503	>ТермЗащ Блок	>Блокировать защиту от терм. перегрузки
01507	>Авар.ПУСК	>Аварийный пуск двигателей
01511	ЗащПерегр ВЫВЕД	Защита от терм. перегрузки выведена
01512	ТермЗащПер БЛК	Защита от терм. перегрузки заблокирована
01513	ТермЗащПер АКТ	Защита от терм. перегрузки активна
01515	ТермЗащТокПерег	Сигнал перегрузки по току от ТермЗащ
01516	ТермЗащ@откл	Сигнал:темп.близка к темп.откл.(ТермЗащ)
01517	Перегрев обм.	Перегрузка обмотки
01521	ТермЗащПер ОТКЛ	Отключение защитой от терм. перегрузки
01541	ТермЗащ@сигнал	Защ. от терм.перегр.: предупр.сигнал
01542	ТермЗащ@тревога	Защ. от терм.перегр.: сигнал тревоги
01543	ТермЗащСтарСин	Защ. от терм.перегр.: старение-сигнал
01544	ТермЗащСтарТрев	Защ. от терм.перегр.: старение-тревога
01545	ТермЗащНетТемп	Защ. от терм.перегр.: нет измер.темп.
01549	ТермЗащОтсутст	ТермЗащ: недоступна для этого объекта

2.10 Термоблоки для функции перегрузки

Для защиты от перегрузки для проведения расчетов наиболее нагретой точки и определения относительной скорости старения требуется температура самой горячей точки охладителя. По крайней мере один резистивный датчик температуры (RTD) должен быть установлен в наиболее нагретой точке, который будет информировать устройство об этой температуре через термоблок 7XV566. Один термоблок может обрабатывать до 6 датчиков температуры. К устройству 7UT612 можно подключить один или два термоблока (температурных преобразователя).

2.10.1 Описание функции

Температурный преобразователь 7XV566 может быть подключен к 6 точкам замера (RTD) в защищаемом объекте, т.е. в баке трансформатора. RTD-блок фиксирует температуру охладителя в каждой точке измерения через значение сопротивления датчика температуры (Pt100, Ni100 или Ni120), подключенного через двух- или трехпроводный кабель и преобразует это значение в цифровую величину. Дискретные значения выводятся через последовательный интерфейс RS485.

К устройству 7UT612 можно подключить один или два термоблока (температурных преобразователя). Таким образом, можно обрабатывать температуру максимум от 6 или 12 точек измерения (датчиков температуры типа RTD). Для каждого датчика температуры, могут быть установлены характеристические данные, как для температуры выдачи сигнала (Ступень 1), так и для температуры отключения (Ступень 2).

При использовании температурных преобразователей также требуется введение пороговых величин для каждой точки замера. Далее информация выдается через выходное реле. Для получения более подробной информации см. инструкцию по использованию температурного преобразователя (термоблока).

2.10.2 Задание параметров функции

Для RTD1 (датчика температуры для точки замера 1) тип датчика температуры вводится по адресу 9011A **RTD 1 тип**. Доступны следующие уставки **Pt 100 Ом**, **Ni 120 Ом** и **Ni 100 Ом**. Если точка замера для RTD1 отсутствует, то вводится **RTD 1 тип = Не подключен**. Этот параметр можно изменить только в DIGSI® 4 в разделе "Дополнительные параметры".

По адресу 9012A **RTD 1 место уст** вводится информация о месте расположения RTD1. Доступны следующие уставки **Масло**, **Окруж среда**, **Обмотка**, **Подшипник** и **Другое**. Этот параметр можно изменить только в DIGSI® 4 в разделе "Дополнительные параметры".

Кроме того, могут быть установлены температуры при которых выдается сигнал или команда на отключение. В зависимости от выбранной единицы измерения температуры в Данных энергосистемы (Раздел 2.1.2, адрес 276 **Ед измер темп**),

страница 23, температура, при которой осуществляется выдача сигнала, может быть выражена в градусах Цельсия (°C) (адрес 9013 **RTD 1 ступень1** или Фаренгейта (°F) (адрес 9014 **RTD 1 ступень1**). Температура отключения в градусах Цельсия задается по адресу 9015 **RTD 1 ступень2**. Температуры в градусах по Фаренгейту (°F) задается по адресу 9016 **RTD 1 ступень2**.

Для других датчиков температуры, подключенных к первому термоблоку, вводятся следующие уставки:

для RTD2адрес 9021A **RTD 2 тип,**
адрес 9022A **RTD 2 место уст,**
адрес 9023 **RTD 2 ступень1 (в °C) или 9024 RTD 2 ступень1 (°F),**
адрес 9025 **RTD 2 ступень2 (в °C) или 9026 RTD 2 ступень2 (°F);**

для RTD3адрес 9031A **RTD 3 тип,**
адрес 9032A **RTD 3 место уст,**
адрес 9033 **RTD 3 ступень1 (в °C) или 9034 RTD 3 ступень1 (°F),**
адрес 9035 **RTD 3 ступень2 (в °C) или 9036 RTD 3 ступень2 (°F);**

для RTD4адрес 9041A **RTD 4 тип,**
адрес 9042A **RTD 4 место уст,**
адрес 9043 **RTD 4 ступень1 (в °C) или 9044 RTD 4 ступень1 (°F),**
адрес 9045 **RTD 4 ступень2 (в °C) или 9046 RTD 4 ступень2 (°F);**

для RTD5адрес 9051A **RTD 5 тип,**
адрес 9052A **RTD 5 место уст,**
адрес 9053 **RTD 5 ступень1 (в °C) или 9054 RTD 5 ступень1 (°F),**
адрес 9055 **RTD 5 ступень2 (в °C) или 9056 RTD 5 ступень2 (°F);**

для RTD6адрес 9061A **RTD 6 тип,**
адрес 9062A **RTD 6 место уст,**
адрес 9063 **RTD 6 ступень1 (в °C) или 9064 RTD 6 ступень1 (°F),**
адрес 9065 **RTD 6 ступень2 (в °C) или 9066 RTD 6 ступень2 (°F);**

Если подключены два термоблока, то для дополнительных датчиков температуры вводятся следующие уставки:

для RTD7адрес 9071A **RTD 7 тип,**
адрес 9072A **RTD 7 место уст,**
адрес 9073 **RTD 7 ступень1 (в °C) или 9074 RTD 7 ступень1 (°F),**
адрес 9075 **RTD 7 ступень2 (в °C) или 9076 RTD 7 ступень2 (°F);**

для RTD8адрес 9081A **RTD 8 тип,**
адрес 9082A **RTD 8 место уст,**
адрес 9083 **RTD 8 ступень1 (в °C) или 9084 RTD 8 ступень1 (°F),**
адрес 9085 **RTD 8 ступень2 (в °C) или 9086 RTD 8 ступень2 (°F);**

для RTD9адрес 9091A **RTD 9 тип,**
адрес 9092A **RTD 9 место уст,**
адрес 9093 **RTD 9 ступень1 (в °C) или 9094 RTD 9 ступень1 (°F),**
адрес 9095 **RTD 9 ступень2 (в °C) или 9096 RTD 9 ступень2 (°F);**

для RTD10а
адрес 9101A **RTD10 тип,**
адрес 9102A **RTD10 место уст,**
адрес 9103 **RTD10 ступень1 (в °C) или 9104 RTD10 ступень1(°F),**
адрес 9105 **RTD10 ступень2 (в °C) или 9106 RTD10 ступень2(°F);**

для RTD11а

адрес 9111А **RTD11 тип,**
адрес 9112А **RTD11 место уст,**
адрес 9113 **RTD11 ступень1 (в °С) или 9114 RTD11 ступень1(°F),**
адрес 9115 **RTD11 ступень2 (в °С) или 9116 RTD11 ступень2(°F);**

для RTD12а

адрес 9121А **RTD12 тип,**
адрес 9122А **RTD12 место уст,**
адрес 9123 **RTD12 ступень1 (в °С) или 9124 RTD12 ступень1(°F),**
адрес 9125 **RTD12 ступень1 (в °С) или 9126 RTD12 ступень2(°F).**

2.10.3 Обзор уставок

Примечание: Уставки, адреса которых содержат букву “А” могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4 в меню “**Дополнительные параметры**”.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9011А	RTD 1 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Pt 100 Ом	RTD-блок 1: тип
9012А	RTD 1 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Масло	RTD-блок 1: место установки
9013	RTD 1 ступень1	-50..250 °С; ∞	100 °С	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 1
9014	RTD 1 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 1
9015	RTD 1 ступень2	-50..250 °С; ∞	120 °С	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 2
9016	RTD 1 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 2
9021А	RTD 2 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 2: тип
9022А	RTD 2 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 2: место установки
9023	RTD 2 ступень1	-50..250 °С; ∞	100 °С	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 1
9024	RTD 2 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 1
9025	RTD 2 ступень2	-50..250 °С; ∞	120 °С	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 2
9026	RTD 2 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 2

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9031A	RTD 3 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 3: тип
9032A	RTD 3 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 3: место установки
9033	RTD 3 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 1
9034	RTD 3 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 1
9035	RTD 3 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 2
9036	RTD 3 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 2
9041A	RTD 4 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 4: тип
9042A	RTD 4 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 4: место установки
9043	RTD 4 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 1
9044	RTD 4 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 1
9045	RTD 4 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 2
9046	RTD 4 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 2
9051A	RTD 5 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 5: тип
9052A	RTD 5 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 5: место установки
9053	RTD 5 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 1
9054	RTD 5 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 1
9055	RTD 5 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 2
9056	RTD 5 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 2
9061A	RTD 6 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 6: тип

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9062A	RTD 6 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 6: место установки
9063	RTD 6 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 1
9064	RTD 6 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 1
9065	RTD 6 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 2
9066	RTD 6 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 2
9071A	RTD 7 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 7: тип
9072A	RTD 7 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 7: место установки
9073	RTD 7 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 1
9074	RTD 7 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 1
9075	RTD 7 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 2
9076	RTD 7 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 2
9081A	RTD 8 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 8: тип
9082A	RTD 8 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 8: место установки
9083	RTD 8 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 1
9084	RTD 8 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 1
9085	RTD 8 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 2
9086	RTD 8 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 2
9091A	RTD 9 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 9: тип
9092A	RTD 9 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 9: место установки

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9093	RTD 9 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 1
9094	RTD 9 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 1
9095	RTD 9 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 2
9096	RTD 9 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 2
9101A	RTD 10 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 10: тип
9102A	RTD 10 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 10: место установки
9103	RTD10 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 1
9104	RTD10 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 1
9105	RTD10 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 2
9106	RTD10 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 2
9111A	RTD 11 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 11: тип
9112A	RTD 11 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 11: место установки
9113	RTD11 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 1
9114	RTD11 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 1
9115	RTD11 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 2
9116	RTD11 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 2
9121A	RTD 12 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 12: тип

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9122A	RTD 12 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 12: место установки
9123	RTD12 ступень1	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 1
9124	RTD12 ступень1	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 1
9125	RTD12 ступень2	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 2
9126	RTD12 ступень2	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 2

2.10.4 Список сообщений

Примечание: Приводимые сообщения по пороговым значениям для каждой из точки замера доступны на самом термоблоке для выдачи на контакты реле.

№	Сообщение	Комментарии
14101	НЕИСПР:RTD	Неисправность:RTD-блок (обрыв/кз цепей)
14111	НЕИСПР:RTD 1	Неисправн:RTD-блок 1 (обрыв/кз цепей)
14112	RTD 1 Пуск 1ст	RTD-блок 1 пуск 1-ой темп. ступени
14113	RTD 1 Пуск 2ст	RTD-блок 1 пуск 2-ой темп. ступени
14121	НЕИСПР:RTD 2	Неисправн:RTD-блок 2 (обрыв/кз цепей)
14122	RTD 2 Пуск 1ст	RTD-блок 2 пуск 1-ой темп. ступени
14123	RTD 2 Пуск 2ст	RTD-блок 2 пуск 2-ой темп. ступени
14131	НЕИСПР:RTD 3	Неисправн:RTD-блок 3 (обрыв/кз цепей)
14132	RTD 3 Пуск 1ст	RTD-блок 3 пуск 1-ой темп. ступени
14133	RTD 3 Пуск 2ст	RTD-блок 3 пуск 2-ой темп. ступени
14141	НЕИСПР:RTD 4	Неисправн:RTD-блок 4 (обрыв/кз цепей)
14142	RTD 4 Пуск 1ст	RTD-блок 4 пуск 1-ой темп. ступени
14143	RTD 4 Пуск 2ст	RTD-блок 4 пуск 2-ой темп. ступени
14151	НЕИСПР:RTD 5	Неисправн:RTD-блок 5 (обрыв/кз цепей)
14152	RTD 5 Пуск 1ст	RTD-блок 5 пуск 1-ой темп. ступени
14153	RTD 5 Пуск 2ст	RTD-блок 5 пуск 2-ой темп. ступени

№	Сообщение	Комментарии
14161	НЕИСПР:RTD 6	Неисправн:RTD-блок 6 (обрыв/кз цепей)
14162	RTD 6 Пуск 1ст	RTD-блок 6 пуск 1-ой темп. ступени
14163	RTD 6 Пуск 2ст	RTD-блок 6 пуск 2-ой темп. ступени
14171	НЕИСПР:RTD 7	Неисправн:RTD-блок 7 (обрыв/кз цепей)
14172	RTD 7 Пуск 1ст	RTD-блок 7 пуск 1-ой темп. ступени
14173	RTD 7 Пуск 2ст	RTD-блок 7 пуск 2-ой темп. ступени
14181	НЕИСПР:RTD 8	Неисправн:RTD-блок 8 (обрыв/кз цепей)
14182	RTD 8 Пуск 1ст	RTD-блок 8 пуск 1-ой темп. ступени
14183	RTD 8 Пуск 2ст	RTD-блок 8 пуск 2-ой темп. ступени
14191	НЕИСПР:RTD 9	Неисправн:RTD-блок 9 (обрыв/кз цепей)
14192	RTD 9 Пуск 1ст	RTD-блок 9 пуск 1-ой темп. ступени
14193	RTD 9 Пуск 2ст	RTD-блок 9 пуск 2-ой темп. ступени
14201	НЕИСПР:RTD 10	Неисправн:RTD-блок 10 (обрыв/кз цепей)
14202	RTD 10 Пуск 1ст	RTD-блок 10 пуск 1-ой темп. ступени
14203	RTD 10 Пуск 2ст	RTD-блок 10 пуск 2-ой темп. ступени
14211	НЕИСПР:RTD 11	Неисправн:RTD-блок 11 (обрыв/кз цепей)
14212	RTD 11 Пуск 1ст	RTD-блок 11 пуск 1-ой темп. ступени
14213	RTD 11 Пуск 2ст	RTD-блок 11 пуск 2-ой темп. ступени
14221	НЕИСПР:RTD 12	Неисправн:RTD-блок 12 (обрыв/кз цепей)
14222	RTD 12 Пуск 1ст	RTD-блок 12 пуск 1-ой темп. ступени
14223	RTD 12 Пуск 2ст	RTD-блок 12 пуск 2-ой темп. ступени

2.11 Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ)

2.11.1 Описание функции

Общие положения Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) обеспечивает быстросрабатывающее отключение резервного выключателя при отказе местного выключателя после выдачи команды отключения от защиты присоединения.

Когда дифференциальная защита или любая другая защита от коротких замыканий присоединения выдает команду на отключение выключателя, эта команда повторяется для УРОВ (Рис. 2-81). Далее происходит запуск выдержки времени УРОВ T-УРОВ 0. Таймер продолжает отсчет, пока присутствует команда отключения, и через полюса выключателя протекает ток.

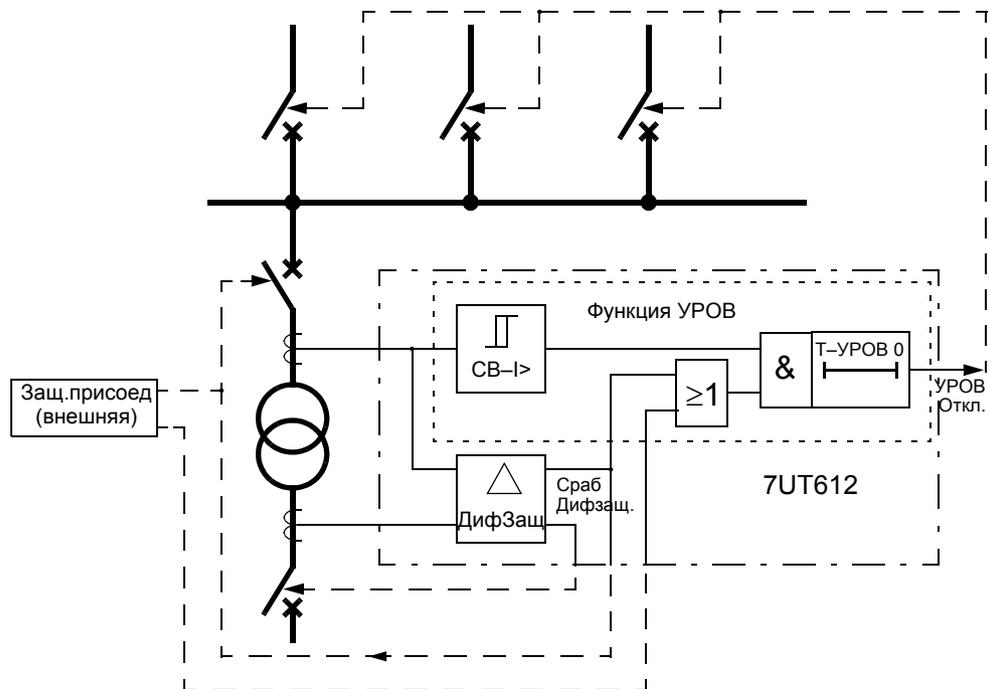


Рисунок 2-81 Упрощенная функциональная схема УРОВ с контролем протекания тока

Обычно выключатель отключается и прерывает ток повреждения. Степень контроля тока СВ-I> быстро вернется в исходное состояние и остановит таймер T-УРОВ.

Если же отключение выключателя не происходит (случай отказа выключателя), то ток продолжает протекать и таймер продолжает отсчет времени. После этого УРОВ выдает команду отключения на смежные выключатели, которые таким образом ликвидируют повреждение.

Время возврата функций защиты, выполняющих пуск УРОВ, при этом не имеет значения, потому что УРОВ самостоятельно определяет факт прекращения протекания тока.

Убедитесь, что сторона или точка измерения, где выполняется контроль тока, и контролируемый выключатель соответствуют друг другу! И выключатель, и точка измерения тока должны быть расположены на питающей стороне защищаемого объекта. В упрощенной функциональной схеме (Рисунок 2-81) ток измеряется на стороне шин трансформатора (= питающая сторона), поэтому контролируется выключатель на стороне шин. Смежными выключателями являются выключатели системы шин.

В случае генераторов УРОВ обычно контролирует выключатель со стороны системы. В остальных случаях должна рассматриваться питающая сторона.

Пуск

На Рисунке 2-82 представлена логическая схема функции УРОВ.

Функция УРОВ может быть запущена от двух различных источников:

- внутренними функциями защиты 7UT612, т.е. от команд на отключение от функций защиты или через CFC (внутренние логические функции),
- внешними сигналами отключения через дискретный вход.

В обоих случаях, функция УРОВ проверяет протекание тока через контролируемый выключатель. Кроме того, может контролироваться положение выключателя (через блок-контакты).

Критерий по току выполняется, если хотя бы один из фазных токов превысит установленную пороговую величину: **I > ВЫКЛ вкл Ст1** или **I > ВЫКЛ вкл Ст2**, в зависимости от стороны, к которой привязана функция УРОВ, см. подраздел 2.1.2 под заголовком “Положение выключателя” (стр. 32).

Обработка критерия положения блок-контактов зависит от того, какие промежуточные контакты используются и как они подводятся к дискретным входам устройства. Если имеются и нормально открытый (НО) и нормально закрытый (НЗ) контакты, то возможно определение промежуточного положения выключателя. В этом случае единственным критерием остается пропадание тока для определения отключения выключателя.

Пуск функции УРОВ может быть заблокирован через дискретный вход “>УРОВ блок” (например, при проверке защиты отходящего присоединения).

Выдержки времени и отключение от УРОВ

Для каждого из двух источников пуска генерируется свой сигнал, запускается своя выдержка времени и выдается свой сигнал на отключение. Величина выдержки времени применяется для обоих источников.

По истечении соответствующей выдержки времени выдается команда отключения. Две команды объединяются элементом ИЛИ и формируют выходной сигнал “УРОВ Отк”, который используется для отключения смежных выключателей для ликвидации повреждения. Смежными называются выключатели, через которые питаются те же шины или секции шин, к которым подключен защищаемый выключатель.

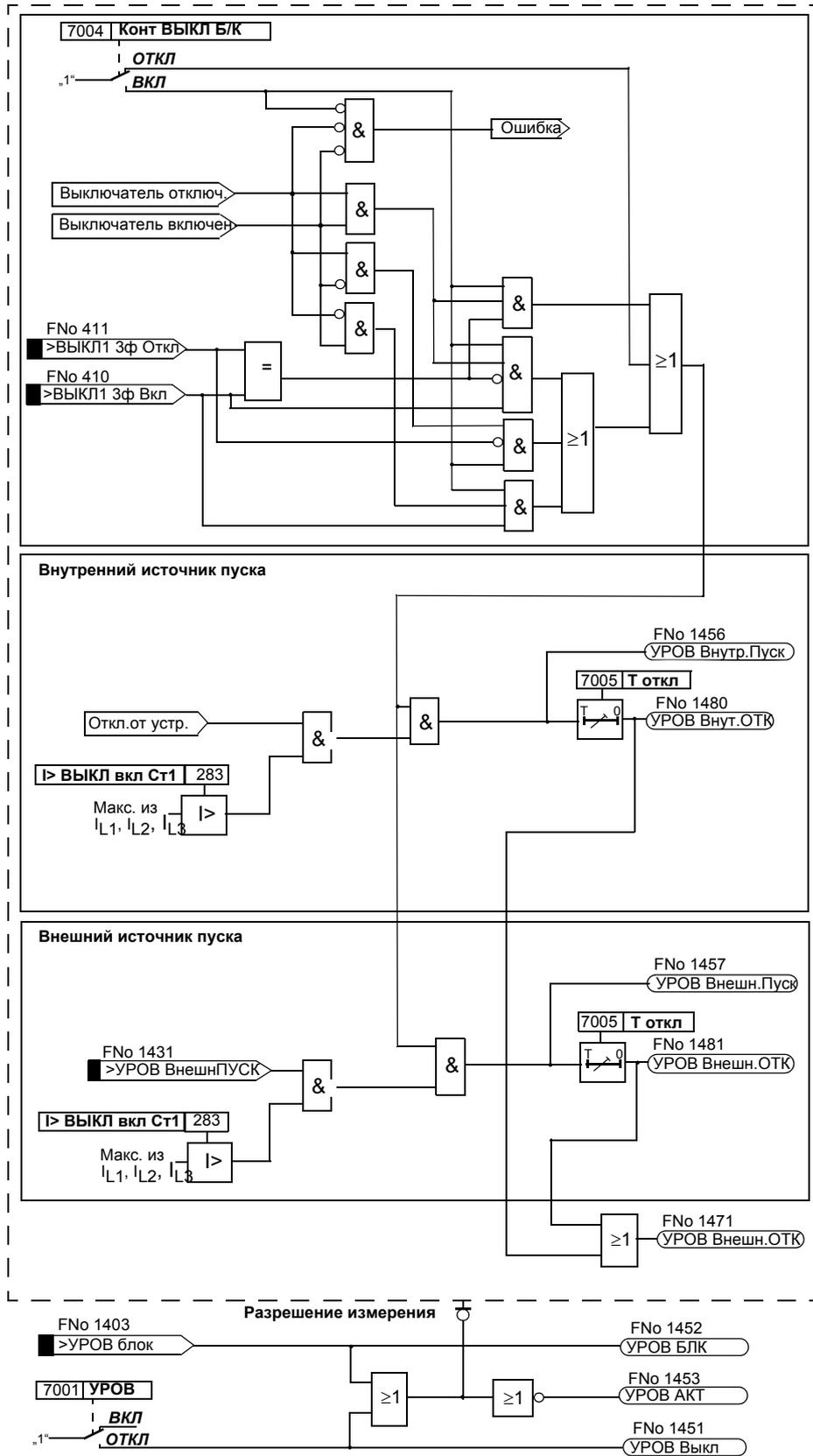


Рисунок 2-82 Логическая схема УРОВ, для стороны 1.

2.11.2 Задание параметров функции

Общие положения При привязке функций защиты (подраздел 2.1.1) по адресу 170 **УРОВ** определяется с какой стороны защищаемого объекта будет функция УРОВ. Пожалуйста убедитесь, что сторона измерения тока и контролируемый выключатель находятся с одной стороны защищаемого объекта!

Функция УРОВ может быть введена **ОТКЛ** или выведена из работы **ВКЛ** по адресу 7001 **УРОВ**.

Пуск

Контроль протекания тока использует величины, заданные в разделе Параметры Энергосистемы 1 (подраздел 2.1.2 под заголовком “Положение выключателя”, стр. 32). В зависимости от стороны защищаемого объекта, к которой привязана функция УРОВ, соответственно уставки контроля тока будут задаваться по адресу 283 I> **ВЫКЛ вкл Ст1** либо 284 I> **ВЫКЛ вкл Ст2**.

Обычно функция УРОВ контролирует и протекание тока (токовый критерий) и положение блок-контактов выключателя. Если информация о положении блок-контактов недоступна, то обработка данного критерия не может быть произведена. В этом случае по адресу 7004 **Конт ВЫКЛ Б/К** необходимо задать **НЕТ**.

Выдержка времени

Выдержки времени определяются из максимального времени отключения выключателя присоединения, времени возврата токовых органов УРОВ, плюс запас, который учитывает любые отклонения выдержек времени. Временные диаграммы показаны на Рисунке 2-83. Время сброса можно принять равным 1¹/₂ цикла.

Выдержка времени задается по адресу 7005 **Т откл.**

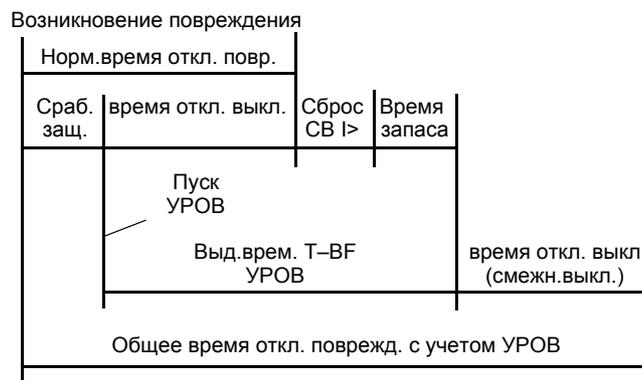


Рисунок 2-83 Пример временной диаграммы обычного отключения повреждения, и с учетом работы функции УРОВ.

2.11.3 Обзор уставок

Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А эти значения необходимо умножить на 5. При задании уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7001	УРОВ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
7004	Конт ВЫКЛ Б/К	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль выключателя по блок/конт
7005	Т откл	0.06..60.00 с; ∞	0.25 с	Выдержка времени УРОВ

2.11.4 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
01403	>УРОВ блок	>УРОВ: Блокировать
01431	>УРОВ ВнешнПУСК	>Внешний пуск УРОВ
01451	УРОВ Выкл	УРОВ выключено
01452	УРОВ БЛК	УРОВ заблокировано
01453	УРОВ АКТ	УРОВ активно
01456	УРОВ Внутр.Пуск	Пуск УРОВ (по внутр. каналу)
01457	УРОВ Внешн.Пуск	Пуск УРОВ (по внешн. каналу)
01471	УРОВ ОТК	Отключение от УРОВ
01480	УРОВ Внут.ОТК	УРОВ Внут.ОТК
01481	УРОВ Внешн.ОТК	Отключение от УРОВ (от внешней функции)
01488	УРОВ отсутств	УРОВ: недоступно для этого объекта защиты

2.12 Обработка внешних сигналов

2.12.1 Описание функции

Внешние команды на отключение

В работу дифференциальной защиты 7UT612 можно включить два дополнительных сигнала от внешних защит или модулей контроля. Эти сигналы заводятся в устройство через дискретные входы. Как и сигналы от внутренних функций защиты и контроля, они могут инициировать сообщения, иметь выдержку времени, передаваться на выходные реле и блокироваться. Это позволяет включить в работу устройства 7UT612 внешние механические реле (например, датчик давления или газовое реле).

Минимальная длительность команды отключения, задаваемая для всех функций защиты, действительна также и для внешних команд отключения. (подраздел 2.1.2 под заголовком “Длительность команды отключения”, стр. 32, адрес 280А).

На Рис. 2-84 приведена логическая схема обработки одной из этих внешних команд на отключение. Всего имеется две такие функции. Функциональные номера № приведены для внешней команды на отключение 1.

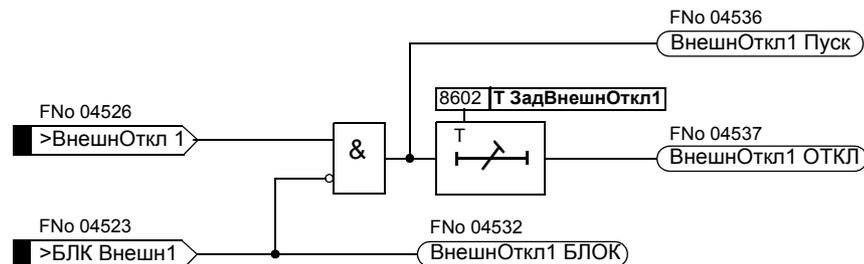


Рисунок 2-84 Логическая схема обработки функции внешнего отключения — пример для Внешнего отключения 1

Сообщения от трансформатора

Кроме внешних команд отключения, как было сказано выше, в процесс обработки данных устройства 7UT612 через дискретные входы можно завести некоторые типовые сигналы от силовых трансформаторов. Это позволяет пользователю не создавать новые сообщения.

Это такие сообщения как: аварийный сигнал от газового реле, сигнал отключения от газового реле и аварийный сигнал газового реле в баке, а также сигнал о газообразовании в масле.

Блокирующий сигнал при внешних повреждениях

Иногда в баках трансформаторов устанавливаются так называемые реле резкого увеличения давления (SPR), которые выполняют отключение трансформатора в случае увеличения давления. К повышению давления могут привести не только повреждения в трансформаторе, но и большие сквозные токи, возникающие при внешних повреждениях.

Внешние повреждения быстро распознаются устройством 7UT612 (см. подраздел 2.2.1, под заголовком “Дополнительное торможение при внешних повреждениях”, стр. 41). Блокирующий сигнал можно создать с помощью CFC-

логики для того, чтобы предотвратить ошибочное отключение от реле давления. Подобная логическая схема может быть создана, например, в соответствии с Рис. 2-85.

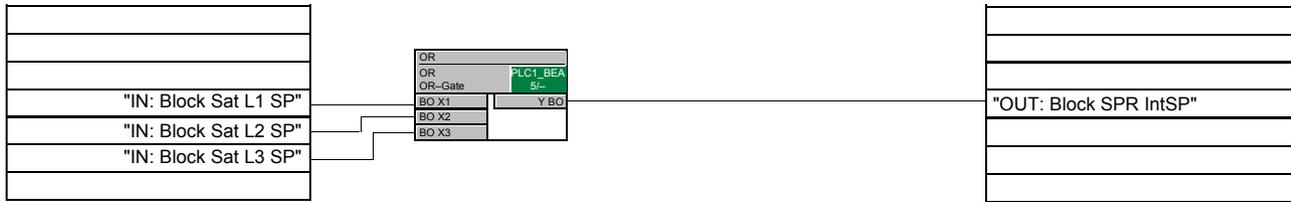


Рисунок 2-85 CFC-логика для блокирования датчика давления при внешнем повреждении

2.12.2 Задание параметров функции

Общие положения Функции внешнего отключения будут обрабатываться, если по адресам 186 **ВнешнОткл1** и/или 187 **ВнешнОткл2** при конфигурировании реле была введена уставка **Введено** (подраздел 2.1.1).

Функции могут быть включены **ВКЛ** или выключены **ОТКЛ** независимо друг от друга по адресам 8601 **Внешн Откл1** и 8701 **Внешн Откл2**. При необходимости можно заблокировать только команду на отключение (**РелеБлокировано**).

Сигналы, получаемые извне, можно стабилизировать с помощью выдержки времени, и таким образом отстроиться от помех. Для функции внешнего отключения 1 уставки задаются по адресу 8602 **Т ЗадВнешнОткл1**, а для функции внешнего отключения 2 по адресу 8702 **Т ЗадВнешнОткл2**.

2.12.3 Обзор уставок

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8601	ВнешнОткл1	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 1
8602	Т ЗадВнешнОткл1	0.00..60.00 с; ∞	1.00 с	Выдер.врем функции внешнего отключения1
8701	ВнешнОткл2	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 2
8702	Т ЗадВнешнОткл2	0.00..60.00 с; ∞	1.00 с	Выдер.врем функции внешнего отключения2

2.12.4 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
04523	>БЛК Внешн1	>Блокирование внешнего отключения 1
04526	>ВнешнОткл 1	>Отключение внешней команды 1
04531	ВнешнОткл1 Выкл	Внешнее отключение 1 Выключено
04532	ВнешнОткл1 БЛОК	Внешнее отключение 1 Блокировано
04533	ВнешнОткл1 АКТ	Внешнее отключение 1 Включено
04536	ВнешнОткл1 Пуск	Внешнее отключение 1: Общий Пуск
04537	ВнешнОткл1 ОТКЛ	Внешнее отключение 1: Общее отключение
04543	>БЛК Внешн2	>Блокирование внешнего отключения 2
04546	>ВнешнОткл 2	>Отключение внешней команды 2
04551	ВнешнОткл2 Выкл	Внешнее отключение 2 Выключено
04552	ВнешнОткл2 БЛОК	Внешнее отключение 2 Блокировано
04553	ВнешнОткл2 АКТ	Внешнее отключение 2 Включено
04556	ВнешнОткл2 Пуск	Внешнее отключение 2: Общий Пуск
04557	ВнешнОткл2 ОТКЛ	Внешнее отключение 2: Общее отключение

№	Сообщение	Комментарии
00390	>Газ в масле	>Превышение допуст. кол-ва газа в масле
00391	>ГазЗащ Предупр	>Газовая защита: Сигнал предупреждения
00392	>ГазЗащ Откл	>Газовая защита: Сообщение об отключ.
00393	>ГазЗащ КнтБака	>Газовая защита: Контроль бака

2.13 Функции контроля

Устройство обладает полным набором функций контроля, которые охватывают как аппаратное, так и программное обеспечение; осуществляется непрерывная проверка достоверности измеряемых величин, поэтому цепи измерительных трансформаторов так же охватываются системой контроля. Кроме того, для контроля цепей отключения могут использоваться дискретные входы.

2.13.1 Описание функции

2.13.1.1 Контроль аппаратного обеспечения

Всё аппаратное обеспечение, включая измерительные входы и выходные реле устройства, полностью проверяется цепями контроля и процессором на наличие повреждений и недопустимых состояний.

Напряжение питания и опорное напряжение

Напряжение питания процессора контролируется аппаратными средствами, поскольку при падении напряжения ниже минимально допустимого значения процессор не может функционировать. В этом случае устройство становится неработоспособным. Когда необходимое напряжение восстанавливается, то система перезапускается.

Неисправность источника питания или его отключение выводят устройство из работы; об этом состоянии сигнализируется с помощью "контакта исправности". Кратковременные провалы напряжения питания не нарушают функционирования терминала (см. раздел 4.1.2 в Технических данных).

Процессор контролирует напряжение смещения и опорное напряжение АЦП (аналого-цифрового преобразователя). В случае недопустимых колебаний защита блокируется и выдается сигнал об устойчивом повреждении.

Резервная батарея

Резервная батарея гарантирует, что внутренние часы продолжат работу, а сигналы и замеры величин будут сохранены, если исчезнет напряжение питания. Уровень заряда батареи регулярно проверяется. Если напряжение падает ниже допустимого минимального уровня, то выдается сигнал "Неисп Батарея".

Модули памяти

Все работающие модули памяти (RAM) проверяются при пуске терминала. При возникновении ошибок запуск прерывается и начинает мигать светодиод. При работе память проверяется с помощью контрольной суммы.

Для контроля ППЗУ программ (EPROM) циклически формируется промежуточная сумма и сравнивается с записанной в программе суммой.

Для памяти хранения параметров (EEPROM) периодически формируется контрольная сумма по разным источникам и сравнивается с контрольной суммой, которая обновляется при каждом изменении параметров.

При обнаружении ошибки система запускается заново.

Частота дискретизации Тактовая частота постоянно контролируется. Если отклонения нельзя исправить с помощью дополнительной синхронизации, то терминал выводит себя из работы и загорается красный светодиод “Blocked (заблокирован)”; реле “Device OK” (“Устройство в норме”) сбрасывается и выдается сигнал сбоя с помощью выходных контактов.

2.13.1.2 Контроль программного обеспечения

Самоконтроль (сторожевая схема) Для непрерывного контроля выполнения программ в аппаратном обеспечении предусмотрен сторожевая схема, который срабатывает при выходе из строя процессора или при сбоях в выполнении внутренних программ и обеспечивает приведение процессора в исходное состояние с последующим перезапуском.

Дополнительный самоконтроль программного обеспечения гарантирует, что любая ошибка при работе программы будет обнаружена. Такие ошибки тоже приводят к перезапуску процессорной системы.

Если при перезапуске эта ошибка не исчезала, предпринимается другая попытка перезапуска. Если повреждение по-прежнему присутствует после трех перезапусков в течение 30 с, защита сама выводится из работы, и загорается красный светодиод “Blocked” (“Блокировано”). Реле готовности “Device OK” сбрасывается и его „контактом готовности“ сигнализируется неисправность устройства.

2.13.1.3 Контроль измеряемых величин

Устройство обнаруживает и выдает сигнал в большинстве случаев обрывов, коротких замыканий или ошибках подключения во вторичных цепях трансформаторов тока (важное качество при вводе в эксплуатацию). Для этого измеряемые величины постоянно проверяются фоновыми программами через циклические интервалы, до тех пор, пока не появляются условия срабатывания.

Симметрия токов Считается, что при нормальной работе энергосистемы токи являются приблизительно симметричными. Контроль измеряемых величин в устройстве проверяет эту симметрию для каждой трехфазной точки измерения. Для этого наименьший фазный ток сравнивается с наибольшим. Асимметрия обнаруживается, например, для стороны 1, когда

$$|I_{\min}| / |I_{\max}| < \text{КозффСимм I Ст1} \quad \text{при условии что}$$

$$I_{\max} / I_H > \text{Симм. I Ст1} / I_H$$

I_{\max} - наибольший, I_{\min} - наименьший из трех фазных токов. Коэффициент симметрии (баланса) **КозффСимм I Ст1** определяет степень небаланса фазных токов, предельная величина **Симм. I Ст1** является наименьшей пороговой величиной рабочего диапазона этой функции контроля (см. Рис. 2-86). Задать можно оба параметра. Коэффициент возврата составляет приблизительно 97%.

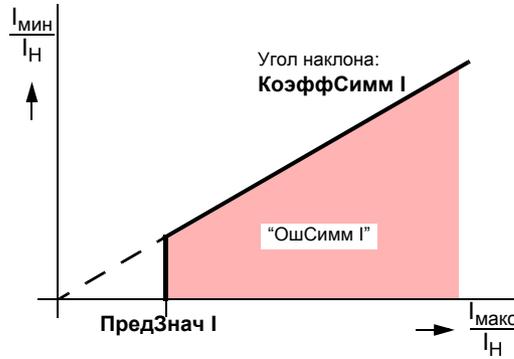


Рисунок 2-86 Контроль симметрии токов

Контроль симметрии токов возможен отдельно для каждой стороны защищаемого объекта. В случае однофазной защиты шин, данная функция не будет работать. Для соответствующей стороны будет выдан сигнал о несимметричном состоянии, например **Диф ТТ Ст1:** (№ 00571) или **Диф ТТ Ст2:** (FN№ 00572). Общий сигнал **Повр Симм I** (№ 00163) появляется в обоих случаях.

Чередование фаз

Чтобы обнаружить неправильное подключение входных токовых цепей, при подключении к трехфазной системе проверяется направление вращения фазных токов. Следовательно, последовательность пересечения фазными токами нуля (имеющих одинаковый знак) проверяется для каждой стороны защищаемого объекта. Для однофазной дифференциальной защиты шин эту функцию использовать нельзя, и поэтому она выведена из работы.

Для защиты от несимметричной нагрузки особенно важно, чтобы чередование фаз было по часовой стрелке. Если чередование фаз в защищаемом объекте обратное, то необходимо ввести соответствующую уставку при конфигурировании общих данных энергосистемы 1 (подраздел 2.1.22, под заголовком “Чередование фаз”).

Чередование фаз контролируется последовательностью фаз токов.

$$I_{L1} \text{ до } I_{L2} \text{ до } I_{L3}$$

Для контроля чередования фаз токов необходим минимальный ток

$$|I_{L1}|, |I_{L2}|, |I_{L3}| > 0.5 I_n.$$

Если замеряемое чередование фаз отличается от введенной уставки, будет выдано сообщение **НеисЧерФаз1 Ст1** (№ 00265) или **НеисЧерФаз1 Ст2** (№ 00266). В то же время, появится следующее общее сообщение: **Неисп Чер.Фаз I** (№ 00175).

2.13.1.4 Контроль цепи отключения

Устройство дифференциальной защиты 7UT612 имеет встроенную функцию контроля цепей отключения. В зависимости от количества свободных дискретных входов (подключенных или нет к общему потенциалу), можно выбрать способ контроля с использованием одного или двух дискретных входов.

Если ранжирование необходимых дискретных входов не совпадает с выбранным типом контроля, то выдается аварийный сигнал.

Контроль с использованием двух дискретных входов

При использовании двух дискретных входов они подводятся к устройству как показано на Рис. 2-87, один параллельно назначенному контакту реле команды, другой параллельно промежуточному контакту выключателя.

Условием использования контроля цепи отключения является то, что напряжение управления для выключателя должно быть больше, чем сумма минимальных падений напряжения на двух дискретных входах ($U_{Ctrl} > 2 \cdot U_{ДВхМин}$). Поскольку для срабатывания каждого дискретного входа необходимо минимальное напряжение 19 В, следовательно данный контроль можно осуществить, если напряжение управления выключателем больше 38 В.

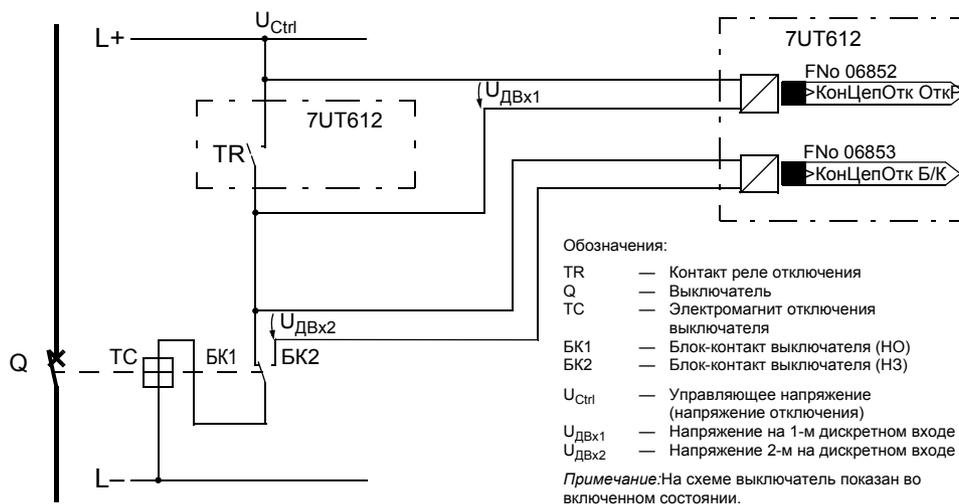


Рисунок 2-87 Принцип контроля цепей отключения с использованием двух дискретных входов

В зависимости от состояния отключающего реле и блок-контактов выключателя, дискретные входы переключаются (логическое состояние “Н”, см. таблицу 2-6) или закорачиваются (логическое состояние “L”).

Состояние, при котором оба дискретных входа не активизированы („L“), возможно только при исправной цепи отключения в течение короткого времени переключения (контакт реле отключения замкнут, но силовой выключатель еще не отключен).

Это состояние постоянно только в случае обрыва или короткого замыкания в цепях отключения или падении напряжения батареи. Поэтому это состояние является критерием контроля цепей отключения.

Таблица 2-6 Таблица состояний дискретных входов в зависимости от состояния контакта реле отключения и выключателя

№	Отключающее реле	Выключатель	Блок-контакт 1	Блок-контакт 2	ДВх 1	ДВх 2
1	ОТКЛЮЧЕН	ВКЛЮЧЕН	ВКЛЮЧЕН	ОТКЛЮЧЕН	H	L
2	ОТКЛЮЧЕН	ОТКЛЮЧЕН	ОТКЛЮЧЕН	ВКЛЮЧЕН	H	H
3	ВКЛЮЧЕН	ВКЛЮЧЕН	ВКЛЮЧЕН	ОТКЛЮЧЕН	L	L
4	ВКЛЮЧЕН	ОТКЛЮЧЕН	ОТКЛЮЧЕН	ВКЛЮЧЕН	L	H

Состояния двух дискретных входов проверяются периодически, приблизительно каждые 500 мс. Повреждение цепей отключения определяется только после $n = 3$ этих последовательных опросов состояния, при этом выдается сигнал (см. Рис. 2-88). Повторяющиеся измерения способствуют задержке этого сигнала, тем самым предотвращая сигнализацию во время кратковременных переходных процессов. После того, как повреждение в цепи отключения ликвидировано, аварийный сигнал автоматически исчезает через то же время.

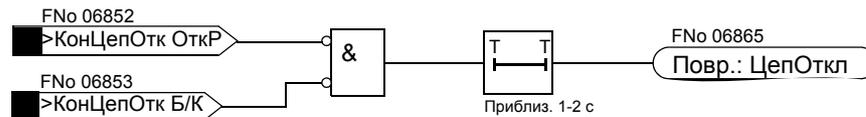


Рисунок 2-88 Логическая схема контроля цепей отключения с использованием двух дискретных входов

Контроль с использованием одного дискретного входа

Дискретный вход подключается параллельно контакту соответствующего командного реле защиты, как это показано на Рисунке 2-89. Блок-контакт выключателя шунтируется высокоомным резистором R.

Напряжение управления выключателем должно быть, как минимум, в двое больше минимального падения напряжения на дискретном входе ($U_{Ctrl} > 2 \cdot U_{двхмин}$). Поскольку для срабатывания дискретного входа необходимо минимальное напряжение 19 В, то данный контроль можно осуществить, если напряжение управления выключателем больше 38 В.

Пример расчета сопротивления R приведен в разделе 3.1.2, под заголовком “Контроль цепи отключения”.

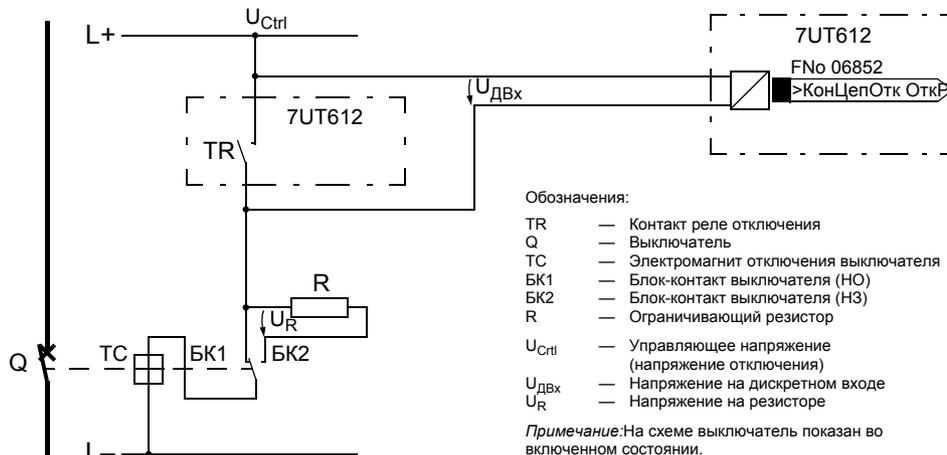


Рисунок 2-89 Контроль цепей отключения с использованием одного дискретного входа

При нормальной работе, на дискретный вход подается напряжение, когда контакт реле отключения разомкнут и цепь отключения нормально функционирует (логическое состояние "Н"), поскольку цепь контроля замкнута через промежуточный контакт (если выключатель включен) или через сопротивление R. Дискретный вход закорачивается и, тем самым, деактивируется, только когда замкнуто реле отключения (логическое состояние "L").

Если дискретный вход во время работы длительно деактивирован, то можно сделать вывод о том, что имеется обрыв в цепи отключения или повреждение в цепи управляющего напряжения (отключения).

Так как этот способ контроля не работает при отключении повреждения (состояние пуска устройства), то факт срабатывания контакта отключения не приводит напрямую к формированию сообщения о неисправности. Если, однако, параллельно подключены отключающие контакты от других устройств, то предупреждающий сигнал должен быть задержан (см. также Рис. 2-90). После того, как повреждение в цепи отключения ликвидировано, аварийный сигнал автоматически снимается после такой же задержки.

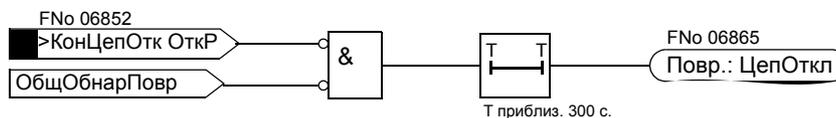


Рисунок 2-90 Контроль цепей отключения с использованием одного дискретного входа

2.13.1.5 Реакции устройства на неисправности

В зависимости от обнаруженного вида повреждения, выдается аварийный сигнал, производится повторный запуск процессора или вывод устройства из работы. Если после трех перезапусков неисправность все еще присутствует, то защита автоматически выводится из работы, а это состояние сигнализируется возвратом реле готовности устройства "Устройство ОК", таким образом сообщая о неисправности устройства. На передней панели устройства

загорается красный светодиод "Blocked" (блокировка), при условии что внутреннее напряжения питания устройства присутствует, а зеленый светодиод "RUN" (готовность) гаснет. При нарушении внутреннего напряжения питания все светодиоды погасают. В таблицу 2-7 сведены различные функции контроля и возможные реакции устройства при обнаружении неисправности.

Таблица 2-7 Список возможных неисправностей и реакции устройства на них

Контроль	Возможные причины	Реакции на неисправность	Сигнал	Дискретный выход
Потеря напряжения питания	Внешняя (напр.питания) Внутр. (конвертер)	Устройство выведено из работы сигнализация, если возможно	Все светодиоды не горят	УОК ²⁾ возвращ.
Сбор измеряемых величин	Внутренняя (преобразователь или дискретизация)	Устройство выведено из работы, сигнализация	Горит светодиод "ОШИБКА" "Неиспр: АЦП"	УОК ²⁾ возвращ.
	Внутренняя (смещение)	Устройство выведено из работы, сигнализация	Горит светодиод "ОШИБКА" "Неиспр: Смещен"	УОК ²⁾ возвращ.
Самоконтроль аппаратного обеспечения	Внутренняя (ошибка процессора)	Устройство выведено из работы	Горит светодиод "ОШИБКА"	УОК ²⁾ возвращ.
Самоконтроль программного обеспечения	Внутренняя (сбой программы)	Попытка перезапуска ¹⁾	Горит светодиод "ОШИБКА"	УОК ²⁾ возвращ.
Рабочая память	Внутренняя (RAM)	Попытка перезапуска ¹⁾ , Отмена перезапуска устройство выведено из работы	Светодиоды мигают	УОК ²⁾ возвращ.
Память программ	Внутренняя (EPROM)	Попытка перезапуска ¹⁾	Горит светодиод "ОШИБКА"	УОК ²⁾ возвращ.
Память параметров	Внутренняя (EPROM или RAM)	Попытка перезапуска ¹⁾	Горит светодиод "ОШИБКА"	УОК ²⁾ возвращ.
1 А/5 А/ 0.1 А—уставка	1/5/0.1 А ошибка установки перемычки	Сигнализация Устройство выведено из работы	"Ошибка:1А/5А" Горит светодиод "ОШИБКА"	УОК ²⁾ возвращ.
Данные калибровки	Внутренняя (устройство не откалибровано)	Сигнализация Использование значений по умолчанию	"ОшибкаКалибрДан"	как назначено
Резервная батарея	Внутренняя (резервная батарея)	Сигнализация	"Неисп Батарея"	как назначено
Время	Синхронизация времени	Сигнализация	"ОшибСинхВремени"	как назначено
¹⁾ После трех неудачных попыток устройство выводится из работы ²⁾ УОК = реле "Устройство ОК"				

Таблица 2-7 Список возможных неисправностей и реакции устройства на них

Контроль	Возможные причины	Реакции на неисправность	Сигнал	Дискретный выход
Модули	Модули не соответствуют данным заказа	Сигнализация Устройство выведено из работы	“Неиспр:Плата 0...1” и, если это возможно - “Неиспр: АЦП”	ДОК ²⁾ возвращ.
Подключение термоблока	RTD-блок не подключен или количество блоков не совпадает	Сигнализация Защита от перегрузки с RTD не работает	“RTD 1 неисправ” или “RTD 2 неисправ”	как назначено
Симметрия токов	Внешняя (система или трансформаторы тока)	Сигнализация с определением стороны	“Ош.симм. I Ст1” или “Ош.симм. I Ст2”, “Повр Симм I”	как назначено
Чередование фаз	Внешняя (система или подключение)	Сигнализация с определением стороны	“НеисЧерФаз I Ст1” или “НеисЧерФаз I Ст2”, “Неис Чер. Фаз I”	как назначено
Контроль цепей отключения	Внешняя (цепь отключения или напряжения управления)	Сигнализация	“Повр.: ЦепОткл”	как назначено
¹⁾ После трех неудачных попыток устройство выводится из работы ²⁾ УОК = реле “Устройство ОК”				

2.13.1.6 Группы аварийных сообщений

Одинаковые сообщения функций контроля объединяются в групповые аварийные сообщения. В таблице 2-8 приведен список этих групповых сообщений и их составляющих.

Таблица 2-8 Группы аварийных сообщений

Группы аварийных сообщений		Составляющие	
№	Описание	№	Описание
00161	Токовый контроль (контроль измеряемых величин без последствий для функций защиты)	00571 00572 00265 00266	Ош.симм. I Ст1 Ош.симм. I Ст2 НеисЧерФаз I Ст1 НеисЧерФаз I Ст2
00160	СуммарСигн (отказы или ошибки конфигурации без последствий для функций защиты)	00161 00068 00177 00193 00198 00199	Повр. Контр. I ОшибСинхВремени Неиспр Батарея ОшибкаКалибрДан Неиспр Модуля В Неиспр Модуля С

Таблица 2-8 Группы аварийных сообщений

Группы аварийных сообщений		Составляющие	
№	Описание	№	Описание
	Ошибки в измеряемых величинах (фатальные ошибки конфигурации или величин измерения с блокировкой всех функций защиты)	00181 00190 00183 00192	Неиспр: АЦП Неиспр: Плата 0 Неиспр: Плата 1 Ошибка: 1A/5A
00140	ОшСуммАварСигн (проблемы, которые могут привести к частичной блокировке функций защиты)	00161 00191 00264 00267	Повр. Контр. I Неиспр: Смещен RTD 1 неиспр RTD 2 неиспр

2.13.1.7 Ошибки при задании уставок

Если уставка конфигурации и параметры функции вводятся в соответствии с номером заказа, то можно избежать появления конфликтующих уставок. Тем не менее, изменения уставок, выполняемые при привязке дискретных входов и выходов, или при привязке измерительных трансформаторов, могут привести к несообразным и опасным действиям защитных и дополнительных функций.

Устройство 7UT612 проверяет уставки на несоответствие и выдает соответствующую информацию. Например, защита от замыканий на землю с ограниченной зоной не может быть использована, если отсутствует измерительный вход для тока, протекающего между нейтралью защищаемого объекта и заземляющим электродом.

Сообщения о несоответствиях выводятся как рабочие и самопроизвольные сообщения. В таблице 3-10 (подраздел 3.3.4, стр. 252) приведен список сообщений.

2.13.2 Задание параметров функции

Чувствительность контроля замеров может быть изменена. На заводе-изготовителе уже предварительно установлены известные по опыту значения параметров, которые, в большинстве случаев, достаточны. Если в определенных режимах работы возможен экстремально большой рабочий небаланс токов и/или напряжений, или, если при работе, функции контроля самопроизвольно активизируются, то чувствительность соответствующих параметров должна быть уменьшена.

Контроль измеряемых величин

Функция контроля симметрии может быть введена **ВКЛ** или выведена из работы **ОТКЛ** по адресу 8101 **Симметрия I**.

По адресу 8102 **Черед Фаз** функцию контроля чередования фаз можно ввести **ВКЛ** или вывести из работы **ОТКЛ**.

Уставкой по адресу 8111 **Симм. I Ст1** определяется пороговая величина по току для стороны 1, выше которой функция контроля будет работать (см. Рис. 2-86). Уставкой по адресу 8112 **КоэффСимм I Ст1** определяется соответствующий коэффициент симметрии, т.е.градиент характеристики симметрии (Рис. 2-86).

Уставкой по адресу 8121 **Симм. I Ст2** определяется пороговая величина по току для стороны 1, выше которой функция контроля симметрии будет работать (см. Рис. 2-86). Уставкой по адресу 8122 **КоэффСимм I Ст2** определяется соответствующий коэффициент симметрии, т.е.градиент характеристики симметрии (Рис. 2-86).

Контроль цепи отключения

При конфигурировании уставки по адресу 182 **Контр.цепи откл** (см. подраздел 2.1.1), было установлено количество дискретных входов на цепь отключения. Если контроль цепей не используется, то необходимо выставить **Выведено**. Если назначение необходимых дискретных входов не совпадает с выбранным типом контроля, то выдается аварийный сигнал (“НеиспКонЦепиОтк”).

Функция контроля цепей отключения может быть введена **ВКЛ** или выведена из работы **ОТКЛ** по адресу 8201 **Контр Цепи Откл**.

2.13.3 Обзор уставок

Диапазоны уставок и уставки по умолчанию заданы для номинального тока $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А эти значения необходимо умножить на 5. При задании уставок в первичных величинах, также необходимо учитывать коэффициенты трансформации трансформаторов тока.

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8101	Симметрия I	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Контроль симметрии токов
8102	Черед Фаз	ВКЛ OFF	ОТКЛ	Контроль чередования фаз
8111	Симм. I Ст1	0.10..1.00 А	0.50 А	Контроль симметрии токов для стороны 1
8112	КоэффСимм I Ст1	0.10..0.90	0.50	Коэфф. симметрии токов для стороны 1
8121	Симм. I Ст2	0.10..1.00 А	0.50 А	Контроль симметрии токов для стороны 2
8122	КоэффСимм I Ст2	0.10..0.90	0.50	Коэфф. симметрии токов для стороны 2
8201	Контр Цепи Откл	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Контроль цепи отключения

2.13.4 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
00161	Повр. Контр. I	Неисправность: Общий контроль тока
00163	Повр Симм I	Неисправность: Симметрия токов
00571	Ош.симм.I Ст1	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 1
00572	Ош.симм.I Ст2	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 2
00175	Неисп Чер.Фаз I	Неисправность: Чередование фаз тока
00265	НеисЧерФазI Ст1	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 1
00266	НеисЧерФазI Ст2	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 2

№	Сообщение	Комментарии
	ОшСистИнт	Системный интерфейс: Неисправность
	НеиспрFMS1	Неисправность FMS, опт.канал 1
	НеиспрFMS2	Неисправность FMS, опт.канал 2
00110	Сообщ Утеряны	Сообщения утеряны
00113	Метка утеряна	Метка утеряна
00140	ОшСуммАварСинг	Ошибка суммарной аварийной сигнализации
00181	Неиспр: АЦП	Неисправность: АЦП
00190	Неиспр:Плата 0	Неисправность:Плата 0
00183	Неиспр:Плата 1	Неисправность:Плата 1
00192	Ошибка:1A/5A	Полож.перемычки 1/5Ане совп. с параметр.
00191	Неиспр: Смещен	Аппарат.неисправность: смещение
00264	RTD 1 неиспр	Блок RTD1 неисправен
00267	RTD 2 неиспр	Блок RTD2 неисправен
00160	СуммарСигн	Суммарное сигнализация
00193	ОшибкаКалибрДан	Неиспр: калибровка аналого.входа неверна
00177	Неисп Батарея	Неисправность: Разряд батареи
00068	ОшибСинхВремени	Ошибка синхронизации времени
00198	Неиспр Модуля В	Неисправность Модуля Порт В
00199	Неиспр Модуля С	Неисправность Модуля Порт С

№	Сообщение	Комментарии
06851	>БЛК КонЦепиОТК	>Блокировать контроль цепи отключения
06852	>КонЦепОтк ОткР	>Контроль цепи отключения: отключ. реле
06853	>КонЦепОтк Б/К	>Контроль цепи отключения: б/к выключ.
06861	КонтЦепиОткВыкл	Контроль цепи отключения выключен
06862	КонтЦепиОткБЛК	Контроль цепи отключения блокирован
06863	КонтЦепиОткАКТ	Контроль цепи отключения активен
06864	НеиспКонЦепиОтк	Конт.цепи откл.блокирован. Не задан ДВх.
06865	Повр.: ЦепОткл	Повреждение цепи отключения

2.14 Управление функциями защиты

Управление функциями - это центр управления устройством. Он координирует последовательность работы защитных и вспомогательных функций, обрабатывает их сигналы и информацию, поступающую от энергосистемы. Сюда входят:

- обработка положения выключателя,
- обнаружение повреждения/логика срабатывания,
- логика отключения.

2.14.1 Логика обнаружения повреждения для устройства в целом

Общее срабатывание

Логика определения повреждения объединяет сигналы срабатывания всех функций защиты. Сигналы срабатывания объединяются по схеме *ИЛИ* и приводят к общему срабатыванию устройства. При этом выдается сигнал “ОБЩИЙ ПУСК”. Если ни одна функция защиты больше не находится в сработавшем состоянии, то сообщение “ОБЩИЙ ПУСК” пропадает (сообщение: “УШЛО”).

Общий пуск устройства является предпосылкой для последующего запуска внутренних и внешних дополнительных функций. Некоторые из тех функций, которые управляются общим срабатыванием:

- Запуск протокола повреждений: Все сообщения о повреждениях записываются в протокол отключения с момента появления общего пуска до момента возврата.
- Старт записи осциллограмм аварийного процесса: Запись и сохранение осциллограмм можно дополнительно выполнять по факту появления команды отключения.
- Создание спонтанных сообщений: Определенные сообщения о повреждениях можно выдавать в виде так называемых спонтанных сообщений (см. раздел “Спонтанные сообщения” далее). Их выдача на дисплей может быть дополнительным условием наличия команды на отключение.

Внешними функциями можно управлять посредством выходного контакта. Например:

- Другие дополнительные или подобные устройства.

Спонтанные сообщения

Спонтанными сигналами называются сигналы, которые выводятся на экран автоматически, после общего срабатывания терминала или после выдачи команды на отключение. Для терминала 7UT612 это следующие сигналы:

- “ОБЩИЙ ПУСК”: пуск любой функции защиты с индикацией фазы;
- “ОБЩЕЕ ОТКЛ”: срабатывание любой функции защиты;
- “Т Пуск”: время от момента появления сигнала общего пуска до возврата устройства, в мс;

- “Т Откл”: время работы с момента появления общего пуска до выдачи первой команды отключения от устройства, в мс;

Имейте ввиду, что защита от перегрузки не имеет срабатывания, сопоставимого со срабатываниями остальных функций защиты. Общее время срабатывания устройства запускается при сигнале на отключение, который запускает протокол отключений.

2.14.2 Логика отключения от устройства

Общее отключение

Все сигналы срабатывания (отключения) от функций защиты объединяются по схеме *ИЛИ* и приводят к появлению сигнала “ОБЩЕЕ ОТКЛ”. Это сообщение можно назначить на светодиод или выходное реле, поскольку оно может быть отдельным для каждой индивидуальной команды отключения. Удобно, чтобы общая команда отключения использовалась как выходная команда отключения выключателя.

Завершение команды отключения

Когда активизируется команда на отключение, она сохраняется отдельно для каждой стороны защищаемого объекта (Рис. 2-91). В то же время обеспечивается продление команды отключения в соответствии с уставкой **Тмин Ком Откл**, для обеспечения отключения, в случае если защитная функция, выполняющая отключение, вернется слишком быстро, или если выключатель на стороне питания работает быстрее. Команды отключения не могут быть прерваны, пока последняя функция защиты не вернулась (нет активированных функций), *И* не выполнена минимальная длительность команды отключения.

Дополнительным условием завершения команды на отключение является получение сигнала о том, что выключатель отключен. Ток, протекающий через отключенный выключатель, должен упасть ниже величины, которая соответствует величине уставки **I> ВЫКЛ вкл Ст1** (адрес 283 для стороны 1), или **I> ВЫКЛ вкл Ст2** (адрес 284 для стороны 2), см. “Положение выключателя” в подразделе 2.1.2, стр. 32) плюс 10 % от тока повреждения.

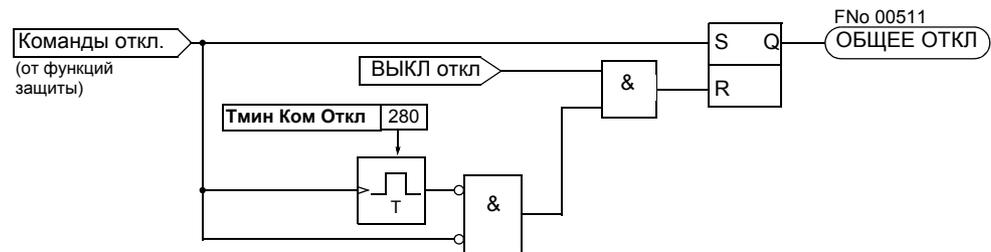


Рисунок 2-91 Хранение и прерывание команды отключения

Блокировка повторного включения

После отключения выключателя от защиты часто необходимо блокировать функцию ручного включения, пока не будет обнаружена причина срабатывания.

Используя конфигурируемые пользователем функции логики (CFC), можно создать функцию блокировки АПВ. Параметры по умолчанию для 7UT612 предоставляют уже сконфигурированную логику CFC, которая сохраняет команду отключения от устройства, пока она не будет сброшена в ручную. Блоки логики CFC приведены в Приложении А.5, под заголовком “Предварительная конфигурация CFC–схем” (стр. 336). Внутреннее выходное сообщение “СРБ-прКвит.” должно быть дополнительно назначено на выходные отключающие реле, которые необходимо удерживать.

Квитирование выполняется через дискретный вход “>КвитОТКЛ”. При конфигурации по умолчанию нажмите функциональную клавишу F4 на передней панели устройства, чтобы сквитировать сохраненную команду отключения.

Если блокировка АПВ не требуется, удалите связь между внутренним однопозиционным сообщением “СРБ-прКвит” и источником “CFC” в матрице конфигурации.

“Нет отключения - нет флага”

Хранение сигналов для светодиодов и возможность выдачи спонтанных сигналов могут быть выполнены зависимыми от посылки терминалом команды на отключение. Информация о повреждении *не будет* выводиться, если одна или более функций защиты сработали при повреждении, но сигнала отключения от выдано не было из-за того, что повреждение было устранено другим устройством (например, защитой другого присоединения). Таким образом, информация ограничивается повреждениями на защищаемой линии (так называемая возможность "нет отключения - нет флага").

На Рисунке 2-92 показана логическая схема этой функции.

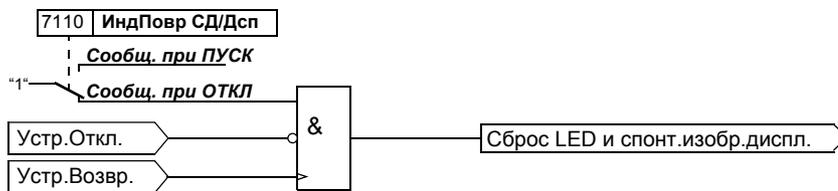


Рисунок 2-92 Логическая схема функции "нет отключения - нет флага" (сигналы, зависящие от отключения)

Статистика работы выключателя

Устройство 7UT612 ведет подсчет количества вызванных им отключений.

Кроме того, ток отключенный для каждого полюса и каждого измерительного трансформатора, обрабатывается и хранится в памяти.

Значения этих подсчитанных величин защищены в случае исчезновения напряжения питания. Их также можно установить равными нулю или любому другому исходному значению. Для получения более подробной информации см. Руководство по эксплуатации системы SIPROTEC 4, заказ № E50417–H1156–C151.

2.14.3 Задание параметров функции

Параметры логики отключения устройства в целом, а также параметры для тестирования выключателя уже были введены в Разделе 2.1.2.

Уставка по адресу 7110 **ИндПовр СД/Дсп** определяет, как сохраняются сигналы на светодиодах и спонтанные сигналы, появляющиеся на экране после возникновения повреждения: при любом срабатывании защитной функции (**Сообщ. при ПУСК**) или только после выдачи команды на отключение (**Сообщ. при ОТКЛ**).

2.14.4 Обзор уставок

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7110	ИндПовр СД/Дсп	Отображение при каждом срабатывании Отображение только при ОТКЛ.	Отображение при каждом срабатывании	Индикация повреждений: светодиод/дисплей

2.14.5 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
00003	>СинхВремени	>СинхВремени
00005	>СбросСветодиод	Сброс светодиодов
00060	СбросСветодиод	Сброс светодиодов
00015	>Режим проверки	>Режим проверки
	РежимПров.	Режим проверки
00016	>Блок Рег/Изм	>Блокир. функций регистрации и измерения
	ДанныеСТОП	Останов передачи данных
	ДеблокПерД	Деблокир. передачи данных через Дискр.вх
	>Подсв ВКЛ	>Подсветка включена
00051	Устройство ОК	Устройство исправно
00052	Защ АКТИВ	Активна хотя бы одна защ. функция
00055	Сброс	Сброс
00056	Инициализация	Инициализация

№	Сообщение	Комментарии
00067	Повт Пуск	Повторный пуск
00069	Летнее время	Летнее время
	СинхрВремя	Синхронизация времени
00070	ЗагрузкаУставок.	Идет загрузка уставок
00071	ПроверкаУставок	Проверка уставок
00072	Измен.Уровня-2	Изменение установок Уровня-2
00109	Част. вне диап.	Частота вне допустимого диапазона
00125	Дребезг ВКЛ	Блокировка дребезга включена
	РежПрАППрл	Режим проверки аппаратного обеспечения

2.15 Вспомогательные функции

К вспомогательным функциям устройства 7UT612 относятся:

- обработка сообщений,
- обработка рабочих величин измерения,
- хранение записей повреждения.

2.15.1 Обработка сообщений

2.15.1.1 Общие положения

Для подробного анализа аварий, необходима информация относительно поведения устройства при аварии, а также значения аварийных измеряемых величин в энергосистеме. Для этой цели в устройстве предусмотрена возможность обработки сообщений (для трех типов сообщений):

Светодиоды и дискретные выходы (выходные реле)

На светодиоды на передней панели устройства выдаются сигналы о важных событиях и состояниях. Устройство также имеет выходные реле для дистанционной передачи информации. Большинство сигналов может быть рассортировано, т.е. их можно переназначить заново вместо предварительно введенных значений, введенных при поставке устройства. Подробная информация о данных процедурах приводится в документации SIPROTEC 4 Системное описание, номер заказа E50417–H1156–C151. Предварительные уставки приводятся в подразделе А.5 Приложения.

Выходные реле и светодиоды могут работать в режиме с запоминанием состояния или без запоминания состояния (каждый может быть задан отдельно).

Режим с запоминанием состояния защищен от потери напряжения питания. Сброс может быть осуществлен:

- локально, с помощью кнопки сброса светодиодов на лицевой панели устройства,
- дистанционно, через дискретный вход,
- через один из последовательных интерфейсов,
- автоматически при обнаружении нового повреждения.

Сообщения, отображающие состояние, не должны иметь запоминания. Кроме того, их нельзя сбросить до тех пор, пока не пропадет критерий появления сообщения. Указанное справедливо для сообщений от функций мониторинга или схожих функций.

Зеленый светодиод означает, что терминал находится в работе (“RUN” (готовность)); его нельзя сбросить. Он перестает гореть, если самоконтроль микропроцессора распознает внутреннее повреждение или, если пропадет напряжение питания.

В случае, если обнаружено внутреннее повреждение терминала, но напряжение питания присутствует, загорается красный светодиод (“ERROR” (Ошибка)) и терминал блокируется.

Дискретные входы, выходы и светодиодные индикаторы устройства SIPROTEC 4 могут протестировать каждый отдельно при помощи пакета DIGSI 4. Указанная возможность используется при наладке для проверки цепей управления, идущих от устройства к оборудованию станции (см. также подраздел 3.3.3).

**Сообщения на
встроенном ЖК-
дисплее или на
персональном
компьютере**

События и состояния можно прочесть с помощью встроенного ЖК-дисплея на лицевой панели устройства. Посредством переднего интерфейса или сервисного интерфейса можно подключить персональный компьютер, на который передается информация.

В состоянии покоя, т.е. пока нет повреждения в системе, ЖК-дисплей может отображать различную рабочую информацию (обзор рабочих измеряемых величин). В случае повреждения в сети вместо нее отображается информация, относящаяся к повреждению, так называемые спонтанные сообщения. После ликвидации повреждения и квитирования сообщений о повреждении, на экран снова выводится информация о нормальной работе терминала. Квитирование аналогично сбросу светодиодов (см. выше).

Устройство имеет несколько буферов событий для хранения рабочих сообщений, статистики коммутаций, и т.д., которые защищены от потери напряжения питания благодаря буферной батарее. Эти сообщения могут быть выведены в любое время на ЖКД с помощью клавиатуры или переданы в ПК через последовательный интерфейс или интерфейс оператора. Процедура запроса событий/сигналов при работе подробно описывается в Руководстве по эксплуатации системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151.

При использовании ПК и программного обеспечения для обработки данных защиты DIGSI 4 также можно получать и отображать сообщения в удобном виде на мониторе и в диалоговом меню. Полученные данные можно распечатать или сохранить для последующего изучения.

**Передача
информации в
центр управления**

Если устройство имеет последовательный системный интерфейс, то сохраненную информацию можно передать через этот интерфейс в центральное устройство управления и хранения данных. Для передачи информации имеется несколько протоколов обмена данными.

Проверку правильности передачи информации можно выполнить с помощью программы DIGSI 4.

Кроме того, на информацию, передаваемую в центр управления, можно влиять при работе или тестировании. Для выполнения контроля на рабочем месте, протокол МЭК 60870–5–103 позволяет добавлять комментарий “режим тестирования” ко всем сообщениям и измеряемым величинам, передаваемым в центр управления. Таким образом, можно определить, что полученное сообщение вызвано тестированием, а не реальным повреждением в энергосистеме. С другой стороны, вы можете отключить возможность передачи сообщений по системному интерфейсу в режиме тестирования устройства (“Блокировка передачи”).

Для влияния на информацию, передаваемую через системный интерфейс, в режиме тестирования (“режим тестирования” и “блокирование передачи”)

требуется логика CFC. Значения параметров по умолчанию уже включены в эту логику (см. Приложение А.5, подзаголовок “Предварительная конфигурация CFC–схем”, страница 336).

Для получения информации о включении и отключении режима тестирования и блокировке передачи сообщений см. Руководство по эксплуатации системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151.

Структура сообщений

Существуют следующие категории сообщений:

- **Протокол событий:** рабочие сообщения, возникающие при функционировании устройства. Они содержат информацию о состоянии функций устройства, измеряемые данные, системные данные и т.п.
- **Протокол отключений:** аварийные сообщения о последних 8 повреждениях в энергосистеме, которые обрабатывались устройством.
- **Статистика коммутаций:** эти сообщения подсчитывают количество выданных команд отключения от устройства, а так же величины токов прерывания и аккумулированные токи повреждения.

Полный список всех сообщений и выходных функций, выдаваемых устройством, с присвоенными уникальными номерами (№), может быть найден в Приложении. Также представлена информация о том, куда может быть отправлено данное сообщение. Списки сообщений приведены для версии устройства SIPROTEC 4 с максимальным количеством функций. Если в определенной версии устройства не присутствует какая-либо из функций или, если при конфигурировании она была установлена как “**Выведено**”, то связанные с ней сообщения появиться не могут.

2.15.1.2 Протокол событий (Рабочие сообщения)

Рабочие сообщения содержат информацию о состоянии работы, которую устройство генерирует во время функционирования. В устройстве хранится до 200 рабочих сообщений в хронологическом порядке. Новые сообщения добавляются в конец списка. Если память заполнена, то наиболее старые сообщения затираются новыми.

Рабочие сообщения появляются автоматически, и их можно считать с дисплея устройства или с персонального компьютера. О повреждениях в энергосистеме сообщается сигналом “Повр.в сист.” и номером текущего повреждения. Сообщения о повреждениях (Протокол отключений) содержат подробную информацию и хронологию повреждений, см. подраздел 2.15.1.3.

2.15.1.3 Протокол отключений (Сообщения о повреждениях)

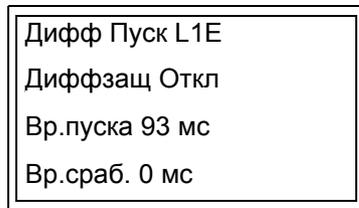
При повреждении в системе от устройства можно получить, например, важную информацию о развитии повреждения, такую как срабатывания защит и сигналы отключения. Начало повреждения отмечается абсолютным временем внутренних часов. Развитие повреждения отображается с относительным временем, отнесенным к моменту обнаружения КЗ (первое срабатывание функций защиты), по которой можно судить о длительности повреждения до

момента отключения и до момента возврата команды отключения. Разрешающая способность при фиксации времени равна 1 мс.

Запись о повреждении в системе начинается при обнаружении повреждения детектором повреждений, т.е. при первом пуске любой функции защиты, а заканчивается при возврате детектора повреждений, т.е. при возврате последней функции защиты или по истечении времени восстановления АПВ, для того, чтобы были записаны также и неуспешные циклы АПВ. Кроме того, повреждение в системе может состоять из нескольких индивидуальных повреждений (начиная с определения повреждения и заканчивая возвратом).

Спонтанные сообщения

Спонтанные сообщения появляются автоматически на дисплее, при общем срабатывании устройства. Наиболее важные данные о повреждении появляются в указанной на рисунке 2-93 последовательности.



Пуск функции защиты, например, дифф. защита с информацией о фазе;
Срабатывание функции защиты, например, дифф. защита;
Время от пуска защиты до возврата;
Время от пуска до появления первой команды на отключение от функции защиты

Рисунок 2-93 Отображение спонтанных сообщений на дисплее - пример

Полученные сообщения

Можно получить информацию о последних восьми повреждениях в энергосистеме. Всего может быть сохранено до 600 сообщений. При переполнении буфера наиболее старые данные стираются, их место занимают новые.

2.15.1.4 Спонтанные сообщения

Спонтанные сообщения это вновь появляющиеся сообщения. Каждое новое сообщение появляется немедленно, т.е. пользователю не нужно ждать обновления данных или инициировать это обновление. Это может быть полезно при работе, тестировании и при вводе в эксплуатацию.

Спонтанные сообщения можно считать с помощью DIGSI 4. Для получения более подробной информации см. Руководство по эксплуатации системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151.

2.15.1.5 Общий опрос

Текущее состояние устройства SIPROTEC можно проверить с помощью DIGSI 4 просмотром содержимого общего запроса. Все сообщения, которые необходимы для общего запроса, показаны вместе с текущими значениями или состояниями.

2.15.1.6 Статистика коммутаций

В сообщениях статистики переключений ведется подсчет токов отключения для каждого из полюсов выключателя, количества команд управления, выданных устройством на выключатель. Токи отключения отображаются в первичных значениях.

Статистику коммутаций можно просмотреть на ЖКД устройства или на ПК с запущенной программой DIGSI 4, подключенном к интерфейсу оператора или сервисному интерфейсу.

Содержимое счетчиков и памяти статистики коммутаций сохраняются устройством. Поэтому при потере питания информация не будет потеряна. Счетчики, однако, можно сбросить обратно на ноль или на любое значение в заданном диапазоне.

Чтобы считать статистику отключений, пароль не нужен, однако, пароль нужен для изменения или удаления статистики. Для получения более подробной информации см. Руководство по эксплуатации системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151.

2.15.2 Измерения во время работы

Отображение и передача измеренных значений

Рабочие измеряемые значения обрабатываются микропроцессорной системой в фоновом режиме. Эти значения можно вызвать на передней панели устройства, считать через интерфейс оператора с помощью ПК с установленной программой DIGSI 4 или передать в центральное ведущее устройство через системный интерфейс (при его наличии).

Необходимым условием правильного отображения первичных и процентных величин является верное задание номинальных данных измерительных трансформаторов тока и данных энергосистемы, см. подраздел 2.1.2. В таблице 2-9 приведен список рабочих измеряемых величин. В зависимости от версии заказа терминала, типа соединения и сконфигурированных функций защиты, будет доступна только часть из приведенных величин.

Для выдачи измеряемого напряжения “Уизм”, оно должно быть подведено к одному из входов по току I_7 или I_8 через внешний последовательный резистор. С помощью программируемой пользователем CFC-логики (CFC блок “Life_Zero” - блок контроля нулевого значения) можно измерить ток, пропорциональный напряжению, и отображать его как напряжение “Уизм”. Эта процедура подробно описана в руководстве по CFC.

Полная мощность “S” не является измеренной величиной, она рассчитывается из заданного номинального напряжения защищаемого объекта и фактических токов, протекающих через сторону 1:

$$S = \frac{U_H}{\sqrt{3}} \cdot (I_{L1CT1} + I_{L2CT1} + I_{L3CT1}) \text{ для трехфазного применения или}$$

$$S = \frac{U_H}{2} \cdot (I_{L1CT1} + I_{L3CT1}) \text{ для однофазных трансформаторов. Однако, если используются замеры напряжения, описанные в предыдущем параграфе, то для расчета полной мощности используются эти замеры.}$$

Углы фаз приведены отдельно в Таблице 2-10, измеряемые термические величины приведены в таблице 2-11. Последние будут доступны только в том случае, если защита от перегрузки будет **Введено**. Какие измеряемые величины будут доступны пользователю так же зависит от выбранного метода для защиты от перегрузки и возможно от количества температурных датчиков подключенных к устройству через термический преобразователь.

Расчет рабочих измеряемых величин так же проводится при возникновении повреждения в системе в интервале приблизительно равном 0,6 с.

Относительные величины получаются на базе номинальных величин защищаемого объекта (см. примечания к таблицам), увеличение температуры соотносится с увеличением температуры при отключении. Фазные углы и градусы температуры не имеют базовых величин. Для дальнейшей обработки этих величин CFC логикой или при передаче через последовательные интерфейсы необходимы безразмерные величины, поэтому базовые величины определяются произвольно. Они приводятся в таблицах 2-10 и 2-11 в столбце “%-преобразование”.

Таблица 2-9 Рабочие измеряемые величины (амплитуды первичные, вторичные и в процентах)

Изменяемые величины		первичные	вторичные	в % относительно
IL1Ст1, IL2Ст1, IL3Ст1 ³⁾	Фазовый угол токов стороны 1,	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
3I0Ст1 ³⁾	Ток нулевой последовательности стороны 1	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
I1Ст1, I2Ст1 ³⁾	Составляющие прямой и обратной последовательности токов стороны 1	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
IL1Ст2, IL2Ст2, IL3Ст2 ³⁾	Фазные токи стороны 2	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
3I0Ст2 ³⁾	Ток нулевой последовательности стороны 2	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
I1Ст2, I2Ст2 ³⁾	Составляющие прямой и обратной последовательности токов стороны 2	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
I7 ³⁾	Ток на токовом входе I ₇	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
I1 ... I7 ⁴⁾	Токи на токовых входах	А; кА	А	Номинального рабочего тока ¹⁾
I8	Ток на токовом входе I ₈	А	мА	Номинального рабочего тока ¹⁾ ²⁾

¹⁾ для трансформаторов в соотв. с адресами 240, 243, и 249 (см. подраздел 2.1.2) $I_H = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_H)$ или $I_H = S_H / U_H$ (1-фазн.) для генераторов/двигателей/реакторов в соотв. с адресами 251 и 252 (см. подраздел 2.1.2) $I_H = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_H)$; для шин и линий в соотв. с адресом 265 (см. подраздел 2.1.2)

²⁾ при учете коэффициента по адресу 235 **Козфф. I8** (см. подраздел 2.1.2)

³⁾ только для трехфазных объектов,

⁴⁾ только для однофазной защиты шин

⁵⁾ если сконфигурировано и запрограммировано в CFC

⁶⁾ рассчитывается на основе фазных токов и номинального напряжения или измеренного напряжения Uизм

Таблица 2-9 Рабочие измеряемые величины (амплитуды первичные, вторичные и в процентах)

Изменяемые величины		первичные	вторичные	в % относительно
Uизм ⁵⁾	Напряжение от токовых входов I ₇ или I ₈	В; кВ; МВ	—	—
S ⁶⁾	Полная мощность	кВА; МВА; ГВА	—	—
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота

¹⁾ для трансформаторов в соотв. с адресами 240, 243, и 249 (см. подраздел 2.1.2) $I_H = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_H)$ или $I_H = S_H / U_H$ (1-фазн.) для генераторов/двигателей/реакторов в соотв. с адресами 251 и 252 (см. подраздел 2.1.2) $I_H = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_H)$; для шин и линий в соотв. с адресом 265 (см. подраздел 2.1.2)

²⁾ при учете коэффициента по адресу 235 **Козэфф. I8** (см. подраздел 2.1.2)

³⁾ только для трехфазных объектов,

⁴⁾ только для однофазной защиты шин

⁵⁾ если сконфигурировано и запрограммировано в CFC

⁶⁾ рассчитывается на основе фазных токов и номинального напряжения или измеренного напряжения Uизм

Таблица 2-10 Рабочие измеряемые величины (взаимосвязь фазных углов)

Изменяемые величины		Размерность	Преобразование в % ⁵⁾
φI_{L1S1} , φI_{L2S1} , φI_{L3S1} ³⁾	Фазный угол токов стороны 1, по направлению I _{L1S1}	°	0° = 0 % 360° = 100 %
φI_{L1S2} , φI_{L2S2} , φI_{L3S2} ³⁾	Фазный угол токов стороны 2, по направлению I _{L1S1}	°	0° = 0 % 360° = 100 %
$\varphi I_1 \dots \varphi I_7$ ⁴⁾	Фазный угол токов на токовых входах, по направлению I ₁	°	0° = 0 % 360° = 100 %
φI_7 ³⁾	Фазный угол токов на токовом входе I ₇ , по направлению I ₁	°	0° = 0 % 360° = 100 %

³⁾ только для трехфазных объектов,

⁴⁾ только для однофазной защиты шин

⁵⁾ только для CFC и последовательных интерфейсов

Таблица 2-11 Термические величины

Измеряемые величины	Размерность	Преобразование в % ⁵⁾	
$Q_{L1}/Q_{откл.}, Q_{L2}/Q_{откл.}, Q_{L3}/Q_{откл.}$ ¹⁾	Значение температуры для каждой фазы, по отношению у уставке	%	
$Q/Q_{откл.}$ ¹⁾	Результирующее значение температуры, относительно величины отключения	%	
Скор.стар. ^{2) 3)}	Относительная скорость старения	о.е.	
РезНагрСигн ^{2) 3)}	Резерв нагрузки до предупреждения от наиб.нагр.точки (ступень 1)	%	
РезНагрАвар ^{2) 3)}	Резерв нагрузки до сигнализации от наиб.нагр.точки (ступень 2)	%	
$Q_{плеча1}, Q_{плеча2}, Q_{плеча3}$ ^{2) 3)}	Температура наиболее нагретой точки для каждой фазы	°C или °F	0 °C = 0 % 500 °C = 100 %
$Q_{RTD1} \dots Q_{RTD12}$ ³⁾	Замер температуры температурными датчиками с 1 по 12	°C или °F	0 °F = 0 % 1000 °F = 100 %
¹⁾ только для защиты от перегрузки с тепловой моделью (МЭК 60255): адрес 143 ХарТермЗащич = Классически (см. подраздел 2.1.1.) ²⁾ только для защиты от перегрузки с расчетом температуры наиболее нагретой точки (МЭК 60354): адрес 143 ХарТермЗащич = МЭК354 (см. подраздел 2.1.1.) ³⁾ только при наличии термоблоков (раздел 2.10)			
		⁵⁾ только для CFC и последовательных интерфейсов	

Величины дифференциальной защиты

Дифференциальная величина и величина торможения для дифференциальной защиты и для защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной, приведены в Таблице 2-12.

Таблица 2-12 Величины дифференциальной защиты

Измеряемые величины	в % относительно	
$I_{диффL1}, I_{диффL2}, I_{диффL3}$	Вычисляемые дифференциальные токи трех фаз	Рабочего номинального тока ¹⁾
$I_{тормL1}, I_{тормL2}, I_{тормL3}$	Вычисляемые токи торможения трех фаз	Рабочего номинального тока ¹⁾
$I_{диффЗЗ}$	Дифференциальный ток дифференциальной защиты от КЗ на землю с ограниченной зоной	Рабочего номинального тока ¹⁾
$I_{тормЗЗ}$	Вычисляемый ток торможения дифференциальной защиты от КЗ на землю с ограниченной зоной	Рабочего номинального тока ¹⁾
¹⁾) для трансформаторов в соотв. с адресами 240, 243, и 249 (см. подраздел 2.1.2) $I_H = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_H)$ или $I_H = S_H / U_H$ (1-фазн.); для генераторов/двигателей/реакторов в соотв. с адресами 251 и 252 (см. подраздел 2.1.2) $I_H = S_H / (\sqrt{3} \cdot U_H)$; для шин и линий в соотв. с адресом 265 (см. подраздел 2.1.2)		

IBS-инструментарий

Инструментарий ввода в действие “IBS-инструментарий” имеет широкий диапазон функций: наладка, визуализация и; управление функциями, которые позволяют детально иллюстрировать наиболее важные измеряемые величины на экране компьютера с помощью веб-браузера. Для получения более полной информации см. “Online Help” (помощь в режиме онлайн) для IBS-Tool. “Online Help” может быть загружена через INTERNET.

Этот инструментарий позволяет иллюстрировать измеряемые величины на всех концах защищаемого объекта при наладке и работе терминала. Токи отражаются в виде векторных диаграмм а также в виде численных значений. На Рисунке 2-94 приведен пример.

Кроме того, на характеристике срабатывания можно просмотреть дифференциальные величины и величины торможения.

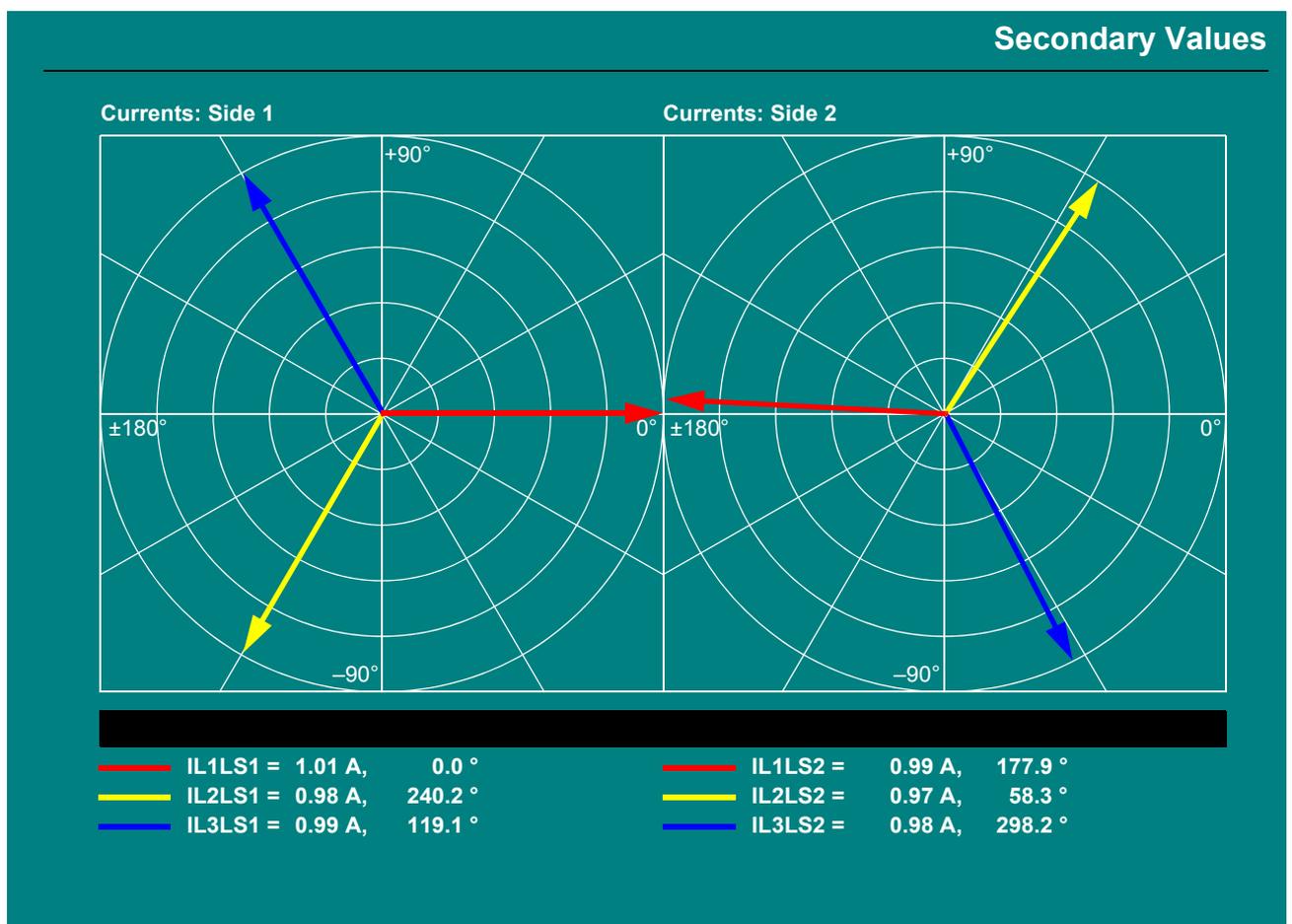


Рисунок 2-94 Измеряемые величины разных сторон защищаемого объекта — пример для сквозных токов

Заданные значения, определяемые пользователем

В устройстве SIPROTEC 7UT612 заданные значения могут быть сконфигурированы для измеряемых и расчетных величин. Если, при работе значение достигает одного из этих заданных значений, то устройство генерирует сигнал, который выдается как рабочее сообщение. Как и все рабочие сообщения, эти сообщения можно вывести на светодиод и/или выходное реле,

или передать через последовательные интерфейсы. Заданные значения обрабатываются процессором в фоновом режиме и поэтому не подходят для целей защиты.

Заданные значения можно установить, только если измеряемые и расчетные величины для этих целей были соответствующим образом сконфигурированы в CFC (см. Описание системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151).

2.15.3 Регистрация данных аварийных режимов

Устройство дифференциальной защиты 7UT612 имеет встроенную функцию записи повреждений. Мгновенные значения измеряемых величин

$$I_{L1CT1}, I_{L2CT1}, I_{L3CT1}, I_{L1CT2}, I_{L2CT2}, I_{L3CT2}, I_{I0CT1}, I_{I0CT2}, I_7, I_8, \text{ и } I_{\text{диффL1}}, I_{\text{диффL2}}, I_{\text{диффL3}}, I_{\text{тормL1}}, I_{\text{тормL2}}, I_{\text{тормL3}}$$

записываются в интервале $1^{2/3}$ мс (для частоты 50 Гц) и хранятся в циклическом буфере (12 выборок за период). При использовании устройства в качестве однофазной защиты шин, первые 6 токов присоединения сохраняются вместо фазных токов, а токи нулевой последовательности не используются.

При повреждении в энергосистеме, эти данные записываются в течение определенного периода времени, который может быть установлен (5 с - самый длинный период для каждой записи аварии). Можно сохранить максимально до 8 записей осциллограмм. Полная емкость памяти для записи осциллограмм составляет приблизительно 5 с. Буфер записи осциллограмм обновляется при каждом появлении повреждения, так что квитировать буфер не требуется. Кроме как при срабатывании защит, Пуск записи повреждений может быть выполнен от пуска защит либо через интегрированную рабочую панель, последовательный оперативный интерфейс и последовательный сервисный интерфейс.

Данные можно передать через последовательные интерфейсы с помощью ПК и проанализировать с помощью ПО DIGSI 4, а графический анализ можно выполнить с помощью ПО SIGRA 4. SIGRA 4 отображает данные, сохраненные при повреждении в системе и вычисляет из измеряемых величин дополнительную информацию. Можно выбрать, чтобы измеряемые значения отображались в первичных или вторичных величинах. Также отображаются трассировочные метки дискретных сигналов, например, "определение повреждения", "отключение".

Если устройство имеет последовательный системный интерфейс, то осциллограммы повреждения можно передать в центральное устройство по этому интерфейсу. Обработка данных в центральном устройстве выполняется с помощью соответствующих программ. Величины измерения приводятся к их максимальным значениям, для них задается масштаб относительно номинальных значений, и они подготавливаются для графического отображения. Кроме того, внутренние сигналы записываются как трассировочные метки дискретных сигналов, например, "определение повреждения", "отключение".

Там, где передача данных в центральное устройство возможна, запрос на передачу данных можно выполнить автоматически. Можно выбрать, должен ли он появляться после каждого обнаружения защитой КЗ, либо после выполнения отключения от устройства.

2.15.4 Задание параметров функции

Измеряемые величины

Кроме непосредственно измеряемых величин и измеряемых величин рассчитанных на основе токов и, возможно, температур, устройство 7UT612 также может отображать напряжения и полную мощность.

Для получения величин напряжения, напряжение должно быть подведено ко измерительным входам I_7 или I_8 через внешнее последовательное сопротивление. Кроме того, в CFC необходимо выполнить логику, определяемую пользователем (см. подраздел 2.15.2, под заголовком “Отображение и передача измеренных значений”).

Полная мощность рассчитывается на основе этого напряжения, пропорционального току, или на основе номинального напряжения стороны 1 защищаемого объекта и токов той же стороны. В первом случае по адресу 7601 **Вычисл Мощности** задайте уставку = **C измер. U**, а в последнем случае - **C уставкой U**.

Осциллографирование

Уставки осциллографирования задаются в подменю **Рег Авар Реж** меню **Уставки**.

Делается различие между моментом пуска (т.е. моментом, когда маркировка времени $T = 0$) и критерием сохранения записи (адрес 401 **Запуск Регистр**). При выборе значения **Сохранение при ПУСК**, момент пуска и критерий сохранения одинаковы: срабатывание любой функции защиты. Уставка **Сохранение при ОТКЛ.** означает, что срабатывание защитной функции запускает запись повреждения, но запись сохраняется только в том случае, если терминал выдает команду на отключение. Последняя уставка по адресу 401 - это **Пуск при ОТКЛ.**: Команда на отключение, выдаваемая устройством, является и критерием пуска записи и критерием ее сохранения.

Осциллограмма включает данные, записанные до времени пуска записи, и данные, записанные после возврата критерия записи. Времена записи предрежима (до пуска осциллографирования) и послеаварийного режима задаются по адресам 404 **Время до Нач** и 405 **Врем после Повр**.

Максимальное время записи вводится по адресу 403 **Макс время Рег**. Максимальная величина равна 5 секундам. Всего можно сохранить до 8 записей осциллограмм. Однако, общая длительность записи всех осциллограмм в буфере не может превышать 5 секунд. При переполнении емкости буфера, информация о новом повреждении затирает информацию о наиболее старом повреждении.

Пуск и запись осциллограммы можно выполнить от дискретного входа либо через интерфейс оператора, подключенный к ПК. В этом случае регистрация данных запускается динамически. Длина записи повреждения устанавливается по адресу 406 **ВремяЗаписи ДВх** (однако, максимальной длиной является уставка по адресу 403). Времена до и после повреждения, вводимые по адресам 404 и 405, включаются в запись. Если уставка по адресу 406 задана как “∞”, то длительность записи равна времени активного состояния дискретного входа (статического состояния) или времени **Макс время Рег**, задаваемому по адресу 403, в зависимости от того, что короче по времени.

2.15.5 Обзор уставок

Измеряемые величины

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7601	Вычисл Мощности	С уставкой U С измер. U	С уставкой U	Вычисление мощности

Регистрация данных аварийных режимов

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
401	Запуск Регистр	Сохран. при ПУСК Сохран. при ОТКЛ. Пуск при ОТКЛ	Сохран. при ПУСК	Запуск регистрации повреждений
403	Макс время Рег	0.30..5.00 с	1.00 с	Максимальное время записи повреждения
404	Время до Нач	0.05..0.50 с	0.10 с	Время записи до начала регистрации
405	Врем после Повр	0.05..0.50 с	0.10 с	Время записи после повреждения
406	ВремяЗаписи ДВх	0.10..5.00 с; ∞	0.50 с	Время записи при пуске через дискр.вход

2.15.6 Список сообщений

Статистические данные

№	Сообщение	Комментарии
00409	>БЛК РабСчетч	>Блокировать счетчик раб.времени ВЫКЛ
01020	РабЧас=	Счетчик часов в работе установки
01000	ЧислОткл=	Число команд отключения выключателя
30607	⊖IL1Ст1	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 1
30608	⊖IL2Ст1	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 1
30609	⊖IL3Ст1	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 1
30610	⊖IL1Ст2	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 2
30611	⊖IL2Ст2	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 2
30612	⊖IL3Ст2	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 2

№	Сообщение	Комментарии
30620	⊖I1:	Сумма первичн. токов отключ I1
30621	⊖I2:	Сумма первичн. токов отключ I2
30622	⊖I3:	Сумма первичн. токов отключ I3
30623	⊖I4:	Сумма первичн. токов отключ I4
30624	⊖I5:	Сумма первичн. токов отключ I5
30625	⊖I6:	Сумма первичн. токов отключ I6
30626	⊖I7:	Сумма первичн. токов отключ I7

Измеряемые величины

№	Сообщение	Комментарии
00721	IL1C1=	Измерение тока IL1 Сторона 1
00722	IL2C1=	Измерение тока IL2 Сторона 1
00723	IL3C1=	Измерение тока IL3 Сторона 1
30640	3I0Cт1	Величина 3I0 (нулевая посл.) Стороны 1
30641	I1Cт1=	Величина I1 (прямая посл.) Стороны 1
30642	I2Cт1=	Величина I2 (прямая посл.) Стороны 1
00724	IL1C2=	Измерение тока IL1 Сторона 2
00725	IL2C2=	Измерение тока IL2 Сторона 2
00726	IL3C2=	Измерение тока IL3 Сторона 2
30643	3I0Cт2=	Величина 3I0 (нулевая посл.) Стороны 2
30644	I1C2=	Величина I1 (прямая посл.) Стороны 2
30645	I2C2=	Величина I2 (прямая посл.) Стороны 2
30646	I1=	Значение тока I1
30647	I2=	Значение тока I2
30648	I3=	Значение тока I3
30649	I4=	Значение тока I4
30650	I5=	Значение тока I5
30651	I6=	Значение тока I6
30652	I7=	Значение тока I7
30653	I8=	Значение тока I8
07740	⊖IL1Cт1=	Угол в фазе IL1 стороны 1
07741	⊖IL2Cт1=	Угол в фазе IL2 стороны 1
07749	⊖IL3Cт1=	Угол в фазе IL3 стороны 1
07750	⊖IL1Cт2=	Угол в фазе IL1 стороны 2

№	Сообщение	Комментарии
07759	⊖IL2Ст2=	Угол в фазе IL2 стороны 2
07760	⊖IL3Ст2=	Угол в фазе IL3 стороны 2
30633	⊖I1	Фазовый угол I1
30634	⊖I2=	Фазовый угол I2
30635	⊖I3=	Фазовый угол I3
30636	⊖I4=	Фазовый угол I4
30637	⊖I5=	Фазовый угол I5
30638	⊖I6=	Фазовый угол I6
30639	⊖I7=	Фазовый угол I7
30656	Uизм.=	Значение U (измерен через I7/I8)
00645	S =	Полная мощность S
00644	f =	Частота f

Термические величины

№	Сообщение	Комментарии
00801	⊖/⊖откл =	Термическая перегрузка сигнализации иОткл
00802	⊖/⊖отклL1=	Термическая перегрузка для фазы L1
00803	⊖/⊖отклL2=	Термическая перегрузка для фазы L2
00804	⊖/⊖отклL3=	Термическая перегрузка для фазы L3
01060	⊖Плеча1=	Темп.наиб.нагр.точки плеча 1 магнитопр.
01061	⊖Плеча2=	Темп.наиб.нагр.точки плеча 2 магнитопр.
01062	⊖Плеча3=	Темп.наиб.нагр.точки плеча 3 магнитопр.
01063	КфСтар=	Защита от перегрузки: Коэф. старения
01066	РезСИГН=	Защ. Перегр.: Резерв мощн. К до сигнал
01067	РезТРЕВ=	Защ. Перегр.: Резерв мощн. К до тревоги
01068	⊖ RTD 1 =	Температура от RTD 1
01069	⊖ RTD 2 =	Температура от RTD 2
01070	⊖ RTD 3 =	Температура от RTD 3
01071	⊖ RTD 4 =	Температура от RTD 4
01072	⊖ RTD 5 =	Температура от RTD 5
01073	⊖ RTD 6 =	Температура от RTD 6
01074	⊖ RTD 7 =	Температура от RTD 7
01075	⊖ RTD 8 =	Температура от RTD 8
01076	⊖ RTD 9 =	Температура от RTD 9

№	Сообщение	Комментарии
01077	⊖ RTD 10 =	Температура от RTD 10
01078	⊖ RTD 11 =	Температура от RTD 11
01079	⊖ RTD 12 =	Температура от RTD 12

Дифференциальные значения

№	Сообщение	Комментарии
07742	ИдиффL1=	ИдиффL1(И/Иномин. объекта [%])=
07743	ИдиффL2=	ИдиффL2(И/Иномин. объекта [%])=
07744	ИдиффL1=	ИдиффL3(И/Иномин. объекта [%])=
07745	ИтормL1=	ИтормL1(И/Иномин. объекта [%])=
07746	ИтормL2=	ИтормL2(И/Иномин. объекта [%])=
07747	ИтормL3=	ИтормL3(И/Иномин. объекта [%])=
30654	ИдиффOгр3=	Идифф Oгр33 (И/Иномин. объекта [%])
30655	ИтормOгр3=	Иторм Oгр33 (И/Иномин. объекта [%])

Устанавливаемые точки

№	Сообщение	Комментарии
00272	КнтЧЧасыРаботы>	Конт.точка Часов работы>

Регистрация данных аварийных режимов

№	Сообщение	Комментарии
00004	>ПУСК Регистр	>Запуск регистрации аварийных режимов
00203	РегАвРеж: удал	Данные удалены
	ПускРегист	Запуск регистрации повреждения

Фиксация счетно-импульсных величин

Сообщения должны быть сконфигурированы в CFC

№	Сообщение	Комментарии
00888	Wa(имп)	Счетчик импульсов активной энергии Wa
00889	Wp(имп)	Счетчик импульсов реактивной энергии Wp

2.16 Обработка команд

Общие положения Кроме функций защиты, описанных выше, в устройстве SIPROTEC 7UT612 имеются функция обработки команд для согласования работы выключателей и другого оборудования в энергосистеме. Управляющие команды могут выдаваться из четырех источников:

- местное управление с использованием клавиатуры на лицевой панели устройства,
- местное или дистанционное управление с использованием программы DIGSI 4,
- дистанционное управление через системный (SCADA) интерфейс (т.е. SICAM),
- функции автоматике (например, с использованием дискретных входов, CFC).

Количество коммутационных аппаратов, управление которыми можно осуществлять, ограничивается только имеющимися и необходимыми дискретными входами и выходами. Для выдачи команд управления необходимо убедиться, что все используемые дискретные входы и выходы сконфигурированы правильно и имеют нужные характеристики.

Если при выполнении команд требуется производить проверку условий блокировки, пользователь может запрограммировать взаимоблокировки присоединения в устройстве с помощью задаваемых пользователем логических функций (CFC).

Конфигурирование дискретных входов и выходов, подготовка логических функций, определяемых пользователем, и операции, проводимые при переключениях, описываются в Руководстве пользователя системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151.

2.16.1 Типы команд

Различают следующие типы команд.

Команды управления

Эти команды оперируют дискретными выходами и изменяют статус энергосистемы:

- Команды для работы с выключателем (без контроля синхронизации), команды для управления разъединителями и заземляющими ножами,
- Пошаговые команды, например прибавление и убавление отпайки РПН,
- Команды с конфигурируемыми уставками по времени (катушки Петерсона).

Внутренние команды / Псевдокоманды

Эти команды не воздействуют непосредственно на дискретные выходы. Они служат для пуска внутренних функций, или для подтверждения изменений состояния.

- Ручные воздействия для изменения индикации обратной связи установки, такие как условие статуса, например, в случае когда физическая связь

промежуточных контактов не возможна или повреждена. Процесс ручных воздействий записывается и может быть выведен на экран.

- Кроме того, команды установки метки воздействуют на изменение внутренних параметров, например, права управления (дистанционное/местное), переключение наборов уставок, запрещение передачи данных и сброс измерительного счетчика или инициализация.
- Команды квитирования и сброса для установки и сброса внутренних буферов.
- Статусные команды для установки / деактивации “информационного состояния ” информационной величины объекта:
 - Управление активацией статуса дискретного входа,
 - Блокирование дискретных выходов.

2.16.2 Пошаговое выполнение последовательности команд

Механизмы обеспечения надежности в последовательности выполнения команд гарантируют, что команда может быть выполнена только после полной проверки успешного выполнения заранее заданных критериев. Кроме того, для каждого отдельного устройства управления предусмотрены определяемые пользователем проверки взаимоблокировок. В последствии также контролируется фактическое выполнение команды. Полная процедура обработки последовательности команды кратко описана ниже.

Последовательность проверки

- Ввод команды, например, с клавиатуры на локальном интерфейсе пользователя устройства
 - Проверка пароля права доступа;
 - Проверка режима переключения (взаимоблокировки введены/выведены) выбор состояния деактивированных блокировок.
- Проверка конфигурируемой пользователем блокировки, которая может быть выбрана для каждой команды
 - Режим управления (дистанционное и местное),
 - Контроль направления переключений (целевое состояние = текущее состояние),
 - Взаимоблокировка с контролем по зоне / взаимоблокировка присоединения (логика с использованием CFC);
 - Системная взаимоблокировка (централизованно через SICAM);
 - Двойное действие (взаимоблокировка от параллельных операций переключения);
 - Блокировка защит (блокировка операций переключения от функций защиты);
- Проверка фиксированных команд
 - Контроль времени (время между инициацией команды и ее выполнением может быть проконтролировано),

- Процесс конфигурирования (если идет процесс изменения уставок, то команды отменяются или задерживаются);
 - Контроль подключения оборудования к выходным контактам устройства (если контролируемое оборудование не подведено к дискретному выходу, команда отклоняется),
 - Блокировка выхода (если для выключателя была запрограммирована блокировка выхода и она активна в момент обработки команды, тогда производится отмена ее выполнения)
 - Неисправность компонента аппаратного обеспечения;
 - Команда выполняется (только одна команда может обрабатываться одновременно для каждого выключателя и коммутационного аппарата);
 - Проверка 1 из n команд (для схем с множественными назначениями и с контактом с общим потенциалом проверяется, была ли уже инициирована команда для общего выходного контакта).
- Контроль выполнения команд**
- Прерывание команды из-за команды отмены,
 - Контроль времени выполнения (контроль времени появления сообщения обратной связи).

2.16.3 Взаимоблокировка

Системные блокировки реализуются при помощи пользовательской логики (CFC). Проверки блокировок классифицируются системой SICAM/SIPROTEC как:

- Системные блокировки, проверяемые центральным устройством управления (для блокировок внутри присоединения),
- Взаимоблокировки присоединения, проверяемые в устройстве управления присоединением (блокировки присоединения).

Системная блокировка, основывающаяся на базе данных системы на подстанции или на центре управления. Блокировки в зависимости от зоны зависят от положения выключателя и других коммутационных аппаратов, подключенных к устройству.

Объем проверок взаимоблокировок определяется конфигурацией реле и логикой взаимоблокировок реле.

Коммутационное устройство, подчиненное блокировке системы в системе центрального управления идентифицируется специальной уставкой в свойствах команды (в матрице направлений).

Для всех команд пользователь может выбрать режим работы с блокировкой (нормальный режим) и без блокировки (тестовый режим):

- для местных команд путем перепрограммирования уставок с запросом пароля,
- для автоматических команд - через их обработку с помощью CFC

- для локальных / дистанционных команд с использованием дополнительной команды вывода взаимоблокировок, через PROFIBUS.

2.16.3.1 Переключение с проверкой условий блокировки/без проверки условий блокировки

Проверки команд, которые могут быть выбраны для устройств SIPROTEC также относятся к “стандартным блокировкам”. Эти проверки могут быть активизированы или деактивизированы из программы DIGSI 4.

В режиме переключения без проверки условий блокировки никаких проверок в устройстве не выполняется.

В режиме же переключения с проверкой условий блокировок при обработке команды выполняется проверка всех сконфигурированных условий. В том случае, если хотя бы одно из условий не выполняется, будет выполнена отмена команды и сформировано соответствующее сообщение со знаком минус (например, сообщение “КУ-”) после которого следует информация о реакции на операцию. В Таблице 2-13 показаны некоторые типы команд и сообщений. Сообщения с пометкой *) отображаются на дисплее устройства в протоколе событий, при работе с программным обеспечением DIGSI 4 указанные сообщения отображаются в списке спонтанных сообщений.

Таблица 2-13 Типы команд и сообщений

Тип команды	Аббре-виатура	Сооб-щение
Выдача управляющего воздействия (КУ - Команда Управления)	КУ	КУ+/-
Ручное присваивание метки (положительной / отрицательной) (PM - Ручная Метка)	PM	PM+/-
Команда состояния информации, входная блокировка (УС - Установить Состояние)	УС	УС+/- *)
Команда состояния информации, выходная блокировка (УС - Установить Состояние)	УС	УС+/- *)
Отмена команды (КП - Команды Прекращение)	ПК	ПК+/-

Знак “плюс” в сообщении является подтверждением ее выполнения: результат ввода команды совпадает с ожидаемым, то есть положительным. Знак “минус” в сообщении говорит о том, что команда не была выполнена, в выполнении команды было отказано. На рисунке 2-95 представлены рабочие сообщения об активной команде управления и об успешном ее выполнении (об успешном выполнении включения выключателя).

Представляется возможным выполнить задание условий блокировок и меток независимо для каждого коммутационного аппарата. Для других внутренних команд, таких как “установка положения вручную” и “прервать”, никаких

проверок не осуществляется, т.е. они выполняются независимо от введенных блокировок.

Журн.регистр.соб		

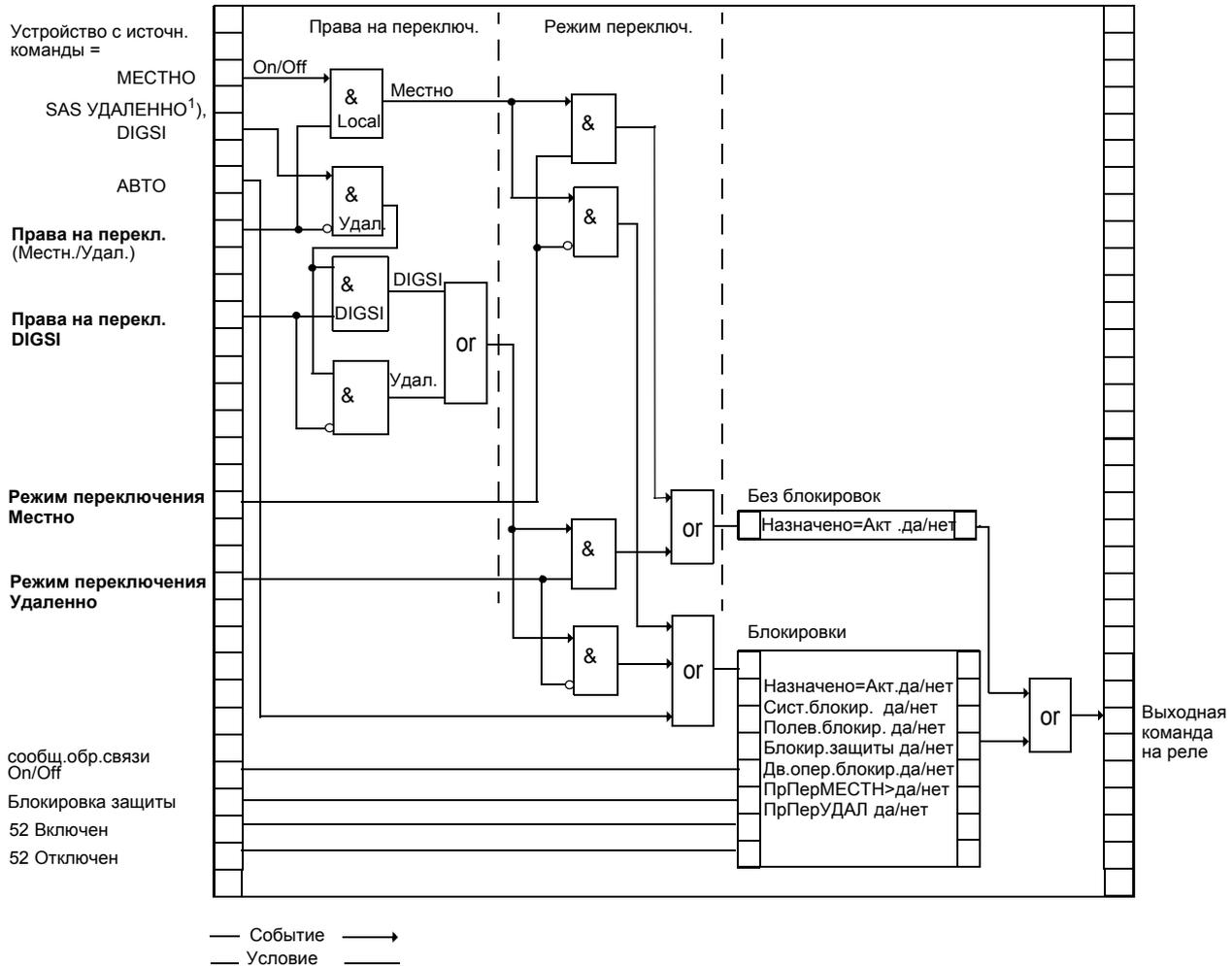
19.06.01	11:52:05,625	
Q0	KY+	Включение
19.06.01	11:52:06,134	
Q0	OS+	Включение

Рисунок 2-95 Пример выдачи сигналов при включении выключателя Q0

Стандартные блокировки

Стандартные взаимоблокировки включают проверки для каждого устройства коммутации, которое было задано при конфигурировании входов и выходов.

Обзор обработки условий взаимоблокировок в устройстве приведен на Рисунке 2-96.



¹⁾ Источник REMOTE включает в себя SAS.
 МЕСТНО Команда от подстанционного контроллера.
 УДАЛЕННО Команда от системы телеконтроля на подстанционный контроллер и от далее

Рисунок 2-96 Схема стандартных блокировок

На дисплее отображаются сконфигурированные условия блокировки. Они обозначены буквами, расшифровка которых приведена в Таблице 2-14.

Таблица 2-14 Команды блокировок

Команды взаимной блокировки	Аббре-виатура	Сообщение
Авторизация управления	L	L
Системная блокировка	S	S

Команды взаимной блокировки	Аббре-виатура	Сообщение
Управляемая зона	Z	Z
Желаемое состояние = текущее состояние (проверка положения коммутационного аппарата)	P	P
Блокировка от защиты	B	B

На рисунке 2-97 показаны все условия взаимоблокировки (которые обычно отображаются на экране устройства) для трех коммутационных аппаратов, отображенные с помощью символов, рассмотренных в Таблице 2-14. Отображены все запрограммированные условия блокировки (см. Рис. 2-97).



Рисунок 2-97 Пример сконфигурированных условий блокировки

Логика управления с использованием CFC

С помощью логики CFC для зоны контроля/области блокирования может быть запрограммирована логика управления. При помощи специальных условий формируются сигналы „разблокировано“ или „присоединение заблокировано“.

2.16.4 Запись и квитирование команд

Во время обработки команд, независимо от дальнейшей обработки информации, команды и информация обратной связи посылаются в центр обработки сигналов. Данные сообщения содержат указание на источник сформированных сигналов. Сигналы также вводятся в список событий.

Квитирование команд с лицевой панели устройства

Вся информация, относящаяся к командам, которые были выданы с лицевой панели устройства “Выданная команда = Местная”, преобразуется в соответствующий сигнал и выдается на экран терминала.

Квитирование команд в режимах Местный/ Дистанционный/ DigsI

Сигналы, относящиеся к командам “Выданная команда= Местная/ Дистанционная/DIGSI”, отсылаются обратно для инициализации вне зависимости от направления (конфигурация последовательного цифрового интерфейса).

Квитирование команд поэтому не снабжается индикацией реакции, как это сделано с локальной, но снабжается обыкновенной зарегистрированной командой и информацией обратной связи.

Контроль подтверждения выполнения

Функция обработки команд отображает информацию о результатах выполнения команд и время, через которое данная информация была получена. В момент передачи команды производится запуск таймера (контроль выполнения команды). Указанное позволяет осуществить проверку того, получает ли устройство информацию о результатах выполнения команды в течение времени контроля. При получении подтверждения выполнения команды набор выдержки времени прекращается. Если подтверждение не приходит до истечения времени контроля, то формируется сообщение "Time Limit Expired (Время истекло)", и процесс ожидания подтверждения прекращается.

Информация о командах и информация о результатах их выполнения также регистрируется в журнале событий. Обычно завершение выполнения команды происходит тогда, когда устройство получает информацию о результате выполнения команды (OC+) от соответствующего коммутационного оборудования или, в случае, если обработка информации о результатах команды не производится, происходит возврат командного выхода.

Сообщение со знаком "+" означает подтверждение выполнения команды, результат соответствует ожидаемому, то есть положительный. Знак "минус", отображаемый в сообщении о результате выполнения команды, сигнализирует о том, что команда не была выполнена так, как это ожидалось.

Выдача команд и переключающие реле

Типы команд, необходимые для отключения и включения переключающих устройств, или для изменения положения РПН трансформатора описаны в Руководстве пользователя системы SIPROTEC 4, номер заказа E50417–H1156–C151.

2.16.5 Список сообщений

№	Сообщение	Комментарии
	ПереклУпрв	Переключение управления
	РежДИСТАНЦ	Режим управления ДИСТАНЦИОННОЕ
	РежМЕСТНОЕ	Режим управления МЕСТНОЕ

Монтаж и ввод в эксплуатацию

Эта глава предназначена для квалифицированного эксплуатационного персонала, который выполняет монтаж, тестирование и ввод в эксплуатацию систем защиты и управления, а также хорошо знаком с правилами техники безопасности и работой энергосистемы.

В данной главе описан монтаж терминала 7UT612. Объясняется согласование аппаратных средств, которое необходимо в отдельных случаях. Также приводится порядок проверки внешних соединений перед вводом терминала в работу. Рассматриваются испытания при наладке. Некоторые испытания требуют работы защищаемого объекта (линия, трансформатор и т.д.) под нагрузкой.

3.1	Монтаж и подключение	220
3.2	Проверка подключений	241
3.3	Ввод в эксплуатацию	246
3.4	Окончательная подготовка устройства	273

3.1 Монтаж и подключение



Предупреждение!

Успешная и безопасная эксплуатация данного терминала предусматривает соблюдение надлежащих правил транспортировки, хранения, установки и монтажа, а также соблюдение предупреждений и указаний данного руководства по эксплуатации.

В частности, необходимо соблюдать общие инструкции по эксплуатации и технике безопасности при проведении работ на силовых электроустановках (например, МЭК, ANSI, DIN, VDE, EN или другие национальные или международные инструкции). Несоблюдение этих предписаний может привести к смертельному исходу, тяжелым увечьям, значительному материальному ущербу.

Предварительные условия

Убедитесь, что выполнена проверка номинальных величин терминала 7UT612 и соответствующих величин оборудования.

3.1.1 Установка:

Утопленный монтаж на панели

- Снимите 4 защитные планки, расположенные по углам лицевой панели. Вы получите доступ к 4 сквозным крепежным отверстиям.
- Вставьте устройство в вырез на панели и закрепите четырьмя крепежными винтами. Размеры см. на Рис. 4-13 в разделе 4.15.
- Вновь установите 4 защитные планки.
- Подключите вывод заземления на задней панели устройства к защитному заземлению панели. Используйте по меньшей мере один винт M4. Поперечное сечение заземляющего провода должно быть таким же, как у любого другого проводника, подсоединенного к устройству. Кроме того, поперечное сечение используемого для заземления провода не должно быть меньше 2,5 мм².
- Выполните подключение с помощью вставных и/или винтовых соединений на заднем клеммнике устройства, в соответствии с электрической монтажной схемой панели.
При использовании разъемов типа "сдвоенное ушко" или при прямом подключении проводов к винтовым клеммам, винты должны быть затянуты так, чтобы головка винта находилась в одной плоскости с наружной кромкой клеммника до того, как будут вставлены разъемы или провода.
Круговой наконечник ("ушко") проводника должен быть так сцентрирован в отсеке клеммника, чтобы резьба винта не задевала края отверстия наконечника.
В руководстве пользователя (заказ № E50417–H1156–C151) содержится

информация о размерах проводов, наконечников, радиусах изгиба и т.д. В буклете, прилагаемом к устройству, приводятся примечания по его монтажу.

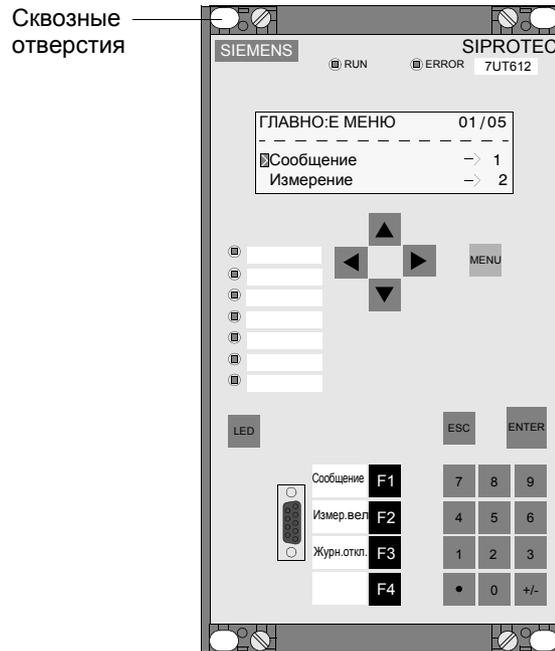


Рисунок 3-1 Монтаж устройства 7UT612 на панели

Монтаж на стойке и монтаж в шкафу

Для установки терминала на стойку или в шкаф, необходимы две монтажные рейки. Номера заказов для монтажных реек приводятся в Приложении А в подразделе А.1.1.

- Закрепите не до конца на стойке или в шкафу два монтажных кронштейна с помощью четырех винтов.
- Снимите 4 защитные планки по углам лицевой панели. При этом Вы получите доступ к четырем сквозным крепежным отверстиям.
- Закрепите устройство на кронштейнах с помощью четырех винтов.
- Вновь установите 4 защитные планки.
- Затяните монтажные кронштейны к стойке или шкафу, используя восемь винтов.
- Подключите вывод заземления на задней панели устройства к защитному заземлению панели. Используйте по меньшей мере один винт М4. Поперечное сечение заземляющего провода должно быть таким же, как у любого другого проводника, подсоединенного к устройству. Кроме того, поперечное сечение используемого для заземления провода не должно быть меньше 2,5 мм².
- Выполните подключение с помощью вставных и/или винтовых соединений на заднем клеммнике устройства, в соответствии с электрической монтажной схемой панели.
При использовании разъемов типа "сдвоенное ушко" или при прямом

подключении проводов к винтовым клеммам, винты должны быть затянуты так, чтобы головка винта находилась в одной плоскости с наружной кромкой клеммника до того, как будут вставлены разъемы или провода. Круговой наконечник ("ушко") проводника должен быть так сцентрирован в отсеке клеммника, чтобы резьба винта не задевала края отверстия наконечника.

В руководстве пользователя (заказ №E50417–H1156–C151) содержится информация о размерах проводов, наконечников, радиусах изгиба и т.д. В буклете, прилагаемом к устройству, приводятся примечания по его монтажу.

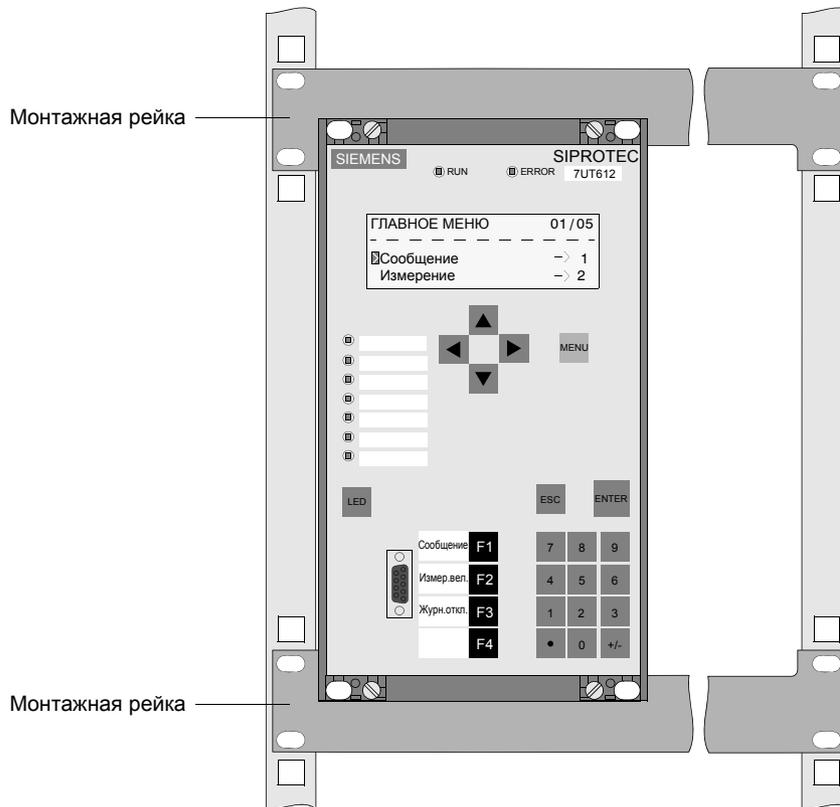


Рисунок 3-2 Монтаж терминала 7UT612 на стойке или в шкафу

Навесной монтаж на панели

- ❑ Закрепите устройство на панели с помощью четырех винтов. Размеры см. на Рис. 4-14 в разделе 4.15.
- ❑ Подключите вывод заземления на задней панели устройства к защитному заземлению панели. Поперечное сечение заземляющего провода должно быть таким же, как у любого другого проводника, подсоединенного к устройству. Кроме того, поперечное сечение используемого для заземления провода не должно быть меньше 2.5 мм².
- ❑ Низкоомное эксплуатационное заземление (поперечное сечение 2.5 мм²) присоедините к корпусу устройства винтом (используется хотя бы один винт M4).

- Выполните подключение внешних цепей к винтовым клеммам, расположенным сверху и снизу устройства, в соответствии с монтажной схемой панели. Оптические подключения выполняются на наклонных частях корпуса, расположенных сверху и снизу устройства. В руководстве пользователя (заказ №E50417–H1156–C151) содержится информация о размерах проводов, наконечников, радиусах изгиба и т.д. В буклете, прилагаемом к устройству, приводятся примечания по его монтажу.

3.1.2 Варианты подключения

Основные схемы приведены в приложении А.2. Примеры схем подключения цепей измерительных трансформаторов напряжения приведены в приложении А.3. Необходимо убедиться, что уставки конфигурации (подраздел 2.1.1) и данные энергосистемы (подразделы с 2.1.2) соответствуют подключению устройства.

Защищаемый объект

Уставка **Защищ Объект** (адрес 105) должна соответствовать защищаемому объекту. Неправильная уставка может вызвать неправильные действия терминала.

Пожалуйста, помните, что автотрансформатор вводится уставкой **Защищ Объект = Автотрансформ**, а не **3-фТрансформ**. При уставке **1-фТрансформ**, фаза L2 не подключается.

Токи

Подключение цепей ТТ зависит от применения терминала.

При трехфазном подключении три фазных тока подводятся от каждой из сторон защищаемого объекта. Примеры подключения, в зависимости от типа защищаемого объекта, см. в Приложении А.3, рисунки с А-3 по А-6 и с А-9 по А-13

При двухфазном подключении однофазного трансформатора средняя фаза использоваться не будет (I_{L2}). На Рисунке А-7 в Приложении А.3 показан пример подключения. Даже если будет использоваться только один ТТ, то использоваться будут обе фазы (I_{L1} и I_{L3}), см. правую часть Рис.А-8

При защите однофазных шин каждый из измерительных входов (за исключением I_8) привязывается к отходящей линии. Пример для одной фазы приводится на Рис. А-14 в Приложении А.3. Другие фазы подключаются аналогично. При подключении токов через суммирующие ТТ, см Рис. А-15 необходимо учитывать, что номинальный ток суммирующего ТТ обычно составляет 100 мА. Поэтому необходимо выбрать соответствующий входной ток устройства (см. подраздел 3.1.3).

Необходимо проверить привязку входов по току I_7 и I_8 , которая зависит от применения терминала. Примеры использования терминала приводятся в Приложении (см. Рис. с А-4 по А-7 и с А-11 по А-15).

Также проверьте номинальные данные и коэффициенты трансформации ТТ.

Необходимо проверить привязку функций защиты к сторонам защищаемого объекта. Это в особенности относится и к функции УРОВ, для которой точка измерения (сторона) должна соответствовать контролируемому выключателю.

Дискретные входы и выходы

Подключение к энергообъекту зависит от возможного распределения дискретных входов и выходов, т.е. от их привязки к силовому оборудованию. Предварительно выполненную привязку можно посмотреть в таблицах А-2 и А-3 в Разделе А.5 Приложения А. Также необходимо проверить соответствие надписей на передней панели конфигурации сообщений функций.

Так же очень важно, чтобы составляющие обратной связи (блок-контакты) контролируемого выключателя были подведены к дискретным входам, которые соответствуют стороне, к которой выполнена привязка функции защиты от отказа выключателя.

Изменение групп уставок через дискретные входы

При переключении групп уставок через дискретные входы, необходимо учесть следующее:

- Два дискретных входа должны быть предусмотрены для возможности смены групп уставок при выполнении переключений между четырьмя группами уставок. На один дискретный вход должен быть ранжирован сигнал **>ГрУставок Бит0**, а на другой дискретный вход - сигнал **>ГрУставок Бит1**. Если какая-либо из этих входных функций не ранжирована соответствующим образом, то переключение групп уставок через дискретный вход не осуществляется.
- Для выполнения переключений между двумя группами уставок на дискретный вход достаточно ранжировать всего один сигнал - сигнал **>ГрУставок Бит0**, поскольку дискретный вход **>ГрУставок Бит1** не используется.
- Для того, чтобы выбранная группа уставок оставалась активной, управляющие сигналы на дискретных входах должны присутствовать постоянно.

В таблице 3-1 приведены соответствия сочетаний функций **>ГрУставок Бит0**, **>ГрУставок Бит1** группам уставок от А до D. Принципиальные схемы соединений для двух дискретных входов приведены на Рис. 3-3. Рисунок иллюстрирует пример, в котором ГрУставок Бит0 и 1 активируются при подаче напряжения (высокого потенциала) на соответствующий дискретный вход.

Таблица 3-1 Выбор групп уставок с помощью дискретных входов — пример

Состояние дискретного входа		Активная группа
>ГрУставок Бит0	>ГрУставок Бит1	
НЕТ	НЕТ	Группа А
ДА	НЕТ	Группа В
НЕТ	ДА	Группа С
ДА	ДА	Группа D

нет= напряжение не подано
да= напряжение подано

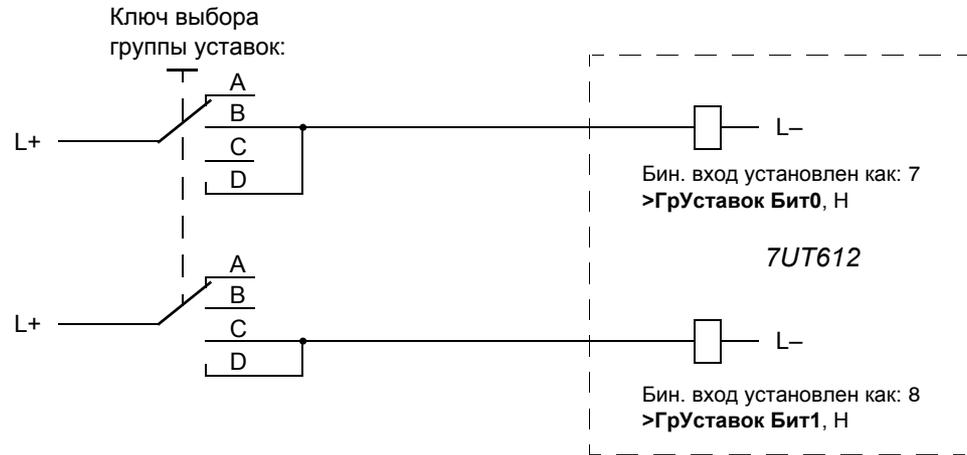


Рисунок 3-3 Схема подключения (пример) для изменения групп уставок через дискретные входы

Контроль цепи отключения

Необходимо отметить, что два дискретных входа или один дискретный вход и один шунтирующий резистор R должны быть соединены последовательно. Поэтому порог срабатывания дискретного входа должен быть существенно ниже половины значения напряжения оперативного постоянного тока.

Если для контроля цепей отключения используется два дискретных входа, то они должны быть без напряжения, другими словами не быть связанными друг с другом или с другим дискретным входом.

Если используется один дискретный вход, то должен применяться шунтирующий резистор R (см. Рис. 3-4). Этот резистор R включается последовательно со вторым блок-контактом выключателя (Аux2). Номинал этого резистора должен быть таким, чтобы при отключенном выключателе (когда Аux1 разомкнут, а Аux2 замкнут), его электромагнит отключения (ТС) больше не находился в состоянии срабатывания, а дискретный вход (ВI1) был по-прежнему в состоянии срабатывания при разомкнутом контакте реле отключения.

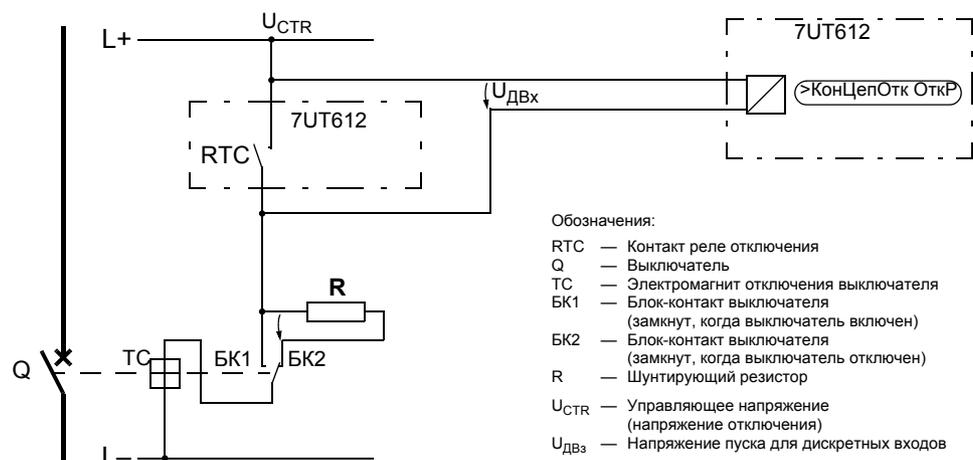


Рисунок 3-4 Контроль цепей отключения с использованием одного дискретного входа

Это обуславливает верхнее значение номинала резистора, $R_{\text{макс}}$, и нижний предел $R_{\text{мин}}$, из которых должно быть выбрано оптимальное значение номинала резистора, равное их среднему арифметическому.

$$R = \frac{R_{\text{макс}} + R_{\text{мин}}}{2}$$

Для обеспечения минимального напряжения управления дискретного входа, $R_{\text{макс}}$ определяется как:

$$R_{\text{макс}} = \left(\frac{U_{\text{опер.тока}} - U_{\text{ДВ мин}}}{I_{\text{ДВ (акт)}}} \right) - R_{\text{ЭМО}}$$

Чтобы катушка отключения выключателя не находилась под напряжением в выше приведенном случае, $R_{\text{мин}}$ определяется как:

$$R_{\text{мин}} = R_{\text{ЭМО}} = \left(\frac{U_{\text{опер.тока}} - U_{\text{ЭМО(неакт)}}}{U_{\text{ЭМО(неакт)}}} \right)$$

- $I_{\text{ДВх (H)}}$ Постоянный ток при активированном входе ДВх (= 1.7 мА)
- $U_{\text{ДВх мин}}$ Минимальное напряжение управления дискретным входом
=19В при заводской уставке номинального напряжения 24/48/60 В
=73 В при заводской уставке номинального напряжения 110/125/220/250 В
- $U_{\text{СТР}}$ Напряжение управления цепями отключения
- $R_{\text{СВТС}}$ сопротивление постоянному току катушки отключения выключателя
- $U_{\text{СВТС (L)}}$ максимальное напряжение на катушке отключения выключателя, не приводящее к отключению

- Если при расчетах выяснится, что $R_{\text{макс}} < R_{\text{мин}}$, расчет необходимо повторить для следующего минимального порогового значения переключения $U_{\text{ДВх мин}}$, при этом указанное значение должно быть установлено на реле путем переключения вставной перемычки (см. подраздел 3.1.3).

Мощность, потребляемая сопротивлением:

$$P_R = I^2 \cdot R = \left(\frac{U_{\text{УПР}}}{R + R_{\text{СВТС}}} \right)^2 \cdot R$$

Пример:

- $I_{\text{ДВх (H)}}$ 1.7 мА (для SIPROTEC 7UT612)
- $U_{\text{ДВх мин}}$ 19 В при заводской уставке номинального напряжения 24/48/60 В
73 В при заводской уставке номинального напряжения 110/125/220/250 В
- $U_{\text{СТР}}$ 110 В от цепей отключения (напряжение управления)
- $R_{\text{СВТС}}$ 500 Ω от цепей отключения (сопротивление катушки отключения выключателя)
- $U_{\text{СВТС (L)}}$ 2 В от цепей отключения (макс. напряжение несрабатывания выключателя)

$$R_{\text{макс}} = \left(\frac{110 \text{ В} - 19 \text{ В}}{1.7 \text{ мА}} \right) - 500 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{макс}} = 53 \text{ кОм}$$

$$R_{\text{мин}} = 500 \text{ Ом} \cdot \left(\frac{110 \text{ В} - 2 \text{ В}}{2 \text{ В}} \right)$$

$$R_{\text{мин}} = 27 \text{ кОм}$$

$$R = \frac{R_{\text{макс}} + R_{\text{мин}}}{2} = 40 \text{ кОм}$$

Выбирается ближайшее из стандартных значение 39 кОм; потребляемая мощность:

$$P_R = \left(\frac{110 \text{ В}}{39 \text{ кОм} + 0.5 \text{ кОм}} \right)^2 \cdot 39 \text{ кОм}$$

$$P_R \geq 0,3 \text{ W}$$

Термодатчики

Если защита от перегрузки учитывает температуру охлаждения (защита от перегрузки с расчетом наиболее нагретой точки), один или два термодатчика 7XV5662 могут быть подключены к последовательному сервисному интерфейсу в порте С.

3.1.3 Согласование аппаратных средств

3.1.3.1 Общие положения

Согласование аппаратных средств может быть необходимым или выполняться по желанию пользователя. Например, в определенных применениях может понадобиться изменение порога срабатывания некоторых дискретных входов или может понадобиться установка согласующего резистора для шины данных, тогда необходимо выполнение согласования аппаратного обеспечения. При выполнении модификаций или замене модулей интерфейсов, обращайтесь за более подробной информацией в подразделы с 3.1.3.2 по 3.1.3.5.

Источник питания Напряжение

Возможны различные устанавливаемые диапазоны напряжения питания. См. номера заказов 7UT612 в разделе А.1 Приложения. Предусматриваемые диапазоны напряжения 60/110/125 В постоянного тока и 110/125/220/250 В постоянного, 115/230 В переменного тока взаимозаменяемы. Переключения диапазонов осуществляются с помощью перемычек. Соответствие положения этих перемычек какому-либо диапазону напряжения приводится в подразделе 3.1.3.3 под заголовком "Плата процессора А–CPU". При поставке устройства все перемычки установлены в соответствии с указанными на фирменной табличке номинальными параметрами. Обычно их положения менять не нужно.

Номинальные токи

Положения перемычек определяют номинальные токовые величины на входе терминала. При поставке устройства эти перемычки установлены в соответствии с величиной, указанной на фирменной табличке, 1 А или 5 А для входов по току с I_1 по I_7 ; для входа по току I_8 указывается независимый номинальный ток.

Если вторичные номинальные токи групп ТТ на разных сторонах защищаемого объекта отличаются друг от друга и/или от тока на входе I_7 , то необходимо выполнить подстройку. То же самое относится и к трансформаторам тока, расположенным на отходящих от шин присоединениях, при использовании устройства в качестве однофазной защиты шин. При использовании однофазной защиты шин с суммирующими трансформаторами, номинальный ток входов по току с I_1 по I_7 обычно составляет 100 мА.

Физические положения переключателей, соответствующие различным номинальным токам, приведены ниже в подразделе 3.1.3.3 под заголовками “Плата ввода / вывода С-И/О-3”.

При выполнении изменений, не забывайте вносить информацию о них в терминал:

- При подключении терминала, в качестве трехфазной защиты, через однофазные трансформаторы, в данной энергосистеме необходимо внести следующие изменения: для стороны 1 - изменить уставку по адресу 203 **Ин-втор ТТ Ст1**, для стороны 2 - уставку по адресу 208 **Ин-втор ТТ Ст2** (см. подраздел 2.1.2, под заголовком “Параметры трансформаторов тока для 2 сторон”, стр. 27).
- При подключении терминала, в качестве трехфазной защиты, через однофазные трансформаторы, необходимо изменить уставку на входе по току I_7 по адресу 233 **Ин вторич ТТ I7** (см. подраздел 2.1.2, под заголовком “Параметры трансформаторов тока для входа по току I_7 ”, стр. 30).
- При использовании терминала в качестве однофазной защиты шин, необходимо произвести изменения уставок по адресам с 213 **Ин вторич ТТ I1** по 233 **Ин вторич ТТ I7** (см. подраздел 2.1.2, под заголовком “Параметры трансформаторов тока для однофазной защиты шин”, стр. 29).

Измерительный вход по току I_8 — вне зависимости от номинального тока устройства — предназначен для высокочувствительных измерений тока (приблизит. 3 мА - 1.6 А).

Напряжение управления дискретными входами

При поставке, дискретные входы установлены так, что их номинальное напряжение срабатывания соответствует номинальному напряжению питания устройства. Для оптимизации работы входов, напряжение их срабатывания должно быть установлено равным наиболее близкому значению фактически используемого напряжения управления входами. Каждый дискретный вход имеет индивидуально настраиваемое напряжение срабатывания; таким образом, каждый вход можно настроить в соответствии с его функциональным назначением.

Напряжение срабатывания дискретных входов изменяется положением переключателя. Соответствие положения переключателей различным напряжениям срабатывания и их пространственное расположение приведено в разделе 3.1.3.3 под заголовком “Плата процессора А–CPU”.

**Примечание:**

Если для контроля цепей отключения терминала 7UT612 используются два дискретных входа, или один дискретный вход и резистор, то они должны соединяться последовательно. Порог срабатывания этих входов должен быть установлен в половину номинального постоянного напряжения цепи отключения.

Типы контактов выходных реле

Модуль процессора А–CPU содержит 2 выходных реле, контакты которых могут быть как нормально замкнутыми, так и нормально разомкнутыми. Поэтому, в некоторых случаях, перемычку необходимо переустановить. В подразделе 3.1.3.3, под заголовком “Плата процессора А–CPU” описано к каким реле и платам это относится.

Интерфейсные модули

Модули последовательного интерфейса могут быть заменены. Типы интерфейсов и способы их замены приведены в подразделе 3.1.3.4 под заголовком „Замена модулей интерфейсов”.

Согласование последовательных интерфейсов

Если терминал оборудован последовательным портом RS 485, то шина RS 485 должна быть снабжена согласующим резистором, расположенном на последнем устройстве, подключенном к этой шине. Для этой цели, в модулях интерфейсов предусмотрены согласующие резисторы. Физическое расположение и положения перемычек на модулях интерфейсов приведены в подразделе 3.1.3.4, под заголовком “Интерфейс RS485”.

Запасные части

Запасными частями считаются буферные батареи, поддерживающие хранение данных в памяти устройства на случай отказа питания, а также плавкие предохранители внутреннего источника питания. Их расположение в устройстве показано на рисунке 3-6. Номиналы предохранителей указаны на плате рядом с самим предохранителем. При замене предохранителя, изучите положения приведенные в Руководстве по эксплуатации (№ заказа E50417–H1156–C151) в главе “Техническое обслуживание”.

3.1.3.2 Разборка устройства**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

Перед выполнением следующих действий убедитесь, что устройство не находится в рабочем состоянии. Поскольку опасные напряжения и лазерное излучение на устройстве могут остаться, не подавайте на устройство напряжение питания, не подключайте его к измерительным цепям и оптоволокну!

Если требуется изменение состояния переключателей для модификации номинального напряжения питания, номинального вторичного тока, напряжения срабатывания бинарных входов, или состояния согласующего резистора, то необходимо действовать следующим образом:



Внимание!

Изменения положений переключателей, которые выполняются для изменений номинальных величин устройства, приведут к тому, что маркировка заказа и указанные на фирменных табличках номинальные значения больше не будут соответствовать параметрам данного терминала. Если такие изменения все же необходимы, то их нужно четко и в полном объеме отметить на устройстве. Для этого, в комплекте поставки имеются клейкие таблички, которые можно использовать в качестве дополнительных табличек с указанием измененных параметров.

- Подготовьте рабочее место: Необходим заземленный коврик для защиты элементов от электростатического повреждения (ESD). Кроме того, понадобятся следующие инструменты:
 - плоская отвертка с шириной жала от 5 до 6 мм,
 - крестообразная отвертка размером Pz1,
 - 4.5гаечный ключ под гайку 4.5 мм.
- Открутить винты D-сверхминиатюрных разъемов на задней панели в местах “А”.
Данная операция не нужна, если устройство выполнено в корпусе для навесного монтажа.
- Если на задней панели устройства имеются интерфейсы связи, то расположенные по диагонали винты должны быть отвинчены.
Данная операция не нужна, если устройство выполнено в корпусе для навесного монтажа.
- Снять защитные планки на лицевой панели устройства и ослабить винты крепления.
- Осторожно отведите лицевую панель. Лицевая плата подключена к плате CPU с помощью короткого ленточного кабеля. Расположение печатных плат приводится на Рис. 3-5.



Внимание!

Не допускайте электростатических разрядов через зажимы элементов конструкции, проводящие дорожки плат и контактные штырьки, что возможно при соприкосновении с заземленными металлическими элементами. Поэтому желательно ношение заземляющего браслета на запястье, иначе, до начала работ, необходимо прикоснуться к заземленной металлической части.

Порядок расположения плат показан на рисунке 3-5.

- ❑ С одной стороны отсоедините плоский ленточный кабель между передней крышкой и платой A-CPU (1). Для того, чтобы отсоединить кабель отожмите верхнюю защелку штекера вверх, а нижнюю - вниз. Осторожно отставьте в сторону переднюю панель.
- ❑ Отсоедините плоский ленточный кабель между платами A-CPU (1) и A-I/O-3 (2).
- ❑ Вытащите платы и положите их на заземленный коврик во избежание повреждений от электростатических разрядов. Обратите внимание, особенно для модели устройства с корпусом для навесного монтажа, что при вытягивании процессорного блока A-CPU необходимо применить некоторое усилие из-за существующих разъемных соединений.
- ❑ Проверьте положение переключателей в соответствии с рисунками 3-6 - 3-7 и приведенной далее информацией. При необходимости, измените положения переключателей или удалите их.

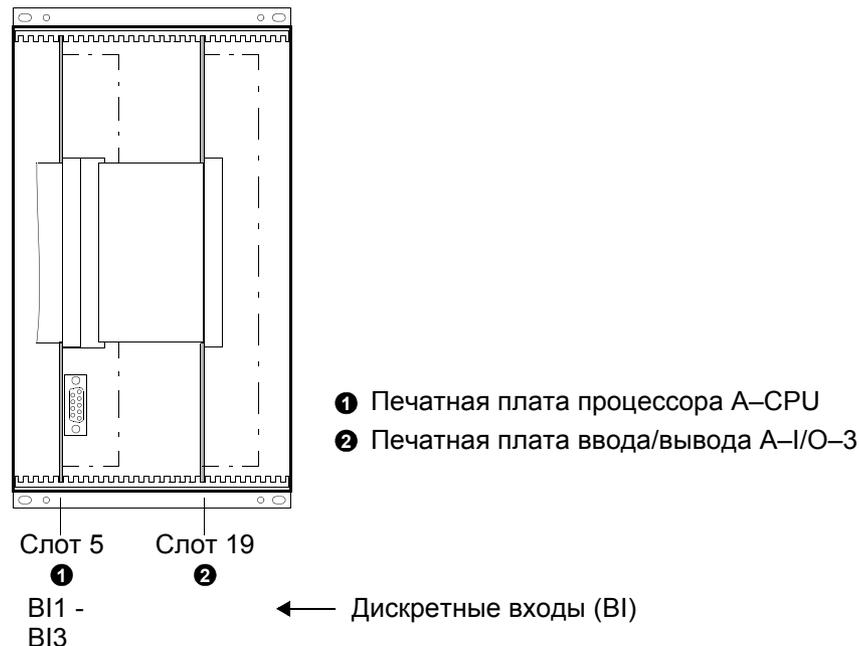


Рисунок 3-5 Вид устройства спереди после снятия передней панели (упрощенный и уменьшенный)

3.1.3.3 Установка перемычек на печатных платах

Плата процессора А-CPU

Расположение перемычек на печатной плате процессора А-CPU приводится на 3-6.

Предустановленное номинальное напряжение интегрированного блока питания проверяется согласно данным таблицы 3-2, напряжения срабатывания дискретных входов с ДВх1 по ДВх3 - в соответствии с таблицей 3-3, статическое состояние дискретных выходов (ДВых1 и ДВых2) - в соответствии с таблицей 3-4.

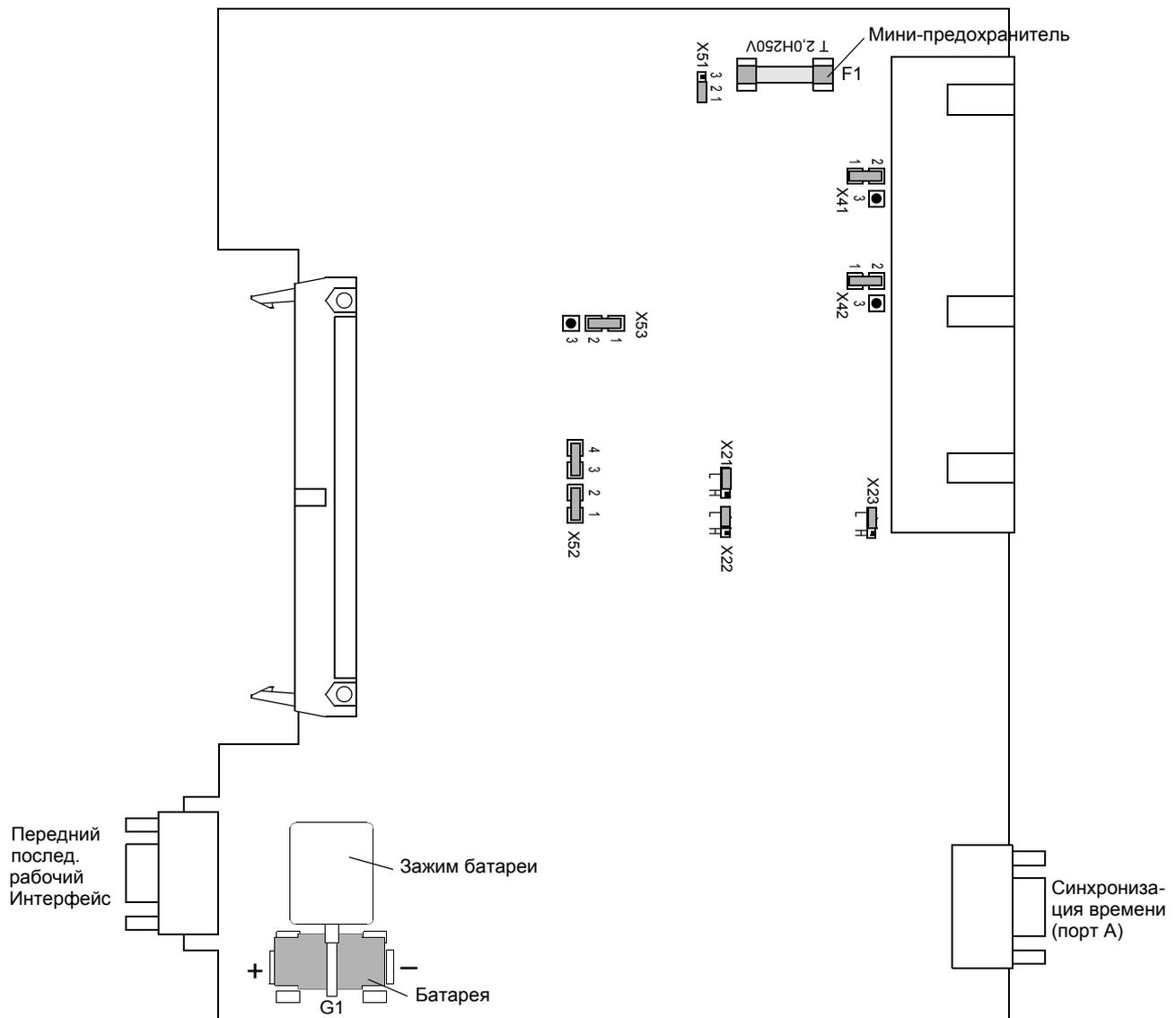


Рисунок 3-6 Печатная плата процессора А-CPU (без модулей интерфейсов) с перемычками, необходимыми для конфигурации платы.

Таблица 3-2 Положения переключателей для номинального напряжения встроенного источника питания на плате процессора А–CPU

Пере- мычка	Номинальное напряжение		
	DC 24 - 48 В	DC 60 - 125 В	DC 110 - 250 В, AC 115 - 230 В
X51	не подходит	1–2	2–3
X52	не подходит	1-2 и 3-4	2–3
X53	не подходит	1–2	2–3

Таблица 3-3 Положения переключателей для напряжений срабатывания дискретных входов с ДВх1 по ДВх3 на плате процессора А–CPU

Дискретный вход	Переключатель	17 В пост. тока срабатывание ¹⁾	73 В пост. тока срабатывание ²⁾
ДВх1	X21	1–2	2–3
ДВх2	X22	1–2	2–3
ДВх3	X23	1–2	2–3

¹⁾Уставка завода-изготовителя для устройств с напряжениями питания с 24 В постоянного тока по 125 В постоянного тока

²⁾Уставка завода изготовителя для устройств с напряжениями питания с 110 В по 250 В постоянного тока и с 115 по 230 В переменного тока

Таблица 3-4 Положение переключателя для статического состояния дискретных выходов на плате процессора А–CPU

Для	Пере- мычка	Разомкнут в статическом состоянии (НО контакт)	Замкнут в статическом состоянии (НЗ контакт)	Заводская уставка
ДВых1	X41	1–2	2–3	1–2
ДВых2	X42	1–2	2–3	1–2

Плата ввода / вывода С-И/О-3

Расположение перемычек на печатной плате процессора А-И/О-3 приведено на Рис. 3-7.

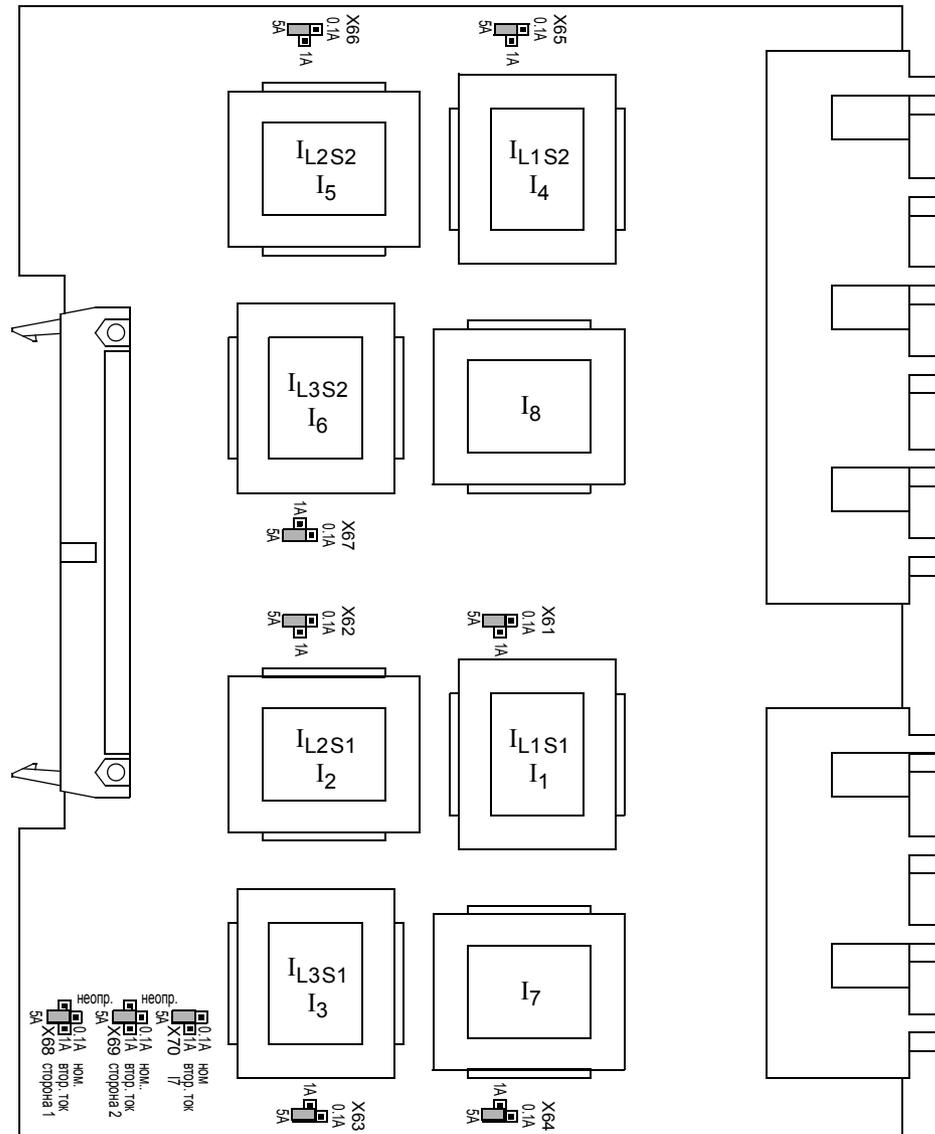


Рисунок 3-7 Плата ввода / вывода А-И/О-3 с расположением перемычек, необходимых для конфигурации платы

Уставки номинального тока трансформаторов тока проверяются на соответствие с платой А-И/О-3.

При поставке с завода-изготовителя все перемычки (X61 - X70) установлены для одного номинального тока (в соответствии с номером заказа устройства). Однако, для каждого отдельного входного трансформатора номинальные токи могут быть изменены.

Для этого необходимо изменить положения соответствующих перемычек, расположенных рядом с трансформаторами. Кроме того, должны быть

изменены положения уставки общих перемычек X68 - X70. В таблице 3-5 приведена привязка перемычек к измерительным входам по току.

- При подключении терминала, в качестве трехфазной защиты, через однофазные трансформаторы:
С каждой из сторон существуют по 3 измерительных входа. Перемычки, относящиеся к одной стороне должны быть установлены в положение для одного номинального тока. Кроме того, соответствующие общие перемычки (X68 для стороны 1 и X69 для стороны 2) должны быть установлены в положение для того же номинального тока.
Для измерительного входа I₇ отдельная и общая перемычки устанавливаются для одного номинального тока.
- Для однофазной защиты шин:
Каждый вход может быть установлен индивидуально.
Если измерительные входы с I₁ по I₃ имеют одинаковый номинальный ток, то общая перемычка X68 так же устанавливается для этого тока.
Если измерительные входы с I₄ по I₆ имеют одинаковый номинальный ток, то общая перемычка X69 так же устанавливается для этого тока.
Если группы измерительных входов имеют разные номинальные токи, то соответствующая общая перемычка устанавливается в положение "undef" ("неопр.").
При использовании суммирующих трансформаторов с выходным током 100 мА перемычки всех измерительных входов, включая общие перемычки, устанавливаются в положение "0.1А".

Таблица 3-5 Привязка перемычек к измерительным входам

Применение		Перемычка	
3-фазн.	1-фазн.	Индивидуальная	Общая
I _{L1S1}	I ₁	X61	X68
I _{L2S1}	I ₂	X62	
I _{L3S1}	I ₃	X63	
I _{L1S2}	I ₄	X65	X69
I _{L2S2}	I ₅	X66	
I _{L3S2}	I ₆	X67	
I ₇	I ₇	X64	X70
I ₈	I ₈	—	—

3.1.3.4 Модули интерфейсов

Замена модулей интерфейсов

Модули интерфейсов располагаются на плате процессора A-CPU. На Рис. 3-8 приводится плата CPU и расположение модулей интерфейсов.

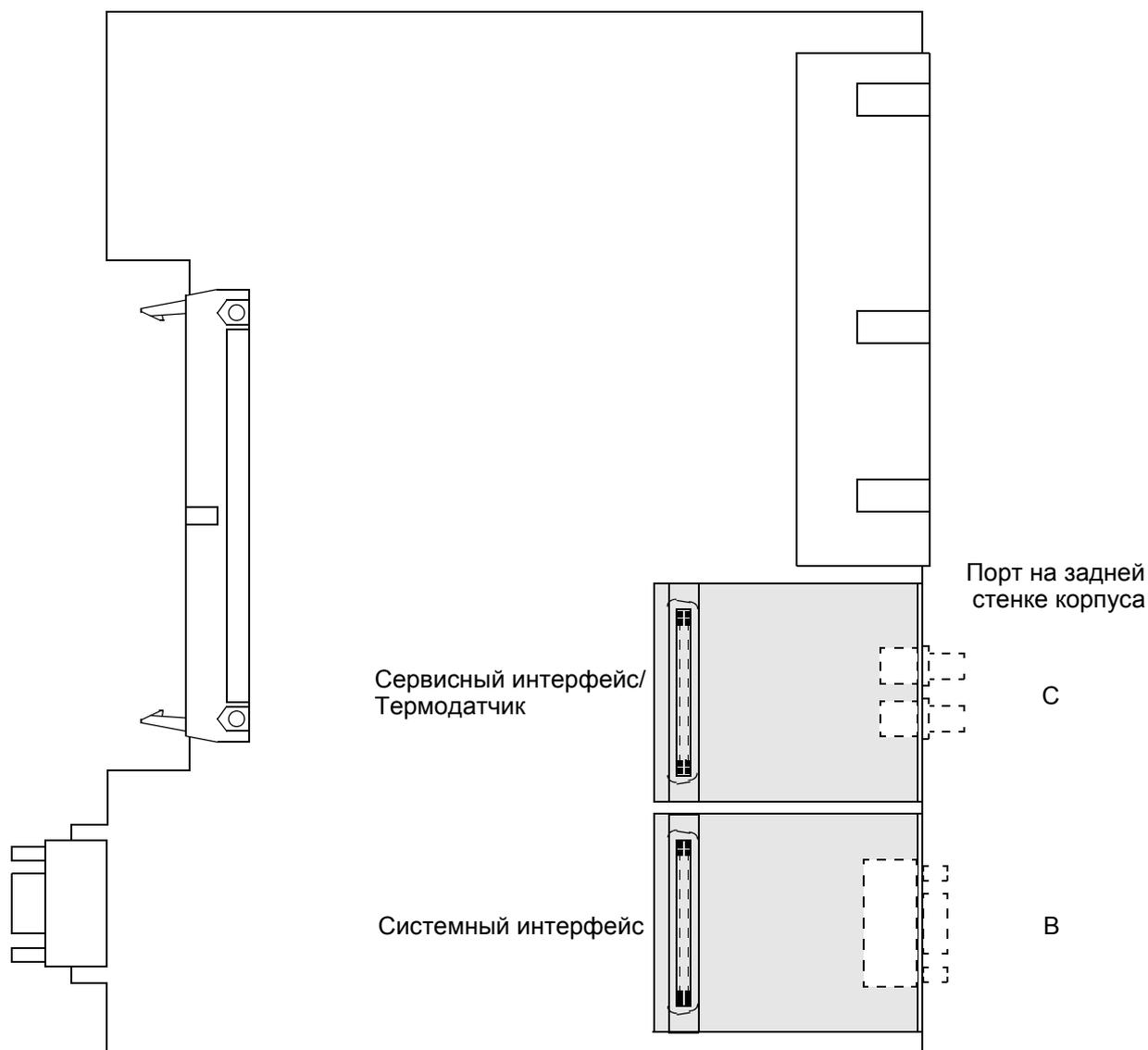


Рисунок 3-8 Плата процессора A-CPU с модулями интерфейсов

Пожалуйста, имейте в виду следующее:

- Модули интерфейсов могут быть заменены только для устройств с корпусом для утопленного монтажа. Интерфейсные модули в устройствах с корпусом для навесного монтажа должны заменяться в нашем производственном центре.

- Используйте только те модули интерфейсов, которые были заказаны в качестве опций устройства (см. также Приложение А.1).
- Согласование последовательных интерфейсов, в случае использования RS485, должно выполняться в соответствии с подзаголовком “Интерфейс RS485”.

Таблица 3-6 Замена модулей интерфейсов для устройства с корпусом для утопленного монтажа

Интерфейс	Порт для монтажа	Модуль замены
Системный интерфейс	B	RS232
		RS485
		Оптический 820 нм
		Profibus FMS RS485
		Profibus FMS одиночное кольцо
		Profibus FMS двойное кольцо
		Profibus DP RS485
		Profibus DP двойное кольцо
		Modbus RS485
		Modbus 820 нм
		DNP 3.0 RS485
		DNP 3.0 820 нм
Сервисный интерфейс/ Термодатчик	C	RS232
		RS485
		Оптический 820 нм

Коды заказа для заменяемых модулей можно найти в Приложении А.1.1, (Дополнительное оборудование).

Интерфейс RS232

Интерфейс RS232 может быть преобразован в интерфейс RS485 в соответствии с Рис. 3-10.

На рисунке 3-8 изображена плата А-CPU с указанием расположения модулей. На Рис. 3-9 показано расположение перемычек интерфейса RS232 на интерфейсном модуле.

Согласующие сопротивления в данном случае не требуются. Они всегда отключены.

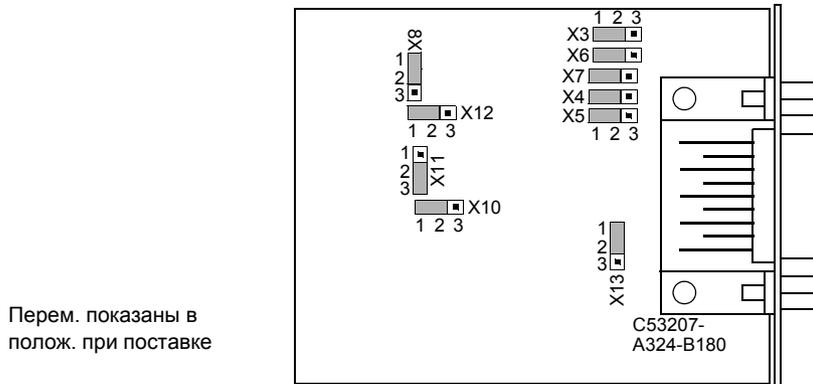


Рисунок 3-9 Расположение перемычек на модуле интерфейса RS232

Перемычка X11 позволяет ввести контроль потока данных, важный при обмене данными через модем. Положения перемычки расшифровываются следующим образом:

Положение перемычки 2-3: Сигналы управления модемом CTS (Clear-To-Send) (готовность к приему) в соответствии с RS232 не доступны. Это стандартное соединение через звездообразный ответвитель или оптоволоконный преобразователь. Сигналы модема не требуются, так как подключение к устройствам SIPROTEC всегда работает в полудуплексном режиме. Пожалуйста, используйте соединительный кабель с номером заказа 7XV5100-4.

Положение перемычки 1-2: Сигналы модема доступны. Эта уставка может выбираться при непосредственном RS232 соединении между устройством и модемом. Мы рекомендуем использовать стандартный RS232 модемный кабель (преобразователь 9-штырьковый в 25-штырьковый).

Таблица 3-7 Положение перемычки CTS (Clear-To-Send) на интерфейсном модуле

Перемычка	/CTS от интерфейса RS232	/CTS под управлением /RTS
X11	1-2	2-3

Интерфейс RS485

Интерфейс RS485 может быть преобразован в интерфейс RS232 в соответствии с Рис. 3-9.

При использовании интерфейсов с подключением шины необходимо согласование на последнем терминале шины, то есть к линии должны быть подключены согласующие сопротивления.

Согласующие сопротивления подключаются к соответствующему интерфейсному модулю, который смонтирован на плате ввода/вывода процессора A-CPU. На рисунке 3-8 изображена плата A-CPU с указанием расположения модулей.

Модуль интерфейса RS485 приведен на Рисунке 3-10, а для интерфейса profibus на Рис. 3-11. Обе перемычки модуля должны быть установлены в одинаковое положение.

При поставке устройства переключки установлены таким образом, что согласующие сопротивления отключены.

Исключение: При подключении к сервисному интерфейсу одного или двух устройств измерения температуры 7XV566, согласующие сопротивления подключаются, что является стандартным решением для данного применения. Это применяется только для порта С с номером заказа 7UT612*_****2-4*** (положение 12 = 2; положение 13 = 4).



Рисунок 3-10 Расположение переключки на модуле интерфейса RS485

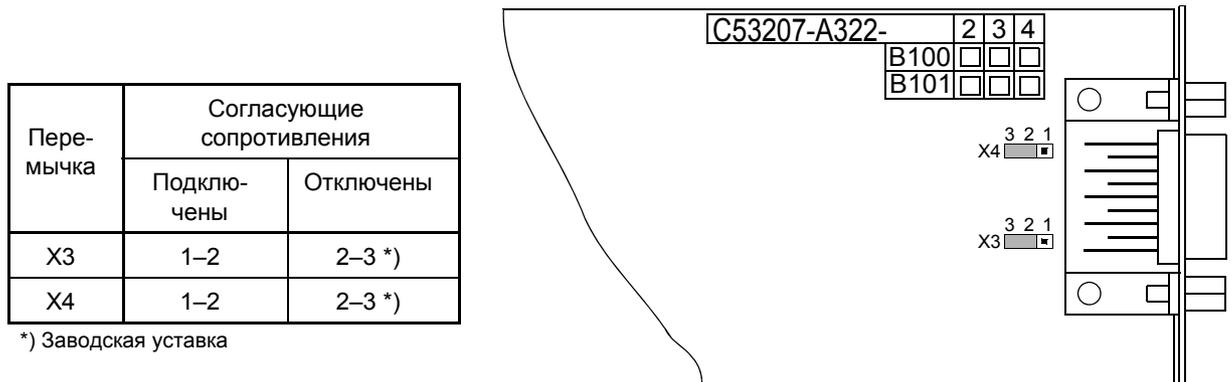


Рисунок 3-11 Расположение переключки на модуле интерфейса Profibus

Согласующие резисторы могут быть подключены к устройству внешне (например, через штепсельные соединители). В этом случае, согласующие сопротивления, имеющиеся в интерфейсных модулях RS485 или Profibus должны быть отключены.

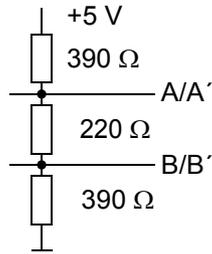


Рисунок 3-12 Внешние согласующие резисторы

3.1.3.5 Сборка устройства

Сборка устройства осуществляется следующим образом:

- ❑ Осторожно вставьте платы в корпус. Монтажное расположение плат показано на Рисунке 3-5.
На модификациях устройства, предназначенных для навесного монтажа, используйте металлический рычаг для вставки платы процессора A-CPU. С использованием рычага установка платы облегчается.
- ❑ Сначала вставьте штекерный разъем плоского ленточного кабеля в блоки ввода/вывода A-I/O-3, а затем в блок процессора A-CPU. При этом будьте осторожны и не погните соединительные штыри! Не применяйте силу!
- ❑ Вставьте втычной разъем ленточного кабеля между модулем процессора A-CPU и лицевой панелью в разъем на лицевой панели.
- ❑ Зафиксируйте защелками штекерные разъемы.
- ❑ Вставьте переднюю панель и прикрепите ее винтами к корпусу.
- ❑ Установите защитные планки.
- ❑ Закрепите интерфейсы на задней стороне корпуса.
Данная операция отсутствует, если устройство разработано для навесного монтажа.

3.2 Проверка подключений

3.2.1 Подключение кабелей к последовательным интерфейсам

В таблицах, приведенных далее, представлены распиновки контактов разъемов различных последовательных интерфейсов устройства и интерфейса синхронизации времени. Физическое расположение контактов приведено на Рис. 3-13.

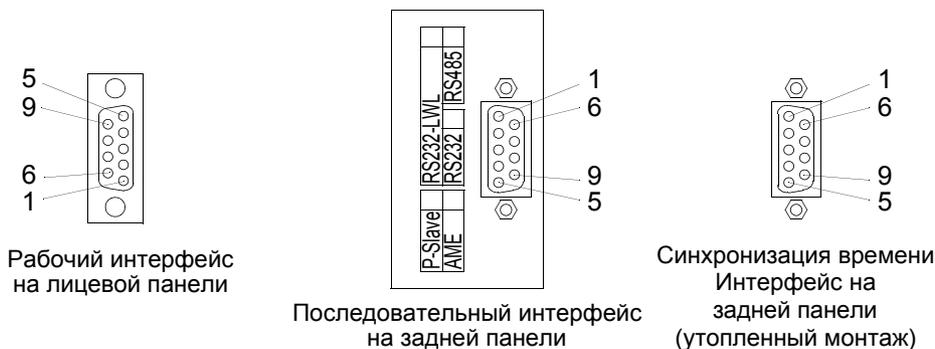


Рисунок 3-13 Гнезда D-сверхминиатюрных разъемов с 9 контактами

Рабочий интерфейс на лицевой панели

При использовании рекомендуемого кабеля связи корректное подключение устройства SIPROTEC к ПК обеспечивается автоматически. Обозначение заказа см. в Приложении А, подраздел А.1.1.

Системный (SCADA) интерфейс

При подключении последовательного порта устройства к центральной системе управления подстанции, необходимо проверить информационный канал связи. Важно визуально осмотреть каналы передачи и приема. Для одного направления передачи используется один канал связи. Поэтому выход одного устройства должен соединяться со входом другого и наоборот.

У кабеля передачи данных контактные выводы имеют обозначения в соответствии со стандартами DIN 66020 и ISO 2110 (см. таблицу 3-8):

- TxD Передача данных
- RxD Прием данных
- $\overline{\text{RTS}}$ Запрос передачи
- $\overline{\text{CTS}}$ Сброс передачи
- DGND Сигнал/классическое заземление

Экран кабеля должен быть заземлен на **обоих концах**. В условиях крайне высоких электромагнитных помех вывод GND (Земля) может подсоединяться через отдельную индивидуально изолированную пару проводов для улучшения помехоустойчивости.

Таблица 3-8 Назначение контактов D-сверхминиатюрных разъемов

Контакт №	Рабочий интерфейс	RS232	RS485	Profibus FMS Slave, RS485 Profibus DP Slave, RS485	Modbus RS485 DNP3.0 RS485
1	Экран (концы экрана соединены электрически)				
2	RxD	RxD	—	—	—
3	TxD	TxD	A/A' (RxD/TxD–N)	B/B' (RxD/TxD–P)	A
4	—	—	—	CNTR–A (TTL)	RTS (уровень TTL)
5	GND	GND	C/C' (GND)	C/C' (GND)	GND1
6	—	—	—	+5 В (макс. нагрузка 100 мА)	VCC1
7	$\overline{\text{RTS}}$	$\overline{\text{RTS}}$	—*)	—	—
8	$\overline{\text{CTS}}$	$\overline{\text{CTS}}$	B/B' (RxD/TxD–P)	A/A' (RxD/TxD–N)	B
9	—	—	—	—	—

*) Контакт 7 также может проводить RS232 RTS сигнал для RS485 интерфейса. В связи с этим он не должен подключаться!

Согласование

Интерфейс устройства с шиной RS485 работает в полудуплексном режиме с сигналами A/A' и B/B', а также общим рабочим потенциалом C/C' (DGND). Необходимо проконтролировать, чтобы только у последнего устройства на шине было включено согласующее сопротивление, у других устройств согласующее сопротивление не подключается. См. положения перемычек согласующих резисторов на модуле интерфейса RS 485 (Рис. 3-10) или на модуле Profibus (Рис. 3-11). Также имеется возможность внешнего подключения согласующих резисторов (Рис. 3-12).

Если шина расширяется, убедитесь снова, что только последнее устройство на шине имеет включенное согласующее сопротивление, у других устройств согласующее сопротивление не подключается.

Синхронизация времени

По выбору можно обрабатывать сигналы синхронизации времени 5 В, 12 В или 24 В (постоянного напряжения), если подключение произведено в соответствии с таблицей 3-9.

Таблица 3-9 Назначения штырьков D-субминиатюрного порта интерфейса синхронизации времени

Контакт №	Описание	Значение сигнала
1	P24_TSIG	Вход 24 В
2	P5_TSIG	Вход 5 В
3	M_TSIG	Обратный провод
4	M_TSYNC*)	Обратный провод *)
5	Экран	Потенциал экрана
6	—	—

*) назначен, но не доступен

Таблица 3-9 Назначения штырьков D-субминиатюрного порта интерфейса синхронизации времени

Контакт №	Описание	Значение сигнала
7	P12_TSIG	Вход 12 В
8	P_TSYNC*)	Вход 24 В *)
9	Экран	Потенциал экрана
*) назначен, но не доступен		

Оптоволокно

Сигналы, передаваемые по оптическим волокнам, не подвержены воздействию помех. Применение оптоволоконна гарантирует гальваническое разделение соединений. Передающий выход и приемный вход маркированы следующим образом: ●→ - передача и →● - прием.

Нормальная установка оптоволоконного интерфейса "Light off" ("Свет откл."). Для изменения уставки используйте программу DIGSI 4, как описано в Руководстве пользователя системы SIPROTEC, № заказа E50417-H1156-C151.

**Предупреждение!**

Опасность влияния лазерных лучей! Не смотрите непосредственно на оптоволоконные элементы!

Термодатчики

Если один или два термодатчика 7XV5662-xAD подключены для сбора информации о температуре охлаждения для защиты от перегрузки с расчетом температуры наиболее нагретой точки, то данное подключение необходимо проверить на сервисном интерфейсе (порт C).

Так же проверьте согласование: согласующие резисторы должны быть подключены к устройству 7UT612 (см. подраздел 3.1.3.4, под заголовком "Интерфейс RS485").

Что касается 7XV566, см. инструкцию прилагаемую к устройству. Проверьте уставки передачи данных в измерителе температуры. Помимо скорости передачи данных и четности, значение имеет и номер шины.

- При подключении **1** термопреобразователя 7XV566:
номер шины = **0** с симплексной передачей (выставляется в 7XV566),
номер шины = **1** с дуплексной передачей (выставляется в 7XV566),
- При подключении **2** термопреобразователей 7XV566:
номер шины = **1** для 1-го термопреобразователя (устанавливается в 7XV566 для RTD1 - 6),
номер шины = **2** для 2-го термопреобразователя (устанавливается в 7XV566 для RTD7 - 12),

3.2.2 Проверка подключения к электроустановке



Предупреждение!

Следующие ниже этапы контроля осуществляются, при возможном наличии опасных напряжений. Проверку должен осуществлять высококвалифицированный персонал, который знает и выполняет правила техники безопасности и соответствующие предписания.



Внимание!

Работа устройства на оборудовании для заряда батареи, без подключения аккумуляторной батареи, может привести к недопустимо высокому напряжению питания и, следовательно, к повреждению терминала. Предельные значения см. в подразделе 4.1.2 Технических данных.

Перед подведением к устройству напряжения питания в первый раз необходимо, чтобы устройство находилось в рабочем помещении как минимум 2 часа для выравнивания температур, для минимизации влажности и избежания конденсации. Подключение проверяется после размещения устройства в месте его установки. В начале, электроустановка должна быть отключена и заземлена.

Примеры подключения цепей измерительных трансформаторов приводятся в Приложении в разделе А.3. Следует также изучить схемы электроустановки.

- Защитные автоматы (например, тестовые переключатели, предохранители или минивыключатели) для цепей источника напряжения питания должны быть отключены.
- Проверьте все цепи трансформаторов тока по соответствующим схемам электрических соединений:
 - Правильно ли заземлены ТТ?
 - Одинакова ли полярность подключения ТТ?
 - Верна ли последовательность чередования фаз трансформаторов тока?
 - Верна ли полярность подключения токового входа I_7 (если используется)?
 - Верна ли полярность подключения токового входа I_8 (если используется)?
- Проверьте функционирование испытательных блоков, установленных для целей испытаний вторичных цепей и отключения цепей, подведенных к устройству. Особую важность имеют испытательные блоки, установленные в цепях ТТ. Убедитесь, что эти испытательные блоки закорачивают трансформаторы тока при работе в тестовом режиме.
- Для проверки возможности возникновения коротких замыканий в цепях тока необходим омметр или другое испытательное оборудование, используемое для проверки целостности цепей.
 - Снимите переднюю панель устройства (см. Рис. 3-5).

- Снимите ленточный кабель, соединенный с платой А-І/О-3 и вытяните блоки настолько, чтобы не осталось контакта между платами и разъемами на корпусе устройства.
- Для каждой пары зажимов устройства, предназначенных для подключения внешних цепей ТТ, проверьте наличие электрической связи между ними.
- Вставьте плату обратно до упора. Аккуратно подсоедините ленточный кабель. При этом будьте осторожны и не погните соединительные штыри! Не применяйте силу!
- На стороне внешних токовых цепей еще раз проконтролируйте процесс протекания тока.
- Установите переднюю панель терминала и завинтите винты крепления.
- Включите амперметр, с диапазоном измерения приблизительно от 2.5 А до 5 А, в цепь питания устройства.
- Включите автомат напряжения питания и подайте напряжение на устройство. Проверьте полярность и величину напряжения на выводах терминала.
- Ток на входе должен соответствовать потребляемой в нейтральном режиме мощности. Кратковременные отклонения стрелки амперметра обусловлены протеканием зарядного емкостного тока.
- Снимите напряжение питания, отключив автоматический выключатель.
- Отсоедините измерительное оборудование; восстановите нормальные соединения цепей питания.
- Проверьте цепи отключения первичных выключателей.
- Убедитесь, что цепи управления к другим устройствам и от других устройств подключены правильно.
- Проверьте цепи сигнализации.
- Включите автомат напряжения питания и подайте напряжение на устройство.

3.3 Ввод в эксплуатацию



Предупреждение!

Во время работы устройство находится под высоким напряжением. При несоблюдении правил безопасности возможны тяжелые травмы людей и повреждение устройства.

С устройством должен работать только квалифицированный персонал, знакомый с соответствующими предписаниями и правилами техники безопасности, а также с указаниями этого руководства, с соблюдением мер предосторожности.

Особое внимание необходимо уделить следующему:

- Перед выполнением каких-либо соединений, устройство необходимо заземлить, подключив провод защитного заземления к заземляющему контуру подстанции.
 - Опасные напряжения могут возникнуть в цепях питания, измерительных или тестовых цепях.
 - После отключения напряжения питания, устройство может оставаться под опасным напряжением (зарядная емкость конденсаторов!).
 - При отключении напряжения питания нельзя повторно подавать напряжение питания, как минимум 10 с. Эта задержка позволяет достигнуть начальных условий перед повторным включением устройства.
 - Предельно допустимые параметры, указанные в Технических данных, нельзя превышать ни при испытаниях, ни при вводе в эксплуатацию.
-

При проверке устройства с помощью испытательного оборудования убедитесь, что устройство отключено от цепей отключения и включения выключателя и другого первичного оборудования, а так же отключено от измерительных цепей, если не указано другое.



ОПАСНО!

Вторичные цепи трансформатора тока должны быть закорочены, прежде чем прекратится поступление тока к устройству!

Если используется испытательный блок, автоматически закорачивающий вторичные цепи трансформатора тока, то его необходимо переключить в положение “Test” (“Проверка”). Испытательный блок должен быть проверен заранее.

При вводе в эксплуатацию необходимо проводить операции переключения. Предварительным условием проведения этих испытаний является обеспечение безопасности этих операций переключения. Соответственно, они не предполагаются при эксплуатационных проверках.



Предупреждение!

Тестирование первичного оборудования должно проводиться только квалифицированным персоналом, знакомым с вводом в эксплуатацию защитных систем, работой электроустановки, правилами безопасности и инструкциями (переключений, заземления и т.п.).

3.3.1 Режим тестирования и блокировка передачи

Если терминал подключен к подстанционной системе управления или серверу, то в некоторых протоколах пользователь может модифицировать передаваемую информацию (см раздел А.6 “Функции, зависящие от протокола” в Приложении А).

В **режиме тестирования** сигналы, посылаемые от устройства SIPROTEC4 на подстанцию, маркируются особым битом тестирования, таким образом, на подстанции их идентифицируют как сигналы не реальных повреждений. Кроме того, существует функция **блокировки передачи**, которая приводит к полной блокировке процесса передачи сообщений через системный интерфейс в режиме тестирования.

Для получения информации о включении и отключении режима тестирования и функции блокировки передачи см. Руководство пользователя (№ заказа E50417–H1156–C151). Имейте ввиду, что для использования режима тестирования, необходимо находиться в режиме **С устройством**.

3.3.2 Проверка системного (SCADA) интерфейса

Предварительные замечания

При условии, что устройство оборудовано системным (SCADA) интерфейсом, который используется для связи с подстанцией, его можно протестировать на правильность передачи сообщений с помощью рабочих функций программы DIGSI 4. **Не применяйте** эту проверку, пока устройство функционирует в действующей электроустановке!



ОПАСНО!

Передача и получение сообщений через системный (SCADA) интерфейс в режиме тестирования является реальным обменом информацией между устройством SIPROTEC4 и подстанцией. Поэтому, в результате данных операций может сработать подключенное оборудование, такое как выключатели или разъединители!



Примечание:

По завершению тестирования, устройство перезагрузится. Очистятся все буферы сообщений. При необходимости, данные из буферов должны считываться с помощью DIGSI 4 перед тестированием.

Проверка системного интерфейса выполняется в режиме **С устройством** с использованием программы DIGSI 4:

- При двойном щелчке мыши на директории **С устройством** открывается требуемое диалоговое окно.
- При щелчке мыши на **Проверка**, с правой стороны окна появляются функциональные опции.

При двойном щелчке мыши на **Сообщения тестирования для системного интерфейса**, показанных в виде списка, откроется диалоговое окно **Генерирование сообщений** (см. Рис. 3-14).

Структура диалогового окна

В колонке **Сообщение** появляются все тексты сообщений, которые были сконфигурированы в матрице для системного интерфейса. В колонке **Состояние УСТАНОВЛЕННОЙ ТОЧКИ** пользователь может определить значение сообщения для тестирования. В зависимости от типа сообщения, доступны различные поля ввода (например, сообщение **Акт** / сообщение **Неакт**). Щелкнув мышью на одно из полей статуса сообщений, можно установить в выпадающем меню требуемый статус сообщения.

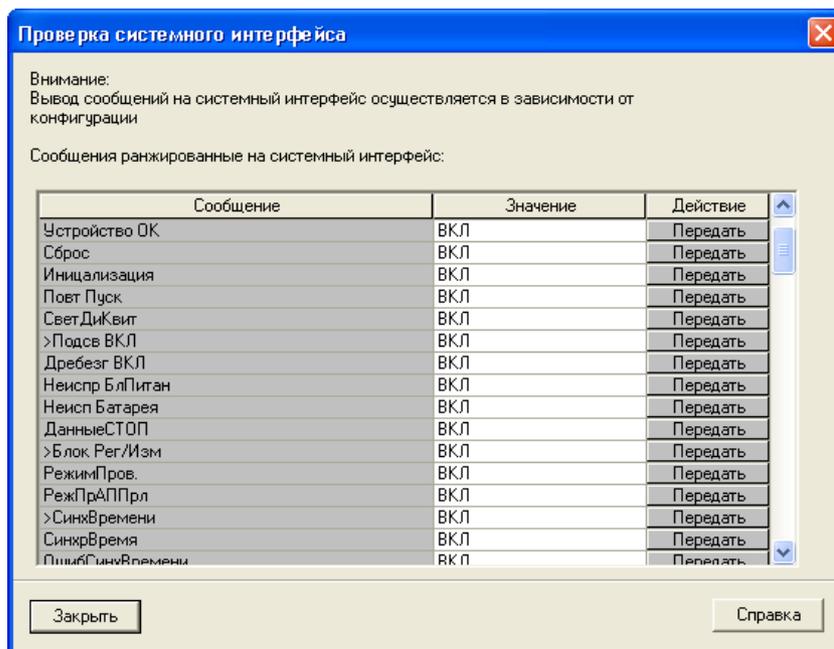


Рисунок 3-14 Диалоговое окно: Генерация сообщений — пример

Изменение рабочего состояния	<p>При нажатии на одну из кнопок в колонке Действие производится запрос пароля №. 6 (для доступа к меню проверки аппаратного обеспечения). После ввода правильного пароля, можно выдавать сообщения. Для этого, щелкните мышкой на Отправить. Соответствующее сообщение отправится, и его можно будет прочесть либо в журнале событий устройства SIPROTEC4, либо в системе управления подстанцией.</p> <p>Дальнейшее тестирование можно осуществлять, пока открыто данное окно.</p>
Тестирование передачи сообщений	<p>Для всей информации, передаваемой на центральную подстанцию, в меню Состояние УСТАНОВЛЕННОЙ ТОЧКИ необходимо проверить следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Убедитесь в том, что ни одно изменение состояния выбранного сообщения не приведет во время тестирования к нежелательным управляющим воздействиям (см. пункт ОПАСНО! выше) <input type="checkbox"/> Щелкните мышкой на Отправить и проверьте, достигает ли передаваемая информация центральной подстанции, и осуществляется ли желаемая реакция.
Выход из режима тестирования	<p>Для завершения тестирования Системного интерфейса нажмите Заккрыть. Устройство временно выводится из работы на время перезапуска. Диалоговое окно закрывается.</p>
Тестирование приема команд	<p>Управляющие воздействия передаются из центральную подстанции в направлении терминала. Проверьте правильность реакции терминала.</p>

3.3.3 Проверка дискретных входов и выходов

Предварительные замечания	<p>Управление дискретными входами, выходами и светодиодами устройства SIPROTEC4 возможно по отдельности с помощью DIGSI 4. Указанная возможность используется при наладке для проверки цепей управления, идущих от устройства к оборудованию станции. Но эта функция тестирования не должна использоваться, когда устройство находится в работе.</p>
----------------------------------	---



ОПАСНО!

При использовании режима тестирования, любое изменение состояния дискретного входа или выхода в программе DIGSI 4 вызывает соответствующее изменение в устройстве SIPROTEC. Поэтому, в результате данных операций, может сработать подключенное оборудование, такое как выключатели или разъединители!

Примечание: После окончания тестирования аппаратной части устройство перезагрузится. В связи с этим все буферы сообщений стираются. При необходимости, данные из буферов должны считываться с помощью DIGSI 4 перед тестированием.

Тестирование аппаратной части можно выполнить с помощью DIGSI 4 в режиме **С устройством**:

- Двойным щелчком мыши откройте папку **С устройством**; при этом будут отображены функции работы с устройством.
- Выберите пункт меню **Проверка**; в правой половине экрана появится окно выбора функций.
- Дважды щелкните на **Проверка аппаратуры**. Откроется диалоговое окно с тем же именем (см. Рис. 3-15).

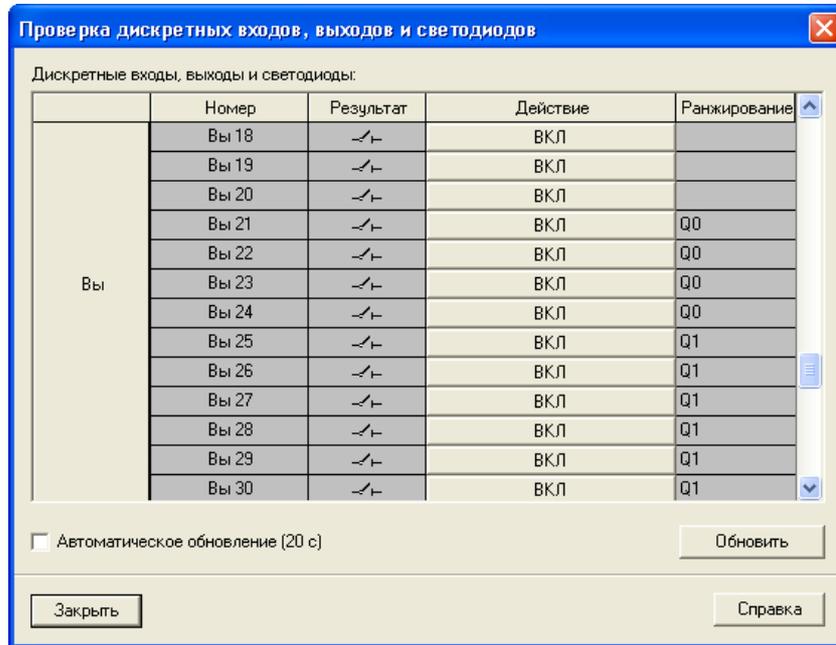


Рисунок 3-15 Диалоговое окно тестирования дискретных входов, выходов и светодиодов— пример

Структура диалогового окна теста

Диалоговое окно разделено на три группы: **Вх** - дискретные входы, **Вы** - выходные реле и **СД** - светодиоды. В левой части каждой группы есть соответственно названная панель. При двойном щелчке по ней указателем мыши может быть вызвана или скрыта информация о соответствующей группе.

В колонке **Результат** отображается текущее (физическое) состояние компонента аппаратных средств. Отображение выполнено в виде символов. Физически возможные состояния дискретных входов и выходов отображаются символом разомкнутого или замкнутого контакта, состояния светодиодов - горящим или негорящим символом светодиода.

Возможные состояния этого компонента аппаратного обеспечения показывается текстом в столбце **Действие**, который идет следом за столбцом **Результат**. Возможное состояние, доступное для компонента, всегда противоположно его текущему состоянию.

В самом правом столбце отображены команды и сообщения, сконфигурированные (назначенные) на соответствующие элементы.

Изменение состояния аппаратной части

Для изменения рабочего состояния элемента щелкните “мышью” на соответствующее поле в столбце **Действие**.

Пароль № 6 (в случае, если он активирован при конфигурировании) будет запрошен перед тем, как будет разрешено изменение состояния первого элемента. После правильного введения пароля выполняется изменение состояния элемента.

Дальнейшие изменения состояний остаются возможными пока открыто диалоговое окно.

Тестирование дискретных выходов

Каждое выходное реле может быть активировано отдельно, что позволяет проверить целостность цепей между выходным реле устройства 7UT612 и другим оборудованием без необходимости генерирования сообщения, назначенного выходному реле. Как только осуществлено первое изменение состояния какого-либо из выходных реле, все выходные реле “изолируются” от внутренних функций устройства, и могут с этого момента управляться только функцией тестирования. Это означает, что воздействие на реле от функции защиты или команды управления не будет выполнено.

- Убедитесь, что иницируемые с помощью выходных реле коммутационные операции допустимы по условиям текущего режима электроустановки (см. выше **ОПАСНО!**).
- Каждое выходное реле тестируется с помощью щелчка мыши на соответствующей ячейке в столбце **Действие** диалогового окна.
- Закончите тестирование (см. параграф ниже под заголовком „Окончание процедуры“), так, чтобы во время дальнейших проверок не были иницированы нежелательные переключения.

Тестирование дискретных входов

Для проверки целостности цепей между оборудованием защищаемого объекта и дискретными входами устройства 7UT612 в системе, формирующей сигналы на дискретные входы, должны быть созданы соответствующие условия и проверена реакция устройства при получении данных сигналов.

Для этого снова откройте диалоговое окно **Проверка дискретных входов, выходов и светодиодов**, чтобы увидеть текущее физическое состояние дискретных входов. Пароль не требуется.

- Каждое состояние в системе, приводящее к срабатыванию дискретного входа, должно быть создано.
- Проверьте реакцию устройства в столбце **Результат** диалогового окна. Для этого необходимо обновить диалоговое окно. Возможности обновления описаны ниже в параграфе под заголовком “Обновление дисплея”.

Если Вы хотите проверить функционирование дискретного входа, не осуществляя коммутационных операций в электроустановке, то можно воздействовать на отдельные дискретные входы с помощью функции тестирования аппаратного обеспечения. Сразу после того, как выполнится первое изменение состояния какого-либо дискретного входа и будет введен пароль № 6, внешнее управление *всеми* дискретными входами устройства блокируется и возможно управление только от функции тестирования.

- Завершите процесс тестирования (см. выше „Окончание процедуры“).

Тестирование светодиодов

Светодиоды проверяются тем же образом, что и другие элементы входов/ выходов. Сразу после того, как выполнится первое изменение состояния какого-либо светодиода, все светодиоды отделяются от внутренних функций терминала, и их активизация происходит только с помощью функции тестирования аппаратного обеспечения. Это означает, что ни один светодиод не может быть активизирован от защитных функций или от срабатывания кнопки сброса светодиодов.

Обновление дисплея

Когда открыто диалоговое окно **Проверка дискретных входов, выходов и светодиодов**, происходит считывание и отображение текущего рабочего состояния элементов аппаратных средств. Обновление отображения текущего состояния осуществляется:

- для каждого элемента, если команда изменения состояния успешно выполнена,
- для всех элементов, если была нажата кнопка **Обновить**,
- циклически (с периодом 20 секунд) для всех элементов, если отмечено поле **Автоматическое обновление (20 с)**.

Окончание процедуры

Для завершения проверки аппаратной части нажмите на поле **Заккрыть**. Диалоговое окно закрывается. Во время процесса перезапуска устройство становится нерабочим. Затем все элементы возвращаются в рабочее состояние, соответствующее состоянию энергообъекта.

3.3.4 Проверка соответствия уставок

Устройство 7UT612 выполняет проверку соответствия введенных уставок функций защиты заданным параметрам конфигурации. При выявлении любых несоответствий выдаются сообщения. Например, дифференциальная защита от замыканий на землю не может быть использована, если отсутствует измерительный вход для тока, протекающего между нейтралью защищаемого объекта и заземляющим электродом.

Проверьте в рабочих или спонтанных сообщениях наличие какой-либо информации о несоответствии. В таблице 3-10 представлены сообщения о выявленных несоответствиях.

Таблица 3-10 Сообщения о несоответствии

Сообщение	№	Описание	см. Раздел
Ошибка:1A/5A	00192	Неверная уставка номинальных вторичных токов платы Входов/ Выходов А-I/O-3	2.1.2 3.1.3.3
ДиффЗащ:Ош.ТТ	05620	Коэффициент выравнивания трансформаторов тока для дифференциальной защиты слишком мал или слишком велик.	2.1.2 2.2
Огр33: ошибкаТТ	05836	Коэффициент выравнивания трансформаторов тока для дифференциальной защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной слишком мал или слишком велик.	2.1.2

Таблица 3-10 Сообщения о несоответствии

Сообщение	№	Описание	см. Раздел
Огр33 ОшНейтрТТ	05830*	Не ранжирован ни один измерительный вход на дифференциальную защиту от замыкания на землю.	2.1.1
Огр33 отсутств	05835*	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной не доступна для сконфигурированного защищаемого объекта	2.1.1
ФазнМТЗ Отсутст	01860*	Максимальная токовая защита с выдержкой времени для фазных токов не доступна для сконфигурированного защищаемого объекта	2.1.1
МТЗ 3I0 Отсутст	01861*	Максимальная токовая защита с выдержкой времени нулевой последовательности не доступна для сконфигурированного защищаемого объекта	2.1.1
I2 отсутств	05172*	Защита от несимметричной нагрузки не доступна для сконфигурированного защищаемого объекта	2.1.1
ТермЗащНетТемп	01545*	Отсутствует информация о температуре для защиты от перегрузки (от термодатчика)	2.1.1 2.9.3
ТермЗащОтсутст	01549*	Защита от перегрузки не доступна для сконфигурированного защищаемого объекта	2.1.1
УРОВ отсутств	01488*	Функция УРОВ не доступна для сконфигурированного защищаемого объекта	2.1.1
НеиспКонЦепиОтк	06864	Неверно задано количество дискретных входов для контроля цепей отключения	2.13.1.4 3.1.2
Ошиб Конфиг/Уст.	00311	Групповая индикация сообщений о повреждении отмечена звездочкой "*" .	

Рабочие и спонтанные сообщения так же необходимо проверять, когда от терминала поступают любые предупредительные сообщения.

3.3.5 Проверка функции УРОВ

Если устройство включает функцию УРОВ и она используется, работа этой функции в системе должна быть проверена в реальных условиях.

В связи со множеством вариантов применения и возможных конфигураций системы, привести детальное описание необходимых тестов не представляется возможным. Важно учитывать местные условия, схемы подключения защит и схему системы.

Рекомендуется выключатель тестируемого присоединения отделить от системы, то есть шинный и линейный разъединители должны быть отключены для обеспечения безопасного выполнения операций.



Внимание!

При проверке взаимодействия с выключателем местного присоединения, возможно отключение всей системы шин или одной секции шин. Поэтому, рекомендуется сначала разорвать цепи отключения смежных выключателей (выключатели шин), например отключением цепи подведения “плюса” к контактам отключения устройства от схем управления этими выключателями. Тем не менее, нужно убедиться в том, что отключение выполняется при возникновении реального повреждения.

Следующий список мероприятий не охватывает всех возможных проверок. Наоборот, некоторые пункты можно не выполнять в реальных условиях.

Блок-контакты выключателя

Блок-контакт(ы) выключателя являются важной частью системы защиты от неисправности выключателя в случае, если они подведены к устройству. Убедитесь в правильности их подключения (Подраздел 3.3.3). Убедитесь, что измеряемые УРОВ токи, проверяемый выключатель и его блок-контакты относятся к одной точке измерения или стороне защищаемого объекта.

Условия внешнего пуска

Если функция УРОВ может запускаться от внешних устройств защиты, должны быть проверены все условия внешнего пуска.

Для этого может понадобиться подача вторичного тока в проверяемую фазу устройства для пуска функции УРОВ.

- Запуск командой отключения от внешней защиты:
Дискретный вход >УРОВ ВнешнПУСК (№ 01431); см. список спонтанных сообщений или сообщений о повреждении.
- После пуска сообщение **УРОВ Внешн.Пуск** (№ 01457 должно появиться в списке спонтанных сообщений или сообщений о повреждении.
- Команда на отключение от УРОВ после выдержки времени **Т откл** (адрес 7005).

Снимите испытательный ток.

При выполнении запуска УРОВ без контроля тока:

- Включите выключатель, к которому относится функция УРОВ, разъединители с обеих сторон выключателя должны быть отключены.
- Запуск командой отключения от внешней защиты:
Дискретный вход >УРОВ ВнешнПУСК (№ 01431); см. список спонтанных сообщений или сообщений о повреждении.
- После пуска сообщение **УРОВ Внешн.Пуск** (№ 01457 должно появиться в списке спонтанных сообщений или сообщений о повреждении.
- Команда на отключение от УРОВ после выдержки времени **Т откл** (адрес 7005).

Повторно отключите выключатель.

Отключение шин	<p>При тестировании отключений на подстанции в случае отказа выключателя важно проверить, что команды отключения к смежным выключателям распределены правильно.</p> <p>Под смежными выключателями подразумеваются выключатели тех присоединений, которые должны быть отключены для ликвидации повреждения при отказе выключателя поврежденного присоединения. Другими словами, это выключатели всех присоединений, питающих систему или секцию шин, к которой подключено поврежденное присоединение. Для трансформатора, к числу смежных выключателей будет относиться и выключатель другой стороны трансформатора.</p> <p>Наиболее полный список проверок привести довольно трудно, так как расположение смежных выключателей зависит от топологии системы шин.</p> <p>В частном случае, необходимо выполнить проверку взаимодействия логики защиты с выключателями в системе с несколькими секциями шин. Необходимо убедиться для каждой секции шин, что при отказе выключателя конкретного присоединения происходит отключение выключателей, относящихся к данной секции и никаких других.</p>
Завершение проверок	<p>После завершения испытаний вернуть систему в первоначальное состояние. Необходимо проверить положение коммутационных аппаратов, целостность цепей управления, а также вернуть уставки защит к прежним значениям и защитные функции к прежним состояниям (введены или выведены).</p>

3.3.6 Проверка защищаемого объекта симметричными первичными токами

Если к устройству подключено испытательное оборудование, то его необходимо отключить или, при необходимости, переключить испытательные блоки в нормальное рабочее положение.



Примечание:

Необходимо принять во внимание, что при неправильном подключении может произойти отключение.

Величины, измеренные при проведении следующих тестов, можно считать с ПК, используя DIGSI 4 или веб-браузер с помощью “IBS-Tool”. Эта программа имеет удобные функции для считывания всех измеряемых величин, с отображением их с помощью векторных диаграмм.

Если Вы выбрали работу с “IBS-Tool”, пожалуйста, обратите внимание на файлы Помощи, относящиеся к “IBS-Tool”. В зависимости от порта, к которому подключен ПК, требуется введение IP-адреса для браузера:

- Подключение к **интерфейсу управления** лицевой панели устройства: IP адрес **141.141.255.160**
- Подключение к **сервисному интерфейсу** на задней стенке: IP адрес **141.143.255.160**

Следующие описания относятся к считыванию данных с помощью DIGSI 4.

Подготовка к испытаниям симметричным током

При первом вводе в эксплуатацию проверки токами необходимо выполнить до того, как на защищаемый объект будет впервые подано напряжение. При этом, дифференциальная защита будет работать как защита от коротких замыканий при подаче напряжения на защищаемый объект в первый раз. Если проверки с использованием токов возможны только на защищаемом объекте, находящимся под напряжением (например, силовые трансформаторы в сетях, когда никакое низковольтное испытательное оборудование не доступно), то необходимо, чтобы резервная защита, работающая хотя бы со стороны подачи питания, например, максимальная токовая защита с выдержкой времени, была введена в действие. При этом цепи отключения других устройств защиты (например, газовой защиты) должны также находиться в работе.

Проведение тестов варьируется в зависимости от применения терминала.



ОПАСНО!

Действия с первичным оборудованием должны выполняться только с заземленными и не находящимися под напряжением частями! Опасные напряжения могут возникать даже на части, не находящейся под напряжением, из-за емкостного влияния, вызванного другими секциями, находящимися под напряжением.

В случае применения устройства для защиты сетевых силовых трансформаторов и асинхронных машин предпочтительнее использовать тестовое оборудование низкого напряжения. Источник низкого напряжения используется для подачи напряжения на защищаемый объект, который полностью отключен от сети (см. Рис. 3-16). На трансформаторах испытательный источник обычно подключается к первичной стороне. Закоротка, по которой потечет проверочный ток, устанавливается вне защищаемой зоны, что позволяет протекать симметричному току. В двигателе обмотка, соединенная в звезду, позволяет протекание тока.

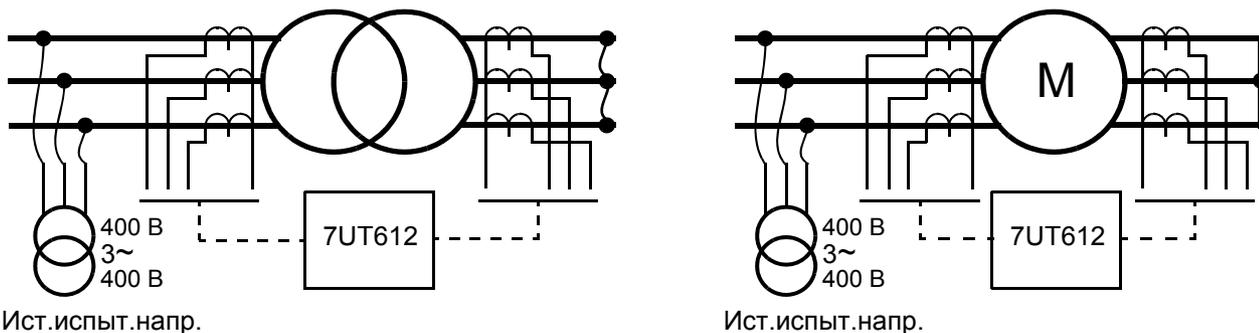


Рисунок 3-16 Проверка токами с использованием источника низкого напряжения — пример для трансформатора и двигателя

При использовании устройства для защиты единичных трансформаторов подстанций и синхронных машин проверки проводятся при тестировании токов. Генератор сам по себе является источником проверочных токов (см. Рис. 3-17).

Ток протекает по закоротке, установленной вне защищаемой зоны и рассчитанной на протекание номинального тока генератора в течение небольшого времени.

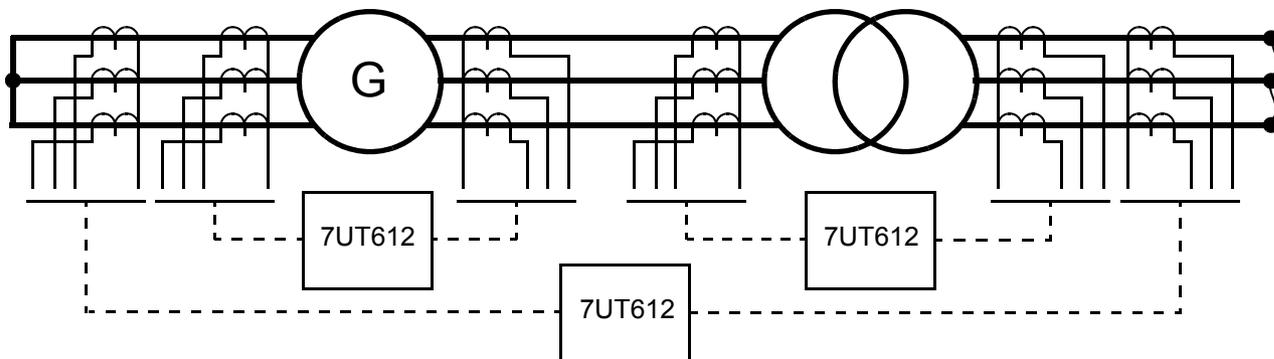


Рисунок 3-17 Проверка протекания токов при использовании генератора в качестве источника — пример

На шинах, в узловых точках и на коротких линиях для тестирования может использоваться источник низкого напряжения. С другой стороны, возможна проверка токами нагрузки. В последнем случае, необходимо изучить приведенные выше положения, касающиеся резервной защиты!

При использовании устройства в качестве однофазной дифференциальной защиты шин с количеством присоединений превышающее 2, проверка симметричным током не требуется (но, конечно же, допустима). Тестирование может быть проведено с использованием источника однофазного тока. Но необходимо выполнить проверку для каждого возможного пути протекания тока, например, присоединение 1 относительно присоединения 2, присоединение 1 относительно присоединения 3 и т.д. Предварительно ознакомьтесь с методикой проверки защиты шин, подраздел 3.3.8 (стр. 268).

Проведение испытаний симметричным током

Для указанных испытаний при вводе в эксплуатацию испытательный ток должен составлять по крайней мере 2 % от номинального тока для каждой фазы.

Это испытание не может заменить визуальный осмотр цепей подключения трансформаторов тока. Поэтому необходимо выполнить проверку цепей подключения в соответствии с разделом 3.2.2.

Рабочие измеряемые величины терминала 7UT612 позволяют осуществить быстрый ввод в эксплуатацию без внешней аппаратуры. Следующим образом отображаются измеренные величины:

В выражении для тока (I , φ) с помощью индекса указывается фаза и сторона трансформатора. Пример:

I_{L1C11} ток в фазе **L1** на стороне **C11**.

В трехфазных объектах употребляются следующие обозначения: в трансформаторах сторона 1 принимается как сторона высокого напряжения.

- Включите ток тестирования или запустите генератор, приведите его к номинальной скорости и с помощью возбуждения добейтесь требуемого тока тестирования. Ни одна функция контроля измерений устройства не должна среагировать. Однако, если появилось сообщение о повреждении, то необходимо проверить протокол событий или спонтанные сообщения для выявления причины. См. также Руководство SIPROTEC 4, № заказа E50417–H1156–C151.

- Считайте значения токов:

Сравните измеренные величины в меню **Вторичные измеряемые величин, Рабочие вторичные измеряемые величины** с подаваемыми величинами:

$$I_{L1CT1} =$$

$$I_{L2CT1} =$$

$$I_{L3CT1} =$$

$$3I_{0CT1} =$$

$$I_{L1CT2} =$$

$$I_{L2CT2} =$$

$$I_{L3CT2} =$$

$$3I_{0CT2} =$$

Примечание: Программа "IBS Tool" имеет удобные возможности считывания всех измеряемых величин, с отображением их с помощью векторных диаграмм (Рис. 3-18).

Если будут иметься отклонения не из-за точности измерений, то необходимо проверить правильность подключения устройства к испытательной установке.

- Отключите тестовый источник и защищаемый объект (остановите генератор) и заземлите его.
- Перепроверьте подключение устройства к электроустановке и испытательному устройству, при необходимости откорректируйте их. При возникновении большого значения тока нулевой последовательности I_0 , возможно один или два тока соответствующей стороны имеют неверную полярность.
 - $3I_0$ фазному току \Rightarrow обрыв одной или двух фаз токовых цепей,
 - $3I_0$ удвоенному фазовому току \Rightarrow одна или две фазы токовых цепей имеют обратную полярность.
- Повторите испытание и перепроверьте значения токов.

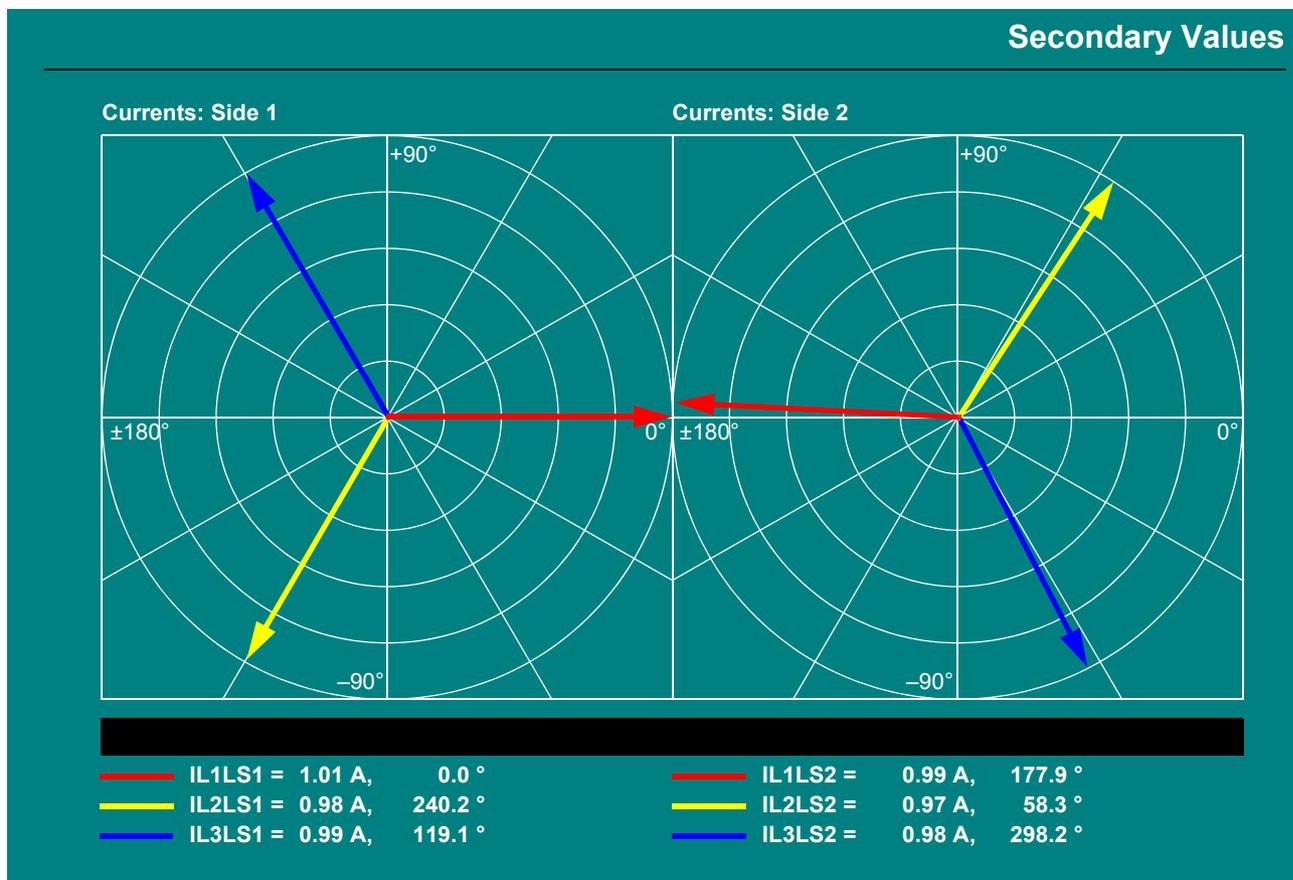


Рисунок 3-18 Изменяемые величины разных сторон защищаемого объекта — пример для сквозных токов

- Измерение фазных углов стороны 1 с помощью испытательного тока:

Считайте фазные углы для стороны 1 защищаемого объекта в меню **Углы вторичных измеряемых величин**. Все углы приведены к I_{L1Ct1} . Приблизительно следующие величины должны получиться в результате при чередовании фаз по часовой стрелке:

$$\begin{aligned}\varphi_{L1Ct1} &\approx 0^\circ \\ \varphi_{L2Ct1} &\approx 240^\circ \\ \varphi_{L3Ct1} &\approx 120^\circ\end{aligned}$$

Если замеряны не правильные углы, то причиной этого может быть неправильная полярность или неправильное подсоединение фазы на стороне 1 защищаемого объекта.

- Отключите тестовый источник и защищаемый объект (остановите генератор) и заземлите его.
- Перепроверьте подключение устройства к электроустановке и испытательному устройству, при необходимости откорректируйте их.
- Повторите испытание и перепроверьте углы токов.
- Измерение фазных углов стороны 2 с помощью испытательного тока:

Считайте фазные углы для стороны 2 защищаемого объекта в меню **Углы вторичных измеряемых величин**. Все углы измеряются относительно I_{L1Ct1} .

Обычно, токи втекающие в защищаемый объект принимаются положительными. Это означает, что для сквозных токов, токи, вытекающие из защищаемого объекта на стороне 2, имеют обратную полярность (сдвиг фаз 180°) относительно соответствующих втекающих токов точки измерения на стороне 1. Исключение: Для поперечной дифференциальной защиты токи соответствующих фаз имеют одинаковый угол!

При вращении векторов по часовой стрелке, получим значения в соответствии с Таблицей 3-11.

Таблица 3-11 Отображаемые фазные углы в зависимости от защищаемого объекта (трехфазного)

Защищаемый объект: → ↓ Фазный угол	Генератор/ Двигатель/Шины/ Линия	Трансформатор с группой соединения, обозначенной цифрой ¹⁾											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
φ _{L1S2}	180°	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°
φ _{L2S2}	60°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°
φ _{L3S2}	300°	300°	270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°

¹⁾ Указанные углы приведены для случая, если обмотки высокого напряжения трансформатора является стороной 1. Если нет, то нужно читать как 360° минус указанный угол.

При возникновении значительных отклонений необходимо проверить полярность и правильность чередования фаз на стороне 2.

- Отклонения в отдельных фазах означают обратную полярность подключения соответствующего фазного тока или неверное чередование фаз.
- Если все фазные углы отличаются на одинаковую величину, то неверное чередование фаз тока на стороне 2 или группа соединения обмоток трансформатора отличается от установленной. В последнем случае, перепроверьте параметры согласования (подраздел 2.1.2 под заголовком “Данные по объекту трансформатор”, страница 23) адрес 242, 245, и 246.
- Если все фазные углы отличаются на 180°, следовательно полярность всей группы ТТ на стороне 2 неправильная. Проверьте и скорректируйте соответствующие данные энергосистемы (подраздел 2.1.2 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для 2 сторон”, стр. 27):
адрес 201 **ОбщТчТТ->Об Ст1** для стороны 1,
адрес 206 **ОбщТчТТ->Об Ст2** для стороны 2.

При выполнении однофазной защиты шин, см. подраздел 2.1.2 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для однофазной защиты шин”.

При возникновении ошибок при подключении:

- Отключите тестовый источник и защищаемый объект (остановите генератор) и заземлите его.
- Перепроверьте подключение устройства к электроустановке и испытательному устройству, при необходимости откорректируйте их.
- Повторите испытание и перепроверьте углы токов.

**Измерение
дифференциаль-
ных токов и токов
торможения**

До того как завершится тестирование симметричными токами, необходимо проверить дифференциальный ток и ток торможения. Хотя проведенные выше проверки симметричным током в достаточной степени помогают выявить большинство ошибок, тем не менее, нельзя исключать возможные ошибки, вызванные коэффициентами согласования ТТ и группой соединения силового трансформатора.

Дифференциальный ток и ток торможения вычисляются относительно номинального тока защищаемого объекта. Это необходимо учесть при их сравнении с испытательным током.

- Считайте значения дифференциального и тормозного токов в меню **Измеряемые величины дифференциального тока и тока торможения в процентах**.

В программе “IBS-Tool” дифференциальные токи и токи торможения представляются в графическом виде на характеристиках. Пример показан на Рис. 3-19.

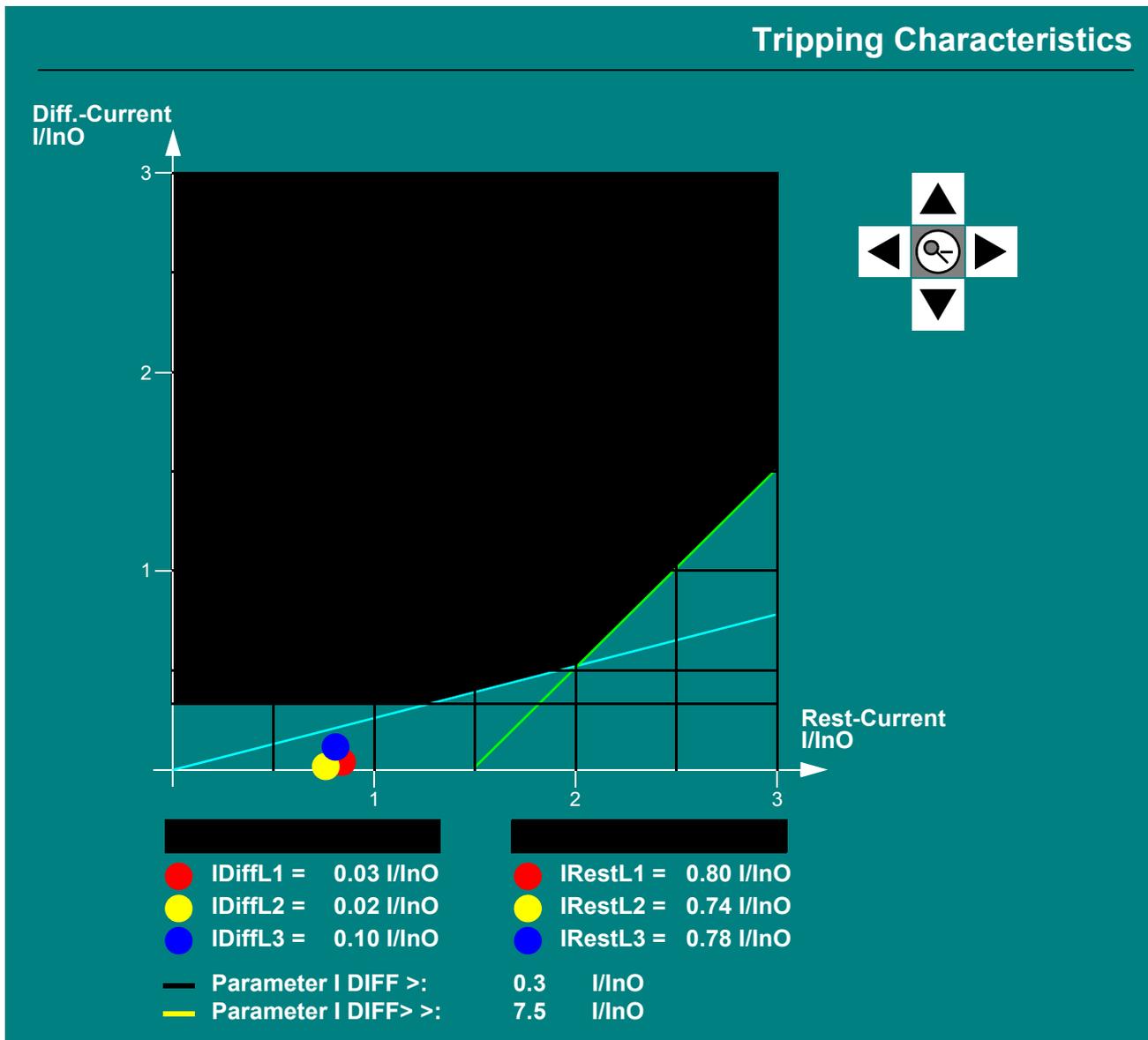


Рисунок 3-19 Дифференциальный и ток торможения — пример

- Дифференциальные токи должны быть ниже испытательных токов по крайней мере на порядок.
- Ток торможения равен удвоенному сквозному испытательному току.
- Если дифференциальный ток имеет тот же порядок, что и ток торможения (приблизительно в два раза больше тока, протекающего через защищаемый объект), то на одной из сторон объекта установлена обратная полярность ТТ. Проверьте полярность и правильно установите ее после закорачивания всех шести ТТ. Если при проверке ТТ были внесены изменения, то вновь проведите проверку углов.
- Если дифференциальные токи во всех трех фазах приблизительно равны, то возможно согласование измерительных величин не правильно.

Неправильная группа соединения силового трансформатора может быть исключена, поскольку она была проверена при проведении тестов фазных углов. Перепроверьте уставки согласования токов. Вот основные данные защищаемого объекта:

- Для всех типов силовых трансформаторов, адреса 240, 243 и 249 под заголовком “Данные по объекту трансформатор”, (страница 23) и адреса 202, 203, 207 и 208 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для 2 сторон” (страница 27).
 - Для генераторов, двигателей, реакторов, адреса 251 и 252 под заголовком “Данные объекта для генераторов, двигателей и реакторов” (страница 25) и адреса 202, 203, 207 и 208 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для 2 сторон” (страница 27).
 - Для мини-шин, с адресом 265 под заголовком “Данные объекта для небольших сборных шин, точек узлов, коротких линий” (страница 26) и адреса 202, 203, 207 и 208 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для 2 сторон” (страница 27).
 - Для однофазной защиты шин, адреса 261 и 265 под заголовком “Данные по объекту шины, с количеством отходящих линий до 7” (страница 26) и адреса 212 - 233 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для однофазной защиты шин” (страница 29). Если используются суммирующие трансформаторы, ошибки согласования могут появляться из-за их неправильного подключения.
- И, наконец, отключите тестовый источник и защищаемый объект (остановите генератор).
- Если при тестировании были изменены параметры уставок, то верните их рабочие значения.

3.3.7 Проверка токами нулевой последовательности на защищаемом объекте

Проверки токами нулевой последовательности проводятся только в случае заземленной нейтрали трехфазного защищаемого объекта или если однофазный трансформатор заземлен и ток между "нейтралью" и "землей" заводится на токовый вход I_7 устройства.

Полярность этого тока (тока "звезды") на входе I_7 является важным параметром для коррекции тока нулевой последовательности для дифференциальной защиты (повышение чувствительности при замыканиях на землю) и дифференциальной защиты нулевой последовательности.

Если для работы используется только действующее значение тока (например, для функции МТЗ), то для входа I_7 (и/или I_8) выполнение проверки полярности не обязательно.



Примечание:

Необходимо принять во внимание, что при неправильном подключении может произойти отключение.

Подготовка к тестированию током нулевой последовательно сти

Измерения тока нулевой последовательности всегда проводятся с той стороны или в трехфазной точке измерения, где заземлена нейтраль защищаемого объекта, при защите автотрансформаторов - со стороны высшего напряжения. Силовые трансформаторы обычно имеют обмотку, соединенную в "треугольник" (d-обмотка, или компенсирующая). Не участвующая в тестировании сторона должна оставаться отключенной, т.к. d-обмотка обеспечивает низкоомное отключение цепи тока.

Проведение тестов варьируется в зависимости от применения терминала. На Рис. 3-20 - 3-24 показаны примеры схем.



ОПАСНО!

Действия с первичным оборудованием должны выполняться только с заземленными и не находящимися под напряжением частями! Опасные напряжения могут возникать даже на части, не находящейся под напряжением, из-за емкостного влияния, вызванного другими секциями, находящимися под напряжением.

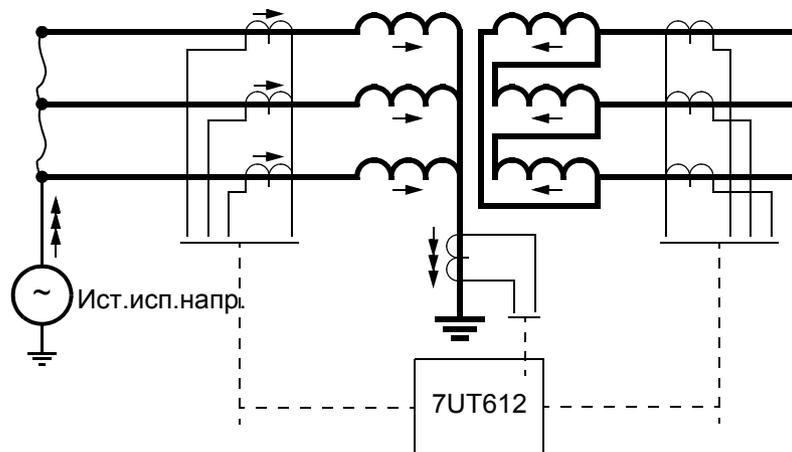


Рисунок 3-20 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда-треугольник

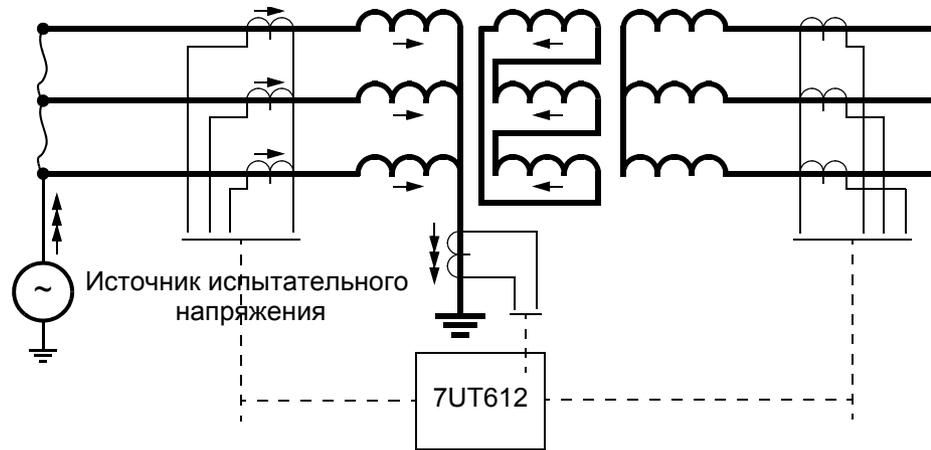


Рисунок 3-21 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда-звезда с компенсационной обмоткой

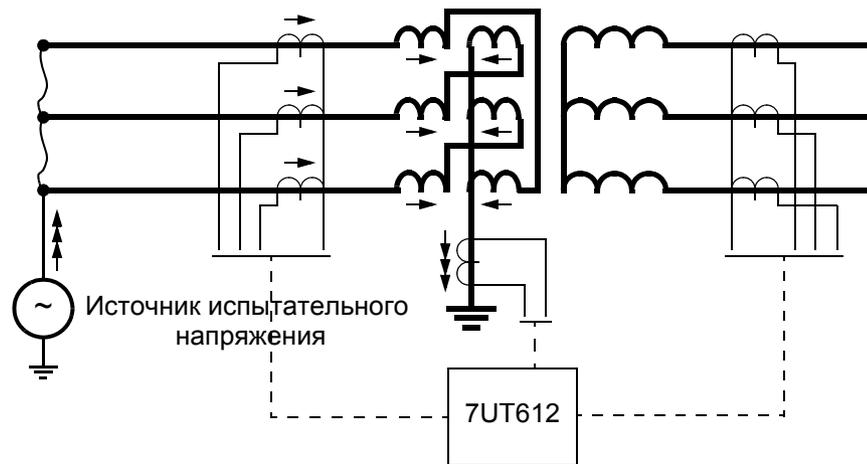


Рисунок 3-22 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток "зигзаг"

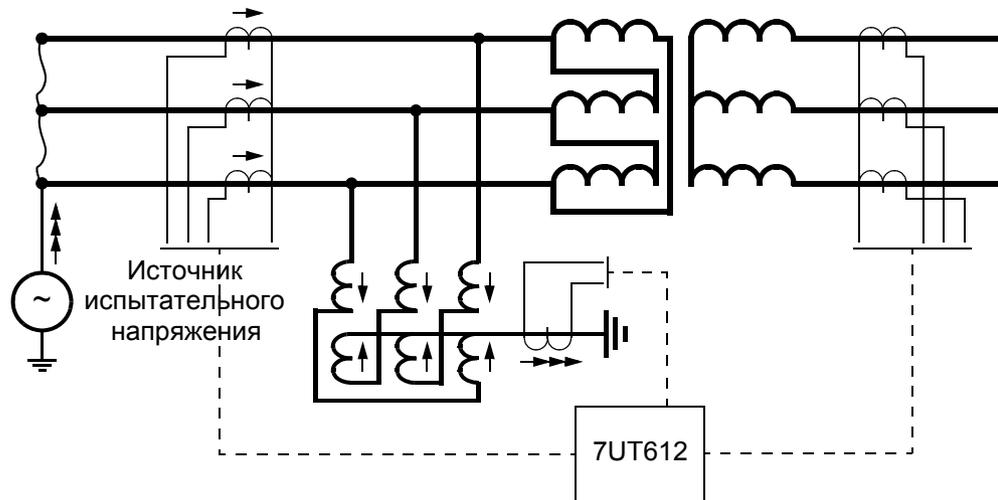


Рисунок 3-23 Измерение тока нулевой последовательности на обмотке, собранной по схеме треугольник с реактором в заземленной нейтрали в защищаемой зоне

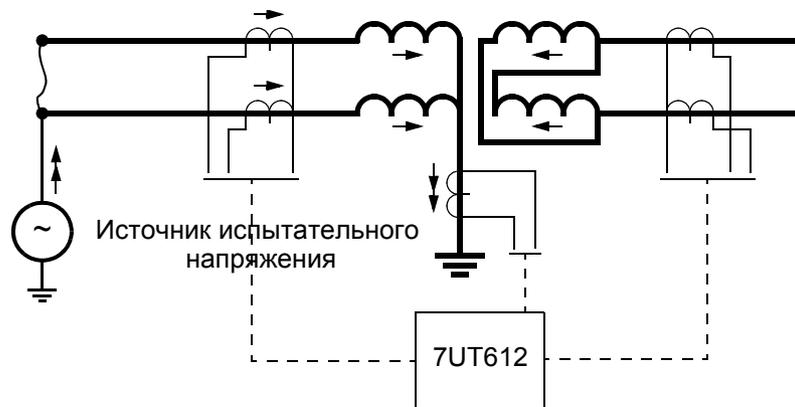


Рисунок 3-24 Измерение тока нулевой последовательности на заземленном однофазном трансформаторе

Выполнение проверки токами нулевой последовательности

Для проведения указанных испытаний при вводе в эксплуатацию ток нулевой последовательности должен составлять по крайней мере 2 % от номинального тока для каждой фазы, то есть испытательный ток должен составлять по крайней мере 6 %.

Это испытание не может заменить визуальный осмотр цепей подключения трансформаторов тока. Поэтому необходимо выполнить проверку цепей подключения в соответствии с разделом 3.2.2.

- Включите испытательный ток.
- Сравните измеренные величины в меню **Вторичные измеряемые величины и Вторичные рабочие измеряемые величины** с подаваемыми величинами:
 - Все фазные токи проверяемой стороны равны приблизительно $\frac{1}{3}$ подаваемого тока ($\frac{1}{2}$ при использовании однофазных трансформаторов).
 - $3I_0$ проверяемой стороны равен подаваемому току.

- Фазные токи и ток нулевой последовательности других сторон, на трансформаторах, приблизительно равны 0.
- Ток I_7 равен подаваемому току.

Отклонения могут возникнуть только для тока I_7 , поскольку фазные токи уже проверены при проверке симметричным током. При возникновении отклонений в I_7 :

- Отключите тестовый источник и защищаемый объект (остановите генератор) и заземлите его.
- Перепроверьте подключение входа I_7 к электроустановке и испытательному устройству, при необходимости откорректируйте их.
- Повторите испытание и перепроверьте значения токов.

Измерение дифференциальных токов и токов торможения

Дифференциальный ток и ток торможения вычисляются относительно номинального тока защищаемого объекта. Это необходимо учесть при их сравнении с испытательным током.

- Включите испытательный ток.
- Считайте значения дифференциального и тормозного токов в меню **Измеряемые величины дифференциального тока и тока торможения в процентах**.
 - Значение дифтока функции дифференциальной защиты нулевой последовательности $I_{\text{дифф}33}$ должно быть небольшим, на порядок меньше подаваемого тока.
 - Ток торможения $I_{\text{торм}33}$ равен удвоенному значению подаваемого тока.
 - Если дифференциальный ток имеет тот же порядок, что и ток торможения (приблизительно удвоенный испытательный ток), то установлена обратная полярность входа I_7 . Проверьте полярность и сравните с уставкой по адресу 230 **Заземл Электрод** (см. также подраздел 2.1.2 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для входа по току I_7 ” (страница 30).
 - Если дифференциальный ток не равен удвоенному испытательному току, то возможно введен не правильный коэффициент согласования для входа I_7 . Перепроверьте уставки согласования токов. Вот основные данные защищаемого объекта (подраздел 2.1.2):
 - адреса 241 и 244 под заголовком “Данные по объекту трансформатор”, (страница 23) и
 - адреса 232 и 233 под заголовком “Параметры трансформаторов тока для входа по току I_7 ”, (страница 30).
- Проверьте также значения дифференциальных токов $I_{\text{дифф}L1}$, $I_{\text{дифф}L2}$, $I_{\text{дифф}L3}$.
 - Дифференциальные токи должны быть ниже испытательных токов по крайней мере на порядок. При появлении значительного дифференциального тока, перепроверьте уставки нейтралей:
 - Условия заземления трансформатора: адреса 241 **Общ.Тч Ст1**, 244 **СоедОбмСт2**, подраздел 2.1.2 под заголовком “Данные по объекту трансформатор”, (страница 23), а также

- ранжирование тока нейтрали на вход I_7 : адрес 108 **Подкл ТТ I7**, подраздел 2.1.1 под заголовком “Особые случаи” (страница 18).
- Торможение: Токи торможения дифференциальной защиты $I_{\text{тормL1}}$, $I_{\text{тормL2}}$, $I_{\text{тормL3}}$ одинаково малы. Если все проведенные тесты были до сих пор успешны, то это должно быть обеспечиваться автоматически.
- И, наконец, отключите тестовый источник и защищаемый объект (остановите генератор).
- Если при тестировании были изменены параметры уставок, то верните их рабочие значения.

3.3.8 Проверка защиты шин

Общие положения При защите однофазных шин с установкой одного устройства на фазу или с использованием суммирующих трансформаторов, необходимо провести те же проверки, что описаны в Подразделе 3.3.6 “Проверка защищаемого объекта симметричными первичными токами”. Пожалуйста обратите внимание на следующие 4 замечания:

1. Проверки обычно проводятся с рабочими токами или первичным испытательным оборудованием. Пожалуйста изучите все примечания этого раздела и учтите тот факт, что Вам потребуется резервная защита в точке питания.
2. Проверки должны выполняться для каждого пути тока, начиная с питающего присоединения.
3. При использовании одного устройства на фазу, необходимо выполнить проверку для каждой фазы. Далее приводится некоторая информация по суммирующим трансформаторам.
4. Однако, каждая проверка ограничена одной токовой парой, т. е. одним сквозным испытательным током. Информация о соответствии векторных групп и векторах (за исключением, сравнения фазных углов тока = 180° на проверяемых сторонах) не существенна.

**Подключение
через
суммирующие ТТ**

При использовании суммирующих трансформаторов, существуют различные способы их подключения. Следующее пояснение основано на обычном подключении фаз L1–L3–E в соответствии с Рис. 3-25. На Рис. 3-26 показано подключение L1–L2–L3.

Предпочтительно проведение однофазных первичных проверок, поскольку они обеспечивают более ясные различия в измеряемых токах. Так же они выявляют ошибки при подключении тока заземления.

Измеряемый ток, считываемый в рабочих измеряемых величинах, соответствует испытательному току, если проводится проверка трехфазной симметрии. В других случаях возникают отклонения, приведенные на рисунках в качестве коэффициентов испытательного тока.

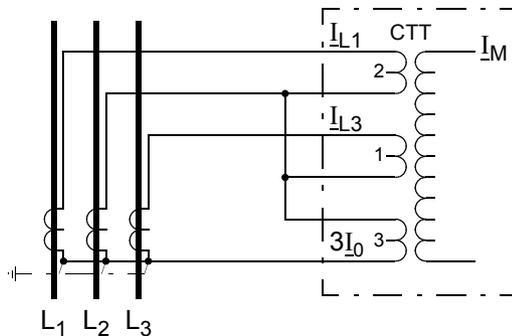


Рисунок 3-25 Подключение ТТ L1–L3–E

Испытательный ток	Измеряемый ток
L1–L2–L3 (симметр.)	1.00
L1–L2	1.15
L2–L3	0.58
L3–L1	0.58
L1–E	2.89
L2–E	1.73
L3–E	2.31

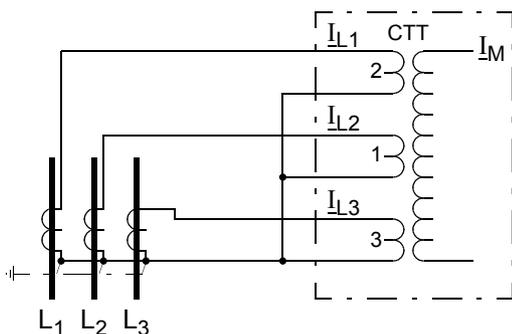


Рисунок 3-26 Подключение ТТ L1–L2–L3

Испытательный ток	Измеряемый ток
L1–L2–L3 (симметр.)	1.00
L1–L2	0.58
L2–L3	1.15
L3–L1	0.58
L1–E	1.15
L2–E	0.58
L3–E	1.73

Отклонения, которые не могут быть объяснены погрешностями при измерениях, могут быть вызваны ошибками подключения или ошибками согласования суммирующих трансформаторов:

- Отключите испытательный источник и защищаемый объект и заземлите его.
- Перепроверьте подключение к испытательному устройству, при необходимости откорректируйте.
- Повторите испытание и перепроверьте значения токов.

Фазные углы должны составлять 180° во всех случаях.

Проверьте значения дифференциальных токов и токов торможения.

Если однофазные первичные проверки провести не представляется возможным, а доступны только симметричные рабочие токи, то ошибки подключения в цепи тока с подключением суммирующего трансформатора по схеме L1–L3–E и в соответствии с Рис. 3-25 не могут быть обнаружены с помощью приведенных ранее проверок. В этом случае асимметрия достигается с помощью манипуляций во вторичных цепях.

Поэтому ТТ фазы L2 закорачиваем. См Рис. 3-27.



ОПАСНО!

Необходимо соблюдать все меры предосторожности при работе с измерительными трансформаторами тока! Все вторичные цепи трансформаторов тока должны быть закорочены!

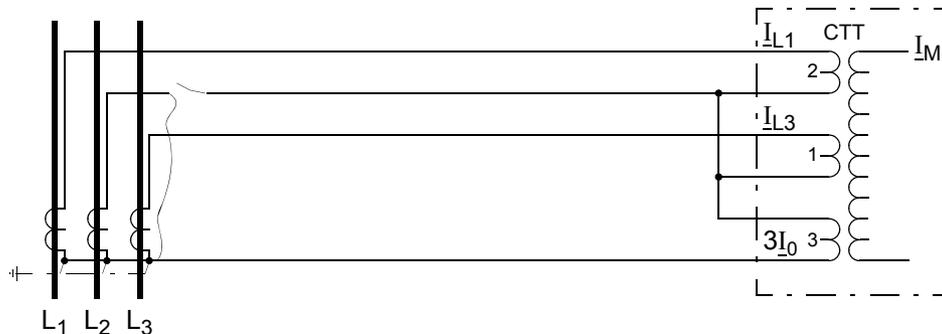


Рисунок 3-27 Проверка несимметричными токами при подключении суммирующих ТТ по схеме L1–L3–E

Теперь измеряемый ток в 2.65 раза превышает ток при симметричной проверке. Этот тест должен быть проведен для каждого суммирующего ТТ.

3.3.9 Проверка токового входа I_8

Проверки токового входа I_8 зависят от назначения данного входа.

В любом случае, необходимо проверить коэффициенты согласования амплитуд (адрес 235, см. также Подраздел 2.1.2, подзаголовок “Параметры трансформаторов тока для токового входа I_8 ”, страница 31). Проверка полярности не требуется, поскольку обрабатывается только значение тока.

В высокоомной защите ток I_8 равен току повреждения защищаемого объекта. Полярность всех трансформаторов тока, питающих резистор, ток через который измеряется на входе I_8 , должна быть одинакова. В данном случае, токи используются для проверки дифференциальной защиты. Каждый из трансформаторов тока должен быть включен в измерения. Ток на входе I_8 ни при каких условиях не должен превышать половины тока срабатывания функции однофазной МТЗ.

3.3.10 Тестирование функций, определяемых пользователем

Устройство 7UT612 имеет широкие возможности, позволяющие пользователю определять различные функции, в особенности с помощью логики CFC. Любые специальные функции или логические схемы, добавленные в устройство, должны проверяться.

Естественно, в данном случае нельзя детально сформулировать общие характер и последовательность действий. Конфигурация этих функций и их условия срабатывания должны быть хорошо известны и тщательно проверены. Особенное внимание должно быть уделено проверке функций, реализующих управление/блокировку коммутационных аппаратов (выключатели, разъединители, и др.). Они должны быть приняты во внимание и проверены.

3.3.11 Проверка устойчивости и функции записи осциллограмм

По окончании процесса пуско-наладки производится оценка правильности функционирования защиты, например, при переходных процессах включения присоединения под нагрузку, проводятся соответствующие опыты. Записи осциллограмм предоставляет максимум информации о поведении защиты 7UT612.

Необходимые условия:

Кроме записи осциллограмм при авариях, в устройстве 7UT612 имеется также возможность записи этих данных по команде из сервисной программы DIGSI 4, либо через последовательный интерфейс или дискретный вход. В последнем случае, дискретный вход должен быть ранжирован на функцию **>ПУСК Регистр** (№00004). Пуск осциллографа происходит при активизации соответственно входа.

В том случае, если функция регистрации данных была запущена внешним сигналом (то есть не от функции защиты), то она обрабатывается таким же образом как и обычная осциллограмма аварии, за исключением того, что информация не заносится в сообщения об аварии (список срабатываний). Запись, выполненная по внешнему пуску имеет порядковый номер.

Пуск от DIGSI 4

Для запуска осциллографа с помощью DIGSI 4, щелкните мышью на **Проверка** в левой части окна. Двойным нажатием на **Проверка формы сигнала**, в списке в правой части окна, запускается запись. См Рис. 3-28.

В левой нижней части окна выдается отчет. Кроме того, с помощью символов отображается процесс выполнения.

Для просмотра и анализа осциллограмм необходима программа SIGRA или Comtrade Viewer.

Подобные записи при тестировании особенно информативны для силовых трансформаторов, когда они запускаются командой на включение трансформатора. Поскольку ток броска оказывает то же влияние, что и асимметричный ввод, но не инициирует отключение, эффективность отстройки от тока броска проверяется подачей напряжения на силовой трансформатор несколько раз.

Для предотвращения отключения при тестировании, необходимо вывести из работы цепи отключения или дифференциальную защиту перевести в режим **ДиффЗащита = РелеБлокировано** (адрес 1201).

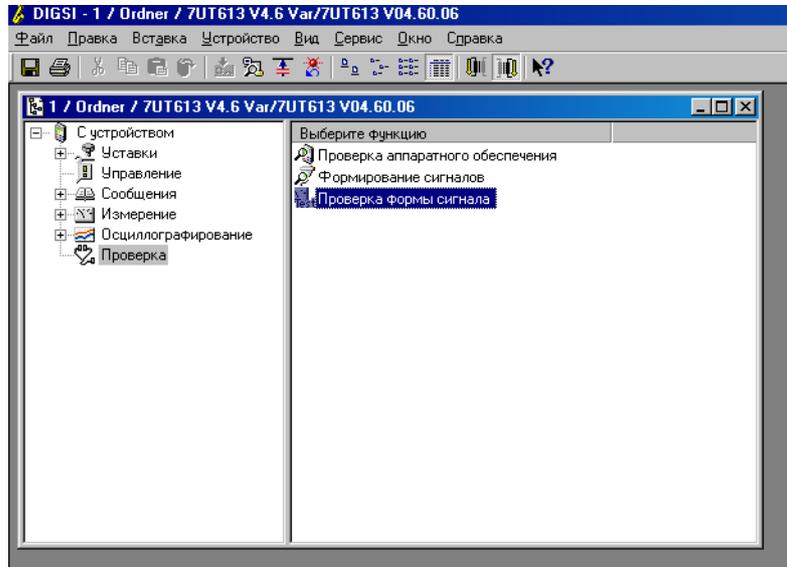


Рисунок 3-28 Пуск записи осциллограмм с помощью DIGSI 4 — пример

Если достигнут соответствующий установленный уровень, то ток броска автоматически вызовет запуск осциллографа.

Заключения относительно эффективности отстройки от броска тока намагничивания можно изобразить на основе регистрируемых дифференциальных токов и составляющих гармоник. При необходимости, уставка тока отстройки от броска может быть увеличена (=наименьшая величина **2-ая_Гармоника** по адресу 1261) при отключении или если осциллограммы показали, что составляющая второй гармоники не четко превышает пороговую величину торможения (адрес 1261). Другой метод увеличения стабильности торможения при броске тока намагничивания заключается в активизации функцию перекрестного блокирования или увеличения длительности ее действия (адрес 1262A **ВрПерекрБлок**). Для получения более подробной информации обратитесь к Разделу 2.2.7 под заголовком “Торможение по гармоникам”, страница 68).



Примечание:

После завершения проверок ввести в работу дифференциальную защиту (**ON (ВКЛ)**) (по адресу 1201).

3.4 Окончательная подготовка устройства

Плотно закрутите все винты на разъемах, а те, что не используются необходимо поджать. Все разъемы должны быть соответствующим образом и как следует вставлены.



Внимание!

Не применяйте силу! Вращающие моменты не должны быть превышены, поскольку при этом можно сорвать резьбу!

Убедитесь в том, что выставлены все рабочие уставки. Это очень важно, поскольку при проведении проверок некоторые уставки могли меняться. Также важными параметрами являются уставки функций защит в конфигурации устройства, а также конфигурация входов/выходов, данные энергосистемы и активная группа уставок A-D (если используется). Все необходимые функции должны быть введены (**ON (ВКЛ)**). См. (Главу 2). Храните копию всех рабочих уставок на ПК.

Проверьте показания внутренних часов устройства. Если это необходимо, установите или синхронизируйте внутренние часы, т.к. как автоматически они не синхронизируются. См. Руководство.

Память сообщений должна быть очищена, особенно в части рабочих сообщений (список событий) и сообщений об авариях (список отключений). Следовательно последующая информация будет только относиться к текущим событиям и авариям. Для очистки буферов, нажмите **Главное меню** → **Сообщения** → **Установить/Сбросить**. За дополнительной информацией обращайтесь к Руководству пользователя. Счетчики статистики переключений должны быть возвращены на значения, предшествовавшие испытаниям. Для этого нажмите **Главное меню** → **Сообщения** → **Статистика**.

Нажмите клавишу **ESC**, если необходимо, несколько раз, чтобы вернуться к базовому изображению.

Сбросьте светодиоды (LED) на лицевой панели устройства нажатием кнопки **LED**. При выполнении очистки светодиодов также происходит сброс состояния всех выходных реле. Последующие индикации светодиодов будут относиться к текущим событиям и авариям. Нажатие кнопки **LED** также служит для целей проверки светодиодов. При нажатии на нее все светодиоды загораются. Любой зажегшийся после сброса светодиод отображает уже фактические условия работы.

Зеленый светодиод „RUN“ (Готовность) должен гореть. Красный светодиод „ERROR“ (Ошибка) гореть не должен.

Включите автоматы во всех вторичных цепях. Если имеется испытательный блок, все они должны быть установлены в рабочее положение.

Устройство готово к работе.

Технические данные

В этой главе приводятся технические данные устройства SIPROTEC 4 7UT612 и характеристики отдельных функций устройства, включая значения, превышение которых недопустимо ни при каких обстоятельствах. Кроме электрических и функциональных данных для максимального функционального исполнения устройства 7UT612 в данной главе приведены механические данные с размерами устройства.

4.1	Общие данные устройства	276
4.2	Дифференциальная защита	287
4.3	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	293
4.4	Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности	295
4.5	Максимальная токовая защита от замыканий на землю	302
4.6	Динамическое срабатывание при холодной нагрузке для максимальной токовой защиты с выдержкой времени	303
4.7	Однофазная максимальная токовая защита	304
4.8	Защита от несимметричной нагрузки	305
4.9	Защита от термической перегрузки	306
4.10	Термодатчики для функции перегрузки	308
4.11	Функция резервирования отказа выключателя	309
4.12	Внешние команды на отключение	309
4.13	Функции контроля	310
4.14	Вспомогательные функции	311
4.15	Размеры	313

4.1 Общие данные устройства

4.1.1 Аналоговые входы

	Номинальная частота f_H	50 Гц / 60 Гц / $16^{2/3}$ Гц (выставляется)
Токовые входы	Номинальный ток I_H	1 А или 5 А или 0.1 А(выставляется)
	Потребл. мощность на один вход с I_1 по I_7	
	– при $I_H = 1$ А	приблизит. 0.02 ВА
	– при $I_H = 5$ А	приблизит. 0.2 ВА
	– при $I_H = 0.1$ А	приблизит. 1 мВА
	– для высокочувст. вх. I_8 при 1 А	приблизит. 0.05 ВА
	Перегрузочная способн. по току на 1 вх. $I_1 - I_7$	
	– термическая (среднекв.)	$100 \cdot I_H$ в течение 1 с $30 \cdot I_H$ в течение 10 с $4 \cdot I_H$ длительно
	– динамическая (имп.)	1250 А (половина цикла)
	Перегрузочная способность высокочувствительного токового входа I_8	
– термическая (среднекв.)	300 А в течение 1 с 100 А в течение 10 с 15 А длительно	
– динамическая (имп.)	750 А (половина цикла)	
Требования к трансформаторам тока	Коэффициент нагрузки	$n' = 4 \frac{I_{kd \text{ макс}}}{I_{H \text{ макс}}}$ для $\tau = 100$ мс
	$n' = n \frac{P_H + P_i}{P' + P_i}$	$n' = 5 \frac{I_{kd \text{ макс}}}{I_{H \text{ макс}}}$ для $\tau = 100$ мс
	макс. кратность номин. первичн. тока ТТ по отношению к номинальному току объекта	$\frac{I_{H \text{ перв транс}}}{I_{H \text{ перв об}}} \leq \begin{cases} 4 \text{ для фазных токов} \\ 8 \text{ для тока НП на вх.17} \end{cases}$

4.1.2 Источник питания

Постоянное напряжение	Напряжение питания через встроенный преобразователь DC/DC:	
	Номинальное постоянное напряжение питания $U_{H_пост}$	24/48 В пост. тока 60/110/125 В пост. тока
	Допустимые диапазоны напряжения	от 19 до 58 В пост. тока от 48 до 150 В пост. тока
	Номинальное постоянное напряжение питания $U_{H_пост}$	110/125/220/250 В пост. тока
	Допустимые диапазоны напряжения	от 88 до 300 В пост. тока

	Допустимая пульсация перемен. составл., между пиками:	≤15 % от ном. напряжения питания
	Потребление мощности	
	– статич.	приблизит. 5 Вт
	– возбужд.	приблизит. 7 Вт
	Перекрываемое время потери напряжения при обрыве/КЗ в цепях питания	50 мс при $U_H = 48$ В и $U_{H_ПОСТ} = 110$ В 20 мс при $U_H = 24$ В и $U_{H_ПОСТ} = 60$ В
Переменное напряжение	Напряжение питания через встроенный преобразователь AC/DC:	
	Номинальное переменное напряжение питания $U_{H_ПЕРЕМ}$	115/230 Вперем.тока
	Допустимые диапазоны напряжения	от 92 до 265 Вперем.тока
	Потребление мощности	
	– статич.	приблизит. 6.5 ВА
	– возбужд.	приблизит. 8.5 ВА
	Перекрываемое время потери напряжения при обрыве/КЗ в цепях питания	50 мс

4.1.3 Дискретные входы и выходы

Дискретные входы	Количество	3 (назначаются)
	Номинальное напряжение	24 ВDC - 250 ВDC в 2 диап., биполярн.
	Пороги переключения	устанавливаются переключками
	– для номин. напряжений 24/48 ВDC 60/110/125 ВDC	$U_{срабат}$ 19 ВDC $U_{возвр.}$ 14 ВDC
	– для номин. напряжений 110/125/ 220/250 ВDC	$U_{сраб.}$ 88 ВDC $U_{возвр.}$ 66 ВDC
	Потреб. мощность, в сраб. состоянии	приблиз. 1.8 мА (не зависит от управляющего напряжения)
	Макс. допустимое напряжение	300 ВDC
	Импульсный фильтр на входе	220 нФ конденсатор связи на 220 В с временем восстановления >60 мс
Дискретные выходы	<u>Сигнальные/командные реле</u> (см. также Полные схемы в разделе А.2 Приложения А)	
	Количество:	4, каждый с 1 НО контактом (без напряж.) (настраивается)
	Коммутационная способность замыкание	1000 Вт/ВА
	размыкание	30 ВА 40 Вт резистивн. 25 Вт при L/R 50 мс

<u>Сигнальное реле</u> (переключается)	1, с 1 НО или НЗ контактом
Коммутационная способность	замыкание 1000 Вт/ВА
	размыкание 30 ВА
	40 Вт резистивн.
	25 Вт при L/R 50 мс
<u>Напряжение переключения</u>	250 В
<u>Допустимый ток на контакт</u>	5 А длительно
	30 А в течение 0.5 с
<u>Допустимый ток на контакт по общей линии</u>	5 А длительно
	30 А в течение 0.5 с

4.1.4 Интерфейсы связи

Рабочий интерфейс	– Подключение	на лицевой панели, не изолированный,, RS 232 9-штырьковый DSUB разъем для подключения ПК
	– Работа	с программой DIGSI® 4
	– Скорость передачи	мин. 4 800 Бод; макс. 115200 Бод зав. уставка: 38400 Бод; четн.: 8E1
	– Макс. расстояние передачи	15 м (50 футов)
Сервисный / модемный интерфейс (по заказу)	RS232/RS485/оптич. соотв. версии заказа	изолир. интерфейс передачи данных для работы с DIGSI® 4 или для подключения термодатчика
	<u>RS232</u>	
	– Подключение для утол. монтажа для навесной установки	задняя панель, расположение “С” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса экранированный кабель
	– Проверочное напр.	500 В; 50 Гц
	– Скорость передачи	мин. 4 800 Бод; макс. 115200 Бод заводская уставка: 38400 Бод
	– Макс. расстояние передачи	15 м (50 футов)
	<u>RS485</u>	
	– Подключение для утол. монтажа для навесной установки	задняя панель, расположение “С” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса экранированный кабель
	– Проверочное напр.	500 В; 50 Гц

–	Скорость передачи	мин. 4800 Бод; макс. 115200 Бод заводская уставка: 38400 Бод
–	Макс. расстояние передачи	1000 м (3300 футов)
	<u>оптоволокно</u>	
–	Тип соединения для утопл.монтажа для навесной установки	разъем-ST задняя панель, расположение “С” на наклонном выступе внизу корпуса
–	Длина волны лазера	$\lambda = 820$ нм
–	Тип лазера 1 в соотв. с EN 60825–1/	–2стекловолокно 50/125 $\mu\text{м}$ или стекловолокно 62.5/125 $\mu\text{м}$
–	Допуст. оптич. ослабление сигнала 125 $\mu\text{м}$	макс. 8 dB при исп. стекловолокна 62.5/ 125 $\mu\text{м}$
–	Макс. расстояние передачи	1.5 км (1 миля)
–	Характ. откл. состояния	по выбору; заводская уставка: “СветВык”
<hr/>		
Системный (SCADA) интерфейс (по заказу)	RS232/RS485/оптич. Profibus RS485/Оптич. Profibus в соотв. с версией заказа	изолир. интерфейс передачи данных в главный терминал
	<u>RS232</u>	
–	Подключениедля утопл.монтажа для навесной установки	задняя панель, расположение “В” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса
–	Проверочное напр.	500 В; 50 Гц
–	Скорость передачи	мин. 4800 Бод; макс. 38 400 Бод заводская уставка: 19200 Бод
–	Макс. расстояние передачи	15 м (50 футов)
	<u>RS485</u>	
–	Подключениедля утопл.монтажа для навесной установки	задняя панель, расположение “В” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса
–	Проверочное напр.	500 В; 50 Гц
–	Скорость передачи	мин. 4800 Бод; макс. 38 400 Бод заводская уставка: 19200 Бод
–	Макс. расстояние передачи	1000 м (3300 футов)
	<u>оптоволокно</u>	
–	Тип соединения для утопл.монтажа для навесной установки	разъем-ST задняя панель, расположение “В” на наклонном выступе внизу корпуса
–	Длина волны лазера	$\lambda = 820$ нм
–	Тип лазера 1 в соотв. с EN 60825–1/	–2стекловолокно 50/125 $\mu\text{м}$ или стекловолокно 62.5/125 $\mu\text{м}$

- Допуст. оптич. ослабление сигнала макс. 8 dB при исп. стекловолокна 62.5/125 μm
- Макс. расстояние передачи 1.5 км (1 миля)
- Характ. откл. состояния по выбору; заводская уставка: “СветВык”

Profibus RS485 (FMS и DP)

- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “В” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса
- Проверочное напр. 500 В; 50 Гц
- Скорость передачи до 1.5 МБод
- Макс. расстояние передачи 1000 м (3300 футов) при 93.75 кБод
500 м (1640 футов) при 187.5 кБод
200 м (660 футов) при 1.5 МБод

Оптический Profibus (FMS и DP)

- Тип соединения разъем-ST
FMS: одиночное или двойное кольцо в зависимости версии заказа
DP: только двойное кольцо
- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “В” на наклонном выступе внизу корпуса
- Скорость передачи рекомендуемая: до 1.5 МБод
> 500 кБод
- Длина волны лазера $\lambda = 820 \text{ нм}$
- Тип лазера 1 в соотв. с EN 60825-1/2 оптоволокно 50/125 μm или оптоволокно 62.5/125 μm
- Допуст. оптич. ослабление сигнала макс. 8 dB при исп. стекловолокна 62.5/125 μm
- Макс. расстояние передачи 1.5 км (1 миля)

DNP3.0 RS485

- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “В” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса
- Проверочное напр. 500 В; 50 Гц
- Скорость передачи до 19200 Бод
- Макс. расстояние передачи 1000 м (3300 футов)

Оптический DNP3.0

- Тип соединения разъем-ST прием/передача
- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “В” на наклонном выступе внизу корпуса
- Скорость передачи до 19200 Бод

- Длина волны лазера $\lambda = 820$ нм
- Тип лазера 1 в соотв. с EN 60825–1/–2 оптоволокно 50/125 $\mu\text{м}$ или оптоволокно 62.5/125 $\mu\text{м}$
- Допуст. оптич. ослабление сигнала макс. 8 dB при исп. стекловолокна 62.5/125 $\mu\text{м}$
- Макс. расстояние передачи 1.5 км (1 миля)

MODBUS RS485

- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “B” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса
- Проверочное напр. 500 В; 50 Гц
- Скорость передачи до 19200 Бод
- Макс. расстояние передачи 1000 м (3300 футов)

MODBUS LWL

- Тип соединения разъем-ST прием/передача
- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “B” на наклонном выступе внизу корпуса
- Скорость передачи до 19200 Бод
- Длина волны лазера $\lambda = 820$ нм
- Тип лазера 1 в соотв. с EN 60825–1/–2 оптоволокно 50/125 $\mu\text{м}$ или оптоволокно 62.5/125 $\mu\text{м}$
- Допуст. оптич. ослабление сигнала макс. 8 dB при исп. стекловолокна 62,5/125 $\mu\text{м}$
- Макс. расстояние передачи 1.5 км (1 миля)

Синхронизация времени

- Тип сигнала DCF77/IRIG B-сигнал
- Подключение для утопл. монтажа для навесной установки задняя панель, расположение “A” 9-штырьковый DSUB разъем на наклонном выступе внизу корпуса
- Номинальные уровни сигнала по выбору 5 В, 12 В или 24 В

– Уровни сигналов и нагрузки:

	Номинальное входное напряжение сигнала		
	5 В	12 В	24 В
$U_{I\text{High}}$	6.0 В	15.8 В	31 В
$U_{I\text{Low}}$	1.0 В при $I_{I\text{Low}} = 0.25$ мА	1.4 В при $I_{I\text{Low}} = 0.25$ мА	1.9 В при $I_{I\text{Low}} = 0.25$ мА
$I_{I\text{High}}$	4.5 мА - 9,4 мА	4.5 мА - 9,3 мА	4.5 мА - 8,7 мА
R_I	890 Ω при $U_I = 4$ В 640 Ω при $U_I = 6$ В	1930 Ω при $U_I = 8,7$ В 1700 Ω при $U_I = 15,8$ В	3780 Ω при $U_I = 17$ В 3560 Ω при $U_I = 31$ В

4.1.5 Электрические испытания

Спецификации	Стандарты:	МЭК 60255 (стандарты на продукцию) ANSI/IEEE C37.90.0; C37.90.0.1; C37.90.0.2 DIN 57435 часть 303 См. также стандарты на отдельные испытания
Испытания изоляция	Стандарты:	МЭК 60255–5 и 60870–2–1
	– Высоковольтные испыт. (типовое) все цепи, кроме цепей питания, дискретных входов, и интерфейсов связи/синхр.времени	2.5 кВ (ср.кв); 50 Гц
	– Высоковольтные испыт. (типовое) только цепи питания и дискретные входы	3,5 кВ постоянного тока
	– Высоковольтные испыт. (типовое) только изолир. интерфейсы связи /интерфейсы синхр. времени	500 кВ (ср.кв); 50 Гц
	– Испытание импульсным напряжением (типовой тест) 1.2 / 50 мс; 0.5 Дж; 3 положительн. все цепи за искл. портов связи и 3 отрицат. импульса с интервалом 5 с /интерфейсов синхр.времени, класс III	5 кВ (пик. значение);
Испытания на электромагнитную совместимость (типовые)	Стандарты:	МЭК 60255–6 и –22 (стандарты на продукцию) EN 50082–2 (Общий стандарт) DIN 57435 часть 303
	– Высокочастотные испытания МЭК 60255–22–1, класс III и VDE 0435 часть 303, класс III	2.5 кВ (пиковое значение); 1 МГц; $\tau = 15 \mu\text{с}$; 400 импульсов в с; длительн. теста 2 с $R_i = 200 \Omega$
	– Электростатический разряд МЭК 60255–22–2 класс IV и МЭК 61000–4–2, класс IV	8 кВ контактный разряд; 15 кВ воздушн. разряд, обе полярн.; 150 пФ; $R_i = 330 \Omega$
	– ЭМ излучение ВЧ полем, без модуляции МЭК 60255–22–3 (отчет) класс III	10 В/м; от 27 МГц до 500 МГц
	– ЭМ излучение ВЧ полем, ампл. модуляция; МЭК 61000–4–3, класс III	10 В/м; от 80 МГц до 1000 МГц; 80 % AM; 1 кГц
	– ЭМ излучение ВЧ полем, импульсная модуляция МЭК 61000–4–3/ENV 50204, класс III	10 В/м; 900 МГц; частота повторения 200 Гц; рабочий цикл 50 %
	– Быстрый ПП, перем. возмущение 15 мс; МЭК 60255–22–4 и МЭК 61000–4–4, класс IV	4 кВ; 5/50 нс; 5 кГц; продол. разр. = частота повтор. 300 мс; обе полярности; $R_i = 50 \Omega$; длит. тестир. 1 мин

– Импульсное перенапряжение (SURGE), импульс: 1.2/50 μ s (SURGE), МЭК 61000–4–5		
класс установки 3		
блок питания	общ. реж.:	2 кВ; 12 Ω ; 9 μ F
	дифф. реж.:	1 кВ; 2 Ω ; 18 μ F
аналог. входы, дискр. входы	общ.реж.:	2 кВ; 42 Ω ; 0.5 μ F
и выходы	дифф.реж.:	1 кВ; 42 Ω ; 0.5 μ F
– Линейный ВЧ проводник, амплитудн. 10 В; 150 кГц - 80 МГц; 80 % АМ; 1 кГц модуляция; МЭК 61000–4–6, класс III		
– Магнитное поле с частотой сети	30 А/м длительно; 300 А/м в течение 3 с;	50 Гц
; МЭК 61000–4–8, класс IV; 0.5 мТ; 50 Гц		
МЭК 60255–6		
– Способн. выдерж. колеб. перенапр.	от 2.5 до 3 кВ (пиков.знач);	
	от 1 до 1.5 МГц	
ANSI/IEEE C37.90.1	затухающ.колеб; 50 импульсов в с;	
	длит-ть 2 с; $R_i = 150 \Omega - 200 \Omega$	
– Способн. выдерж. быстротек. перех.	4 кВ - 5 кВ; 10/150 нс; 50 импульсов в с;	
перенапр., ANSI/IEEE C37.90.1	обоих полярн.; длительность 2 с;	
	$R_i = 80 \Omega$	
– Излучаемые электромагнитные помехи	35 В/м; 25 - 1000 МГц	
ANSI/IEEE std C37.90.2	амплитудн. и имп. модуляции	
– Затухающие колебания	2.5 кВ (пик.знач), переменной	
полярности;		
МЭК 60694, МЭК 61000–4–12	100 кГц, 1 МГц, 10 МГц и 50 МГц;	
	$R_i = 200 \Omega$	
Испытания на электромагнитную совместимость (типовые)	Стандарт:	EN 50081–* (Общий стандарт)
	– Помехи проводимости, только напряжение блока питания МЭК–CISPR 22	150 кГц - 30 МГц огр. класс В
	– Интенсивность радио-помех МЭК–CISPR 22	30 МГц - 1000 МГц огр. класс В

4.1.6 Механические испытания

Вибрация и удары во время работы	Стандарты:	МЭК 60255–21 и МЭК 60068
	– Вибрация МЭК 60255–21–1, класс 2 МЭК 60068–2–6	синусоидальная 10 Гц - 60 Гц: амплитуда ± 0.075 мм 60 Гц - 150 Гц: ускорение 1 g частота качаний 1 октава/мин 20 циклов в 3-х ортогональных осях.

	– Удар МЭК 60255–21–2, класс 1 МЭК 60068–2–27	полусинусоидальный ускорение 5 g, длительность 11 мс, 3 удара в каждом направлении в 3-х ортогональных осях
	– Сейсмич. колебания МЭК 60255–21–3, класс 1 МЭК 60068–3–3	синусоидальные 1 Гц - 8 Гц: амплитуда ± 3.5 мм (горизонтальная ось) 1 Гц - 8 Гц: амплитуда ± 1.5 мм (вертикальная ось) 8 Гц - 35 Гц: ускорение 1 g (горизонтальная ось) 8 Гц - 35 Гц: ускорение 0,5 g (вертикальная ось) Частота качаний 1 октава/мин 1 цикл в 3 ортогональных осях
Вибрация и удары во время транспортировки	Стандарты:	МЭК 60255–21 и МЭК 60068
	– Вибрация МЭК 60255–21–1, класс 2 МЭК 60068–2–6	синусоидальная 5 Гц - 8 Гц: амплитуда $\pm 7,5$ мм 8 Гц - 150 Гц: ускорение 2 g Частота качаний 1 октава/мин 20 циклов в 3-х ортогональных осях
	– Удар МЭК 60255–21–2, класс 1 МЭК 60068–2–27	полусинусоидальный ускорение 15 g, длительность 11 мс, 3 удара в каждом направлении в 3-х ортогональных осях
	– Продолжительные удары МЭК 60255–21–2, класс 1 МЭК 60068–2–29	полусинусоидальные ускорение 10 g, длительность 16 мс, 1000 ударов в каждом направлении в 3-х ортогональных осях

4.1.7 Испытания климатическими воздействиями

Температура окружающей среды	Стандарты:	МЭК 60255–6
	– рекомендуемая рабочая температура	от -5 °C до $+55$ °C (от $+23$ °F до $+131$ °F)
	– временно допуст. температура рабочая температура	от -20 °C до $+70$ °C (от -4 °F до 158 °F)
	Видимость на экране снижается при темпер. $+55$ °C/ 130 °F	В состоянии покоя, т.е. нет сраб. и индикации
	– временно допуст. темп. хранения	от -25 °C до $+55$ °C (от -13 °F до 131 °F)
	– временно допуст. темп. транспортировки	от -25 °C до $+70$ °C (от -13 °F до 158 °F)
	Хранение и транспортировка устройства только в заводской упаковке!	

Влажность	<p>Допустимая влажность относит. влажность в течен.</p>	<p>Относит. влажн. в средн. за год 75 %</p> <p>56 дней в году до 93 % необходимо избегать конденсации!</p>
<p>Все устройства должны устанавливаться так, чтобы они не попадали под действие прямых солнечных лучей, а также не оказывались под влиянием больших перепадов температур, которые могут привести к конденсации.</p>		

4.1.8 Условия работы

Устройство предназначено для использования в промышленных условиях эксплуатации и на электроэнергетических установках, для размещения в любых релейных помещениях при условии обеспечения требований к установке и электромагнитной совместимости. Дополнительно рекомендуется следующее:

- Все контакты и реле, размещенные в одном шкафу или на одной панели с микропроцессорными устройствами защиты, должны быть снабжены искрогасительными контурами.
- На подстанциях класса напряжения 100 кВ и выше все внешние кабели должны экранироваться проводящим материалом, заземленным на обоих концах. Экран должен выдерживать токи повреждения. Для распределительных устройств напряжением менее 100 кВ особых требований обычно не выставляется.
- Не вытаскивайте и не вставляйте отдельные модули или платы, пока защитное устройство находится под напряжением. В вынутом состоянии многие конструктивные элементы подвергаются опасности из-за электростатических зарядов, при работе с блоками необходимо учитывать предписания ESD (для электростатических опасных конструктивных элементов). Модули, платы и устройство не подвергаются опасности, когда устройство находится в собранном состоянии.

4.1.9 Конструкция

Корпус	7XP20
Размеры	см. схемы устройства, раздел 4.15
Вес (масса), приблизит.	
– корпус для утопленного монтажа, размер	$1/2$ 5,1 кг (11 $1/4$ фунта)
– корпус для навесной установки, размер	$1/2$ 9,6 кг (21 $1/4$ фунта)
Степень защиты в соответствии с МЭК 60529	
– для различных исполнений устройства	
корпус для навесной установки	IP 51
корпус для утопленного монтажа	
передн.стенка	IP 51
задн.стенка	IP 50
– для защиты персонала	IP 2x с защитной крышкой

4.2 Дифференциальная защита

4.2.1 Общая информация

Величины срабатывания	Дифф. ток	$I_{\text{дифф}} > / I_{\text{НОБ}}$	0.05 - 2.00	(с шагом 0.01)
	Грубая ступень	$I_{\text{дифф}} >> / I_{\text{НОБ}}$	0.5 - 35.0 или ∞ (ступень выведена)	(с шагом 0.1)
	Сраб. при включении (множитель для $I_{\text{дифф}} >$)		1.0 - 2.0	(с шагом 0.1)
	Дополнительное торможение при внешних повреждениях ($I_{\text{торм}} >$ установл.знач.) время работы	$I_{\text{доп}} / I_{\text{НОБ}}$	2.00 - 15.00 2 - 250 циклов или ∞ (до возврата)	(с шагом 0.01) (с шагом в 1 цикл)
	Характеристика срабатывания		см. Рис. 4-1	
	Погрешности (на заданных параметрах.)			
	– $I_{\text{дифф}} >$ ступени и хар-ки – $I_{\text{дифф}} >>$ ступени		5 % от величины уставки 5 % от величины уставки	
Выдержки времени	Выд.врем. ступени $I_{\text{дифф}} > T_{I-\text{дифф}} >$		0.00 с - 60.00 с или ∞ (нет срабатывания)	(с шагом 0.01 с)
	Выд.врем. ступени $I_{\text{дифф}} >> T_{I-\text{дифф}} >>$		0.00 с - 60.00 с или ∞ (нет срабатывания)	(с шагом 0.01 с)
	Погрешность по времени		1 % от уставки или 10 мс	
	Уставки по времени являются чистыми выдержками времени			

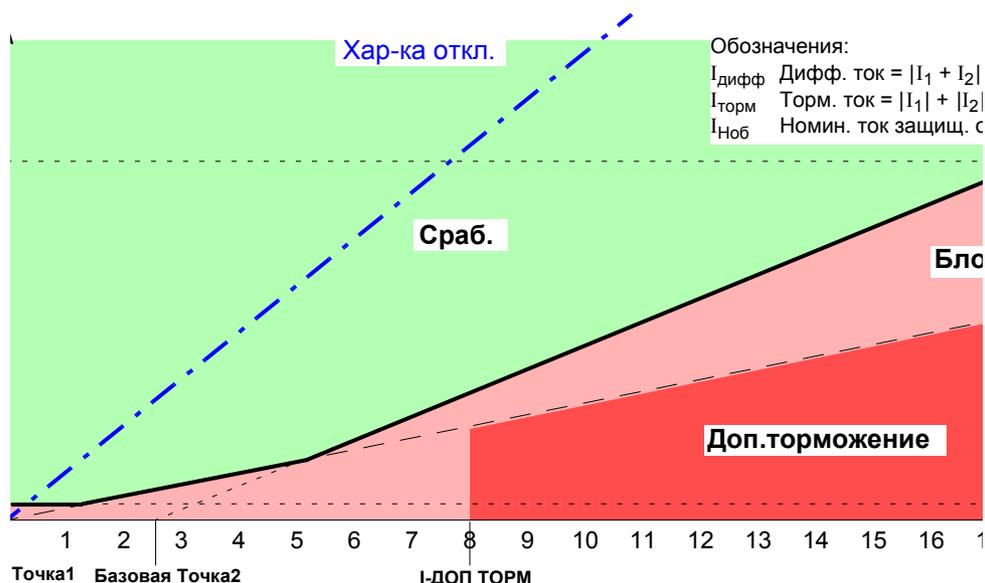


Рисунок 4-1 Характеристика отключения дифференциальной защиты

4.2.2 Трансформаторы

Торможение по гармоникам	Отстройка от броска (2-я гармоника)	I_{2fH}/I_{fH}	10 % - 80 % см. также Рис. 4-2	(с шагом 1 %)
	Отстройка от высших гармоник (n-я) (по выбору 3-я или 5-я)	I_{nfH}/I_{fH}	10 % - 80 % см. также Рис. 4-3	(с шагом 1 %)
	Функция перекр. блокировки макс. время действ. перекр. блокир.		может быть активизир./деактивизир. 2 - 1000 циклов (с шагом в 1 цикл)	
			или 0 (перекр. блок. деактивизир.) или ∞ (активна до возврата)	
Времена срабатывания	Время сраб./время возврата при питании с одного конца			
	Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
	при $1.5 \times I_{дифф} >$	38 мс	35 мс	85 мс
	при $1.5 \times I_{дифф} >>$	25 мс	22 мс	55 мс
при $5 \times I_{дифф} >>$	19 мс	17 мс	25 мс	
Время возврата, приближ.	35 мс	30 мс	80 мс	
	Коэффициент возврата приближ.	0.7		
Приведение токов трансформаторов	Векторная группа	0 - 11 (30°)		(с шагом 1)

	Тип нейтрали	заземл. или не заземл. (для кажд. обм.)
Частота	Коррекция частоты в диапазоне	0.9 f/f_H 1.1
	Влияние частоты	см. Рис. 4-4

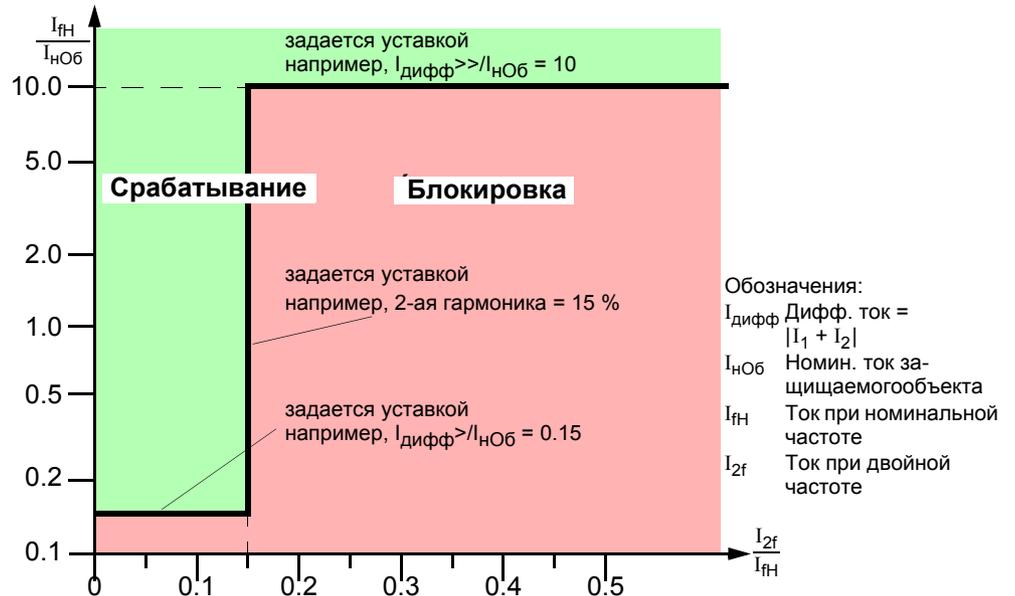


Рисунок 4-2 Отстройка от 2-й гармоники (при защите трансформатора)

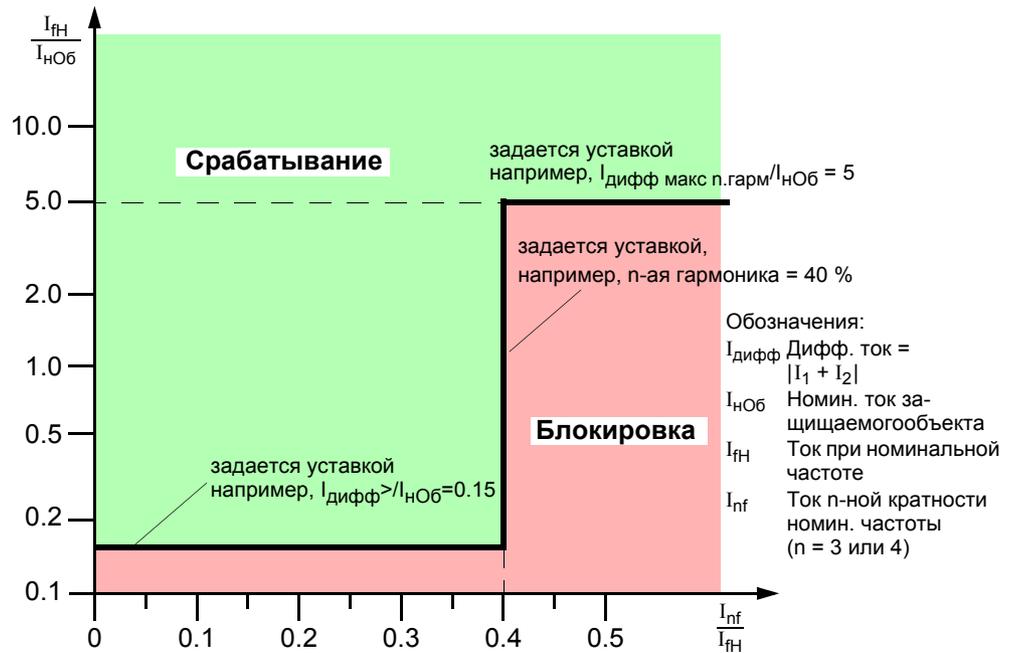


Рисунок 4-3 Отстройка от n-й гармоники (при защите трансформатора)

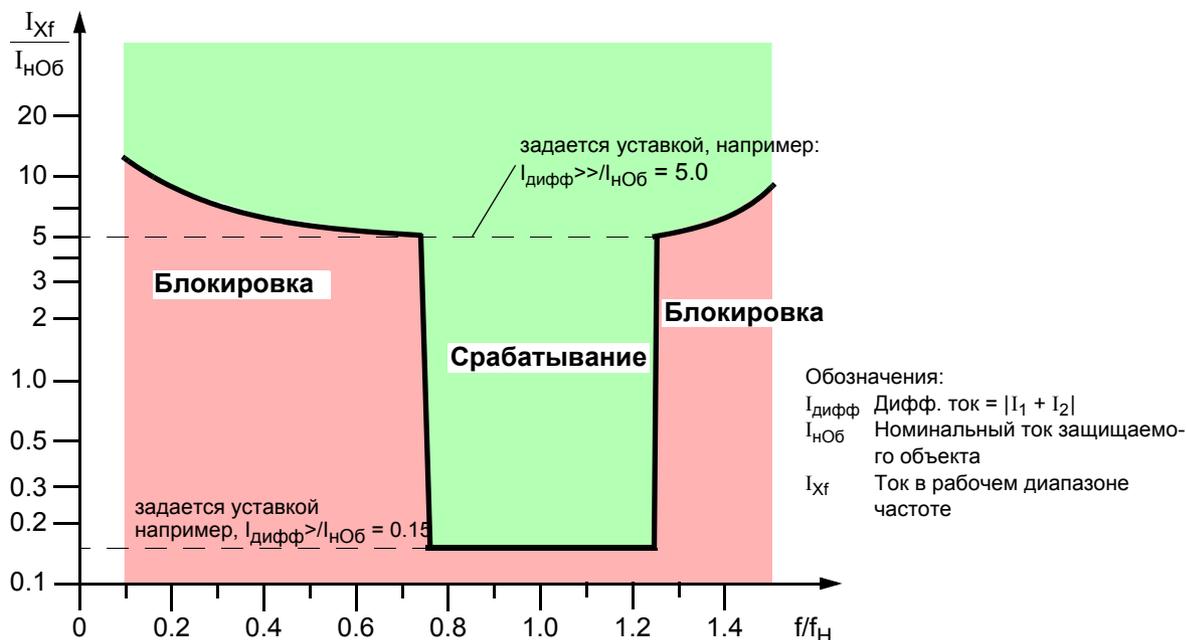


Рисунок 4-4 Зависимость срабатывания от частоты (при защите трансформатора)

4.2.3 Дифзащита генераторов, двигателей, реакторов

Времена срабатывания	Время сраб./время возврата при питании с одного конца			
	Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
	при $1.5 \times I_{\text{дифф}} >$	38 мс	35 мс	85 мс
	при $1.5 \times I_{\text{дифф}} \gg$	25 мс	22 мс	55 мс
	при $5 \times I_{\text{дифф}} \gg$	19 мс	17 мс	25 мс
	Время возврата, приблиз.	35 мс	30 мс	80 мс
	Коэффициент возврата, приблиз.	0.7		
Частота	Коррекция частоты в диапазоне	0.9 f/f_n 1.1		
	Влияние частоты	см. Рис. 4-5		

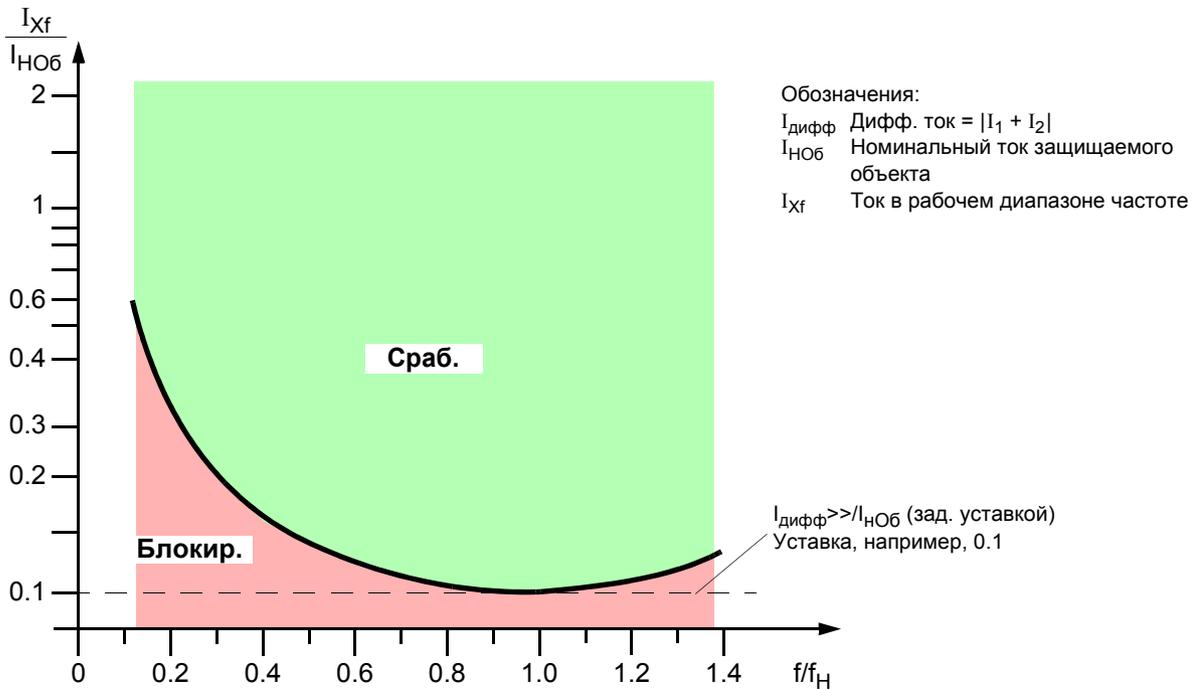


Рисунок 4-5 Зависимость срабатывания от частоты (при защите генератора/двигателя)

4.2.4 Дифзащита шин, узлов, коротких линий

Контроль дифф. тока	Контроль дифференциального тока в нормальном режиме	$I_{\text{дифф контр}}/I_{\text{нОб}}$ 0.15 - 0.80	(с шагом 0.01)
	Выд. врем. блокировки по контролю дифф.тока	$T_{\text{дифф контр}}$ 1 с - 10 с	(с шагом 1 с)
Контроль тока присоединения	Запуск от функции контр.тока присоед.	$I_{\text{разр сигн откл}}/I_{\text{нОб}}$ 0.20 - 2.00 или 0 (пуск всегда)	(с шагом 0.01)

Времена срабатывания	Время сраб./время возврата при питании с одного конца			
	Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
	при $1.5 \times I_{\text{дифф}} >$	25 мс	25 мс	50 мс
	при $1.5 \times I_{\text{дифф}} >>$	20 мс	19 мс	45 мс
	при $5 \times I_{\text{дифф}} >>$	19 мс	17 мс	35 мс
	Время возврата, приблиз.	30 мс	30 мс	70 мс
	Коэффициент возврата, приблиз.	0.7		
Частота	Коррекция частоты в диапазоне	0.9 f/f_H 1.1		
	Влияние частоты	см. Рис. 4-5		

4.3 Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной

Уставки	Дифф. ток	$I_{\text{диф33}} > I_{\text{НОБ}}$	0.05 to 2.00	(с шагом 0.01)	
	Предельный угол	$\varphi_{\text{диф33}}$	110° (фиксированный)		
	Характеристика срабатывания		см. Рис. 4-6		
	Погрешность срабатывания		5 % при $I < 5 \times I_{\text{H}}$		
	Выд. времени	$T_{\text{диф33}}$	0.00 с - 60.00 с	(с шагом 0.01 с)	
			или ∞ (нет срабатывания)		
	Погрешность по времени		1 % от уставки или 10 мс		
	Уставки по времени являются чистыми выдержками времени				
Времена срабатывания	Время срабатывания при частоте		50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
	при $1.5 \times I_{\text{диф33}} >$, приближ.		40 мс	38 мс	100 мс
	при $2,5 \times I_{\text{диф33}} >$, приближ.		37 мс	32 мс	80 мс
	Время возврата, приближ.		40 мс	40 мс	80 мс
	Коэффициент возврата, приближ.		0.7		
Частота	Погрешность по частоте		1 % в диапазоне $0.9 f/f_{\text{H}} 1.1$		

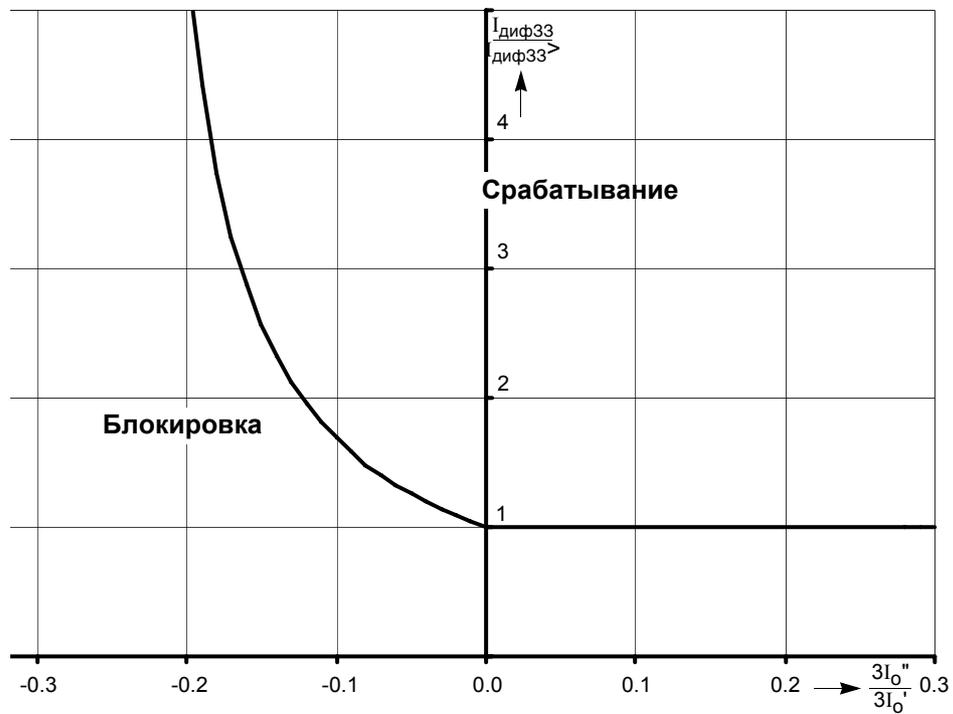


Рисунок 4-6 Характеристика отключения дифзащиты от замыканий на землю с огр. зоной в зависимости от отношений токов нулевой последовательности $3I_0''/3I_0'$ (оба тока находятся в одной фазе или противофазе)

4.4 Максимальная токовая защита для фазных токов и тока нулевой последовательности

Характеристики	Ступени с независ. выд. врем.(DT)		$I_{\phi}>>, 3I_{0}>>, I_{\phi}>, 3I_{0}>$	
	Ступени с обратозависимыми выдержками времени(IT) I_{ϕ} , $3I_{0P}$ (в соотв. с МЭК или ANSI)		может быть выбрана одна из кривых в соотв. с Рис. от 4-7 до 4-9 или же характеристики отключение и возврата могут быть заданы пользователем	
	Хар-ки сброса (IT) (в соотв. с ANSI с эмуляцией диска)		см. Рис. 4-10 и 4-11	
Токвые ступени	Грубые ступени	$I_{Ph}>>$	0.10 A - 35.00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A) или ∞ (ступень выведена)	
		$T_{I_{Ph}>>}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)	
		$3I_{0}>>$	0.05 A - 35.00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A) или ∞ (ступень выведена)	
		$T_{3I_{0}>>}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)	
	Ступени с независ.выд.врем. $I_{Ph}>$		$I_{Ph}>$	0.10 A - 35.00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A) или ∞ (ступень выведена)
			$T_{I_{Ph}>}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
			$3I_{0}>$	0.05 A - 35.00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A) или ∞ (ступень выведена)
			$T_{3I_{0}>}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Ступени с инверсн.выд.врем. I_{ϕ} (в соотв. с МЭК)		I_{ϕ}	0.10 A - 4.00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A)
			$T_{I_{\phi}}$	0.05 с - 3.20 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
			$3I_{0P}$	0.05 A - 4,00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A)
			$T_{3I_{0P}}$	0.05 с - 3,20 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Ступени с инверсн.выд.врем. I_{ϕ} (в соотв. с ANSI)		I_{ϕ}	0,10 A - 4,00 A ¹⁾ (с шагом 0,01 A)
			$D_{I_{\phi}}$	0,50 с - 15,00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
			$3I_{0P}$	0.05 A - 4,00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A)
			$D_{3I_{0P}}$	0.50 с - 15,00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)

Погрешности с независ.выд.врем.	по току по времени	3 % от уставки или 1 % номин. тока 1 % от уставки или 10 мс
Погрешности с инверсн.выд.врем. (в соотв. с МЭК	по току по времени	Сраб. при $1,05 I/I_p$ 1,15; или $1,05 I/3I_{0p}$ 1,15 5 % ± 15 мс при $f_H = 50/60$ Гц 5 % ± 45 мс при $f_H = 16^{2/3}$ Гц для $2 \leq I/I_p \leq 20$ и T_{Ip}/c 1; или $2 \leq I/3I_{0p} \leq 20$ и T_{3I0p}/c 1
(в соотв. с ANSI)	по времени	5 % ± 15 мс при $f_H = 50/60$ Гц 5 % ± 45 мс при $f_H = 16^{2/3}$ Гц для $2 \leq I/I_p \leq 20$ и D_{Ip}/c 1; или $2 \leq I/3I_{0p} \leq 20$ и T_{3I0p}/c 1

Уставки по времени являются чистыми выдержками времени.

¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_H = 1$ А; для $I_H = 5$ А их необх. умножить на 5.

Времена срабатывания ступеней с независимыми выдержками времени

Время сраб./время возврата ступеней для фазных токов

Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
без отстройки от броска, мин.	20 мс	18 мс	30 мс
без отстройки от броска, типовое	25 мс	23 мс	45 мс
с отстройкой от броска, мин.	40 мс	35 мс	85 мс
с отстройкой от броска, типовое	45 мс	40 мс	100 мс
Время возврата, типовое	30 мс	30 мс	80 мс

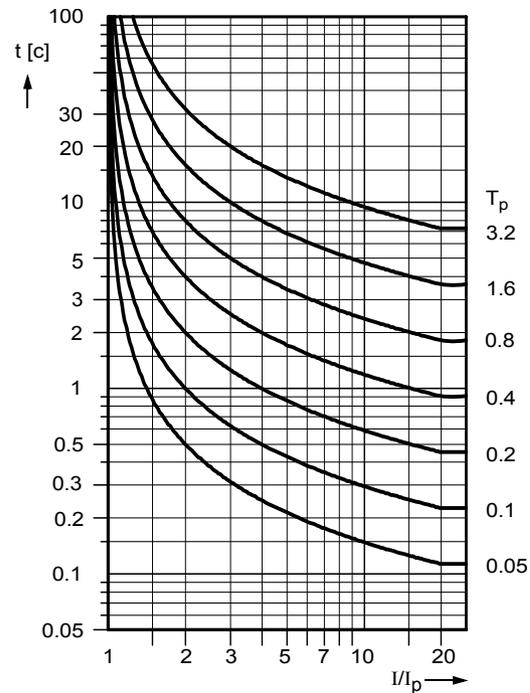
Время сраб./время возврата ступеней для фазных токов

Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
без отстройки от броска, мин.	40 мс	35 мс	100 мс
без отстройки от броска, типовое	45 мс	40 мс	105 мс
с отстройкой от броска, мин.	40 мс	35 мс	100 мс
с отстройкой от броска, типовое	45 мс	40 мс	105 мс
Время возврата, типовое	30 мс	30 мс	80 мс

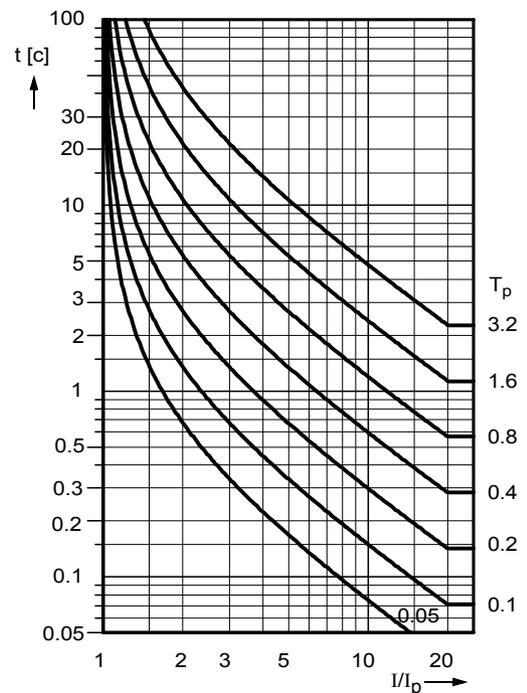
Кoeff. возврата	Токовые ступени	приблиз. 0.95 для I/I_H 0.5	
Блокировка от броска	Отстройка от броска (2-я гармоника) I_{2H}/I_H	10 % - 45 %	(с шагом 1 %)
	Нижний передел работы	$I > 0.2$ А ¹⁾	
	Макс. ток блокир.	0.03 А - 25.00 А ¹⁾	(с шагом 0.10 А)
	Функция перекр. блокировки макс. время действ. перекр. блокир.	может быть активизир./деактивизир. 0.00 с - 180 с	(с шагом 0.01 с)

¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_H = 1$ А; для $I_H = 5$ А их необх. умножить на 5.

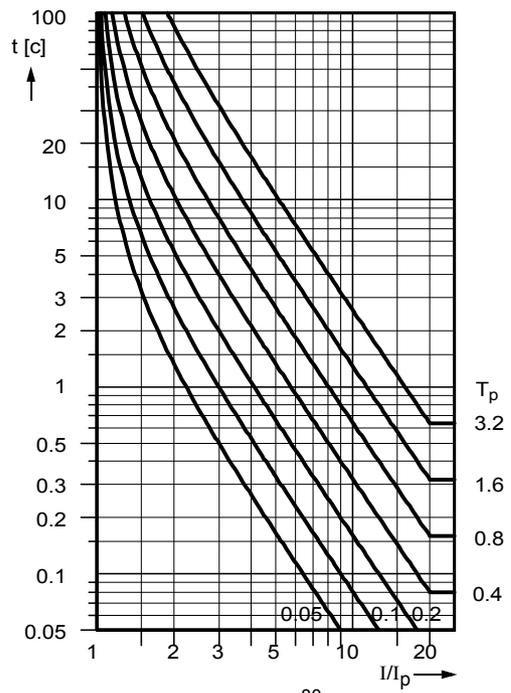
Частота	Погрешность по частоте	1 % в диапазоне $0.9 f/f_H$ 1.1
----------------	------------------------	---------------------------------



Инверсная: (тип А)
$$t = \frac{0,14}{(I/I_p)^{0,02} - 1} \cdot T_p \text{ [c]}$$

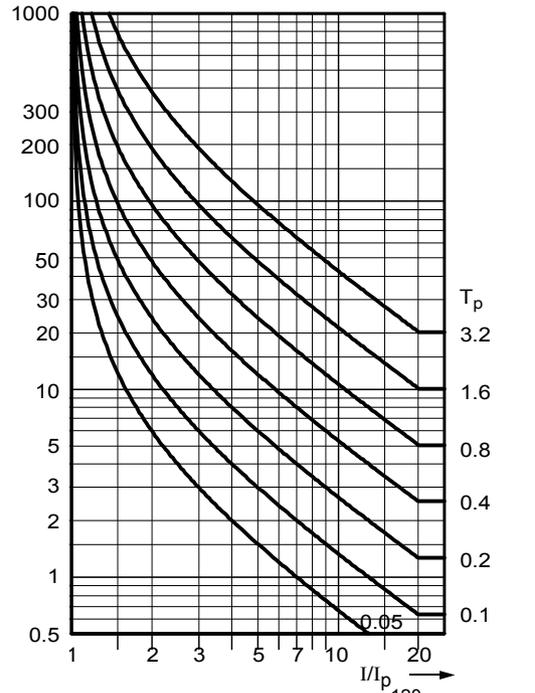


Сильно инверсная (тип В)
$$t = \frac{13,5}{(I/I_p)^1 - 1} \cdot T_p \text{ [c]}$$



Предельно инверсн.: (тип С)
$$t = \frac{80}{(I/I_p)^2 - 1} \cdot T_p \text{ [c]}$$

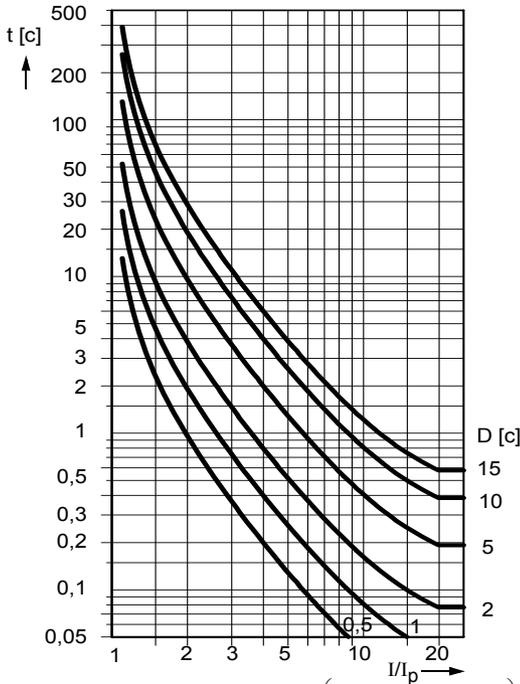
t время откл.
 T_p множитель
 I ток повреждения
 I_p уставка срабатывания



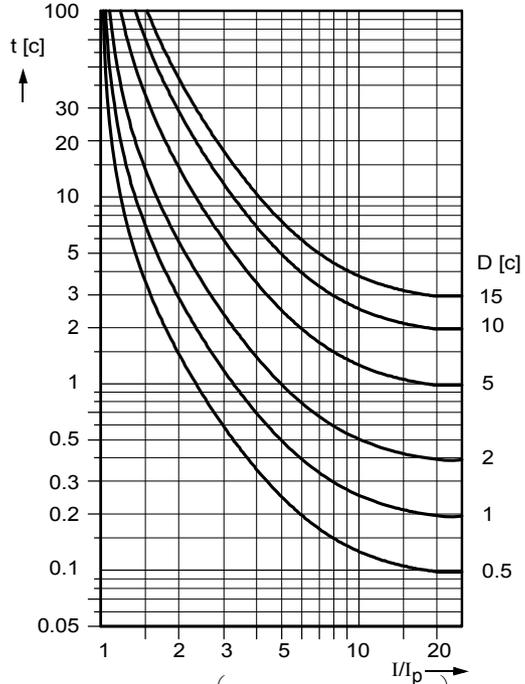
Длительно-инверсная: не примен. для защитой от несимм. нагр.
$$t = \frac{120}{(I/I_p)^1 - 1} \cdot T_p \text{ [c]}$$

Примечания: Сам. коротк. время откл. $16^{2/3}$ Гц - 100 мс.
 Для остат. тока читайте $3I_{op}$ вместо I_p и T_{3Iop} вместо T_p
 для тока замыкания $I_{Eр}$ вместо I_p и $T_{IЕр}$ вместо T_p
 для несимм. нагрузки $I_{2р}$ вместо I_p и $T_{I2р}$ вместо T_p

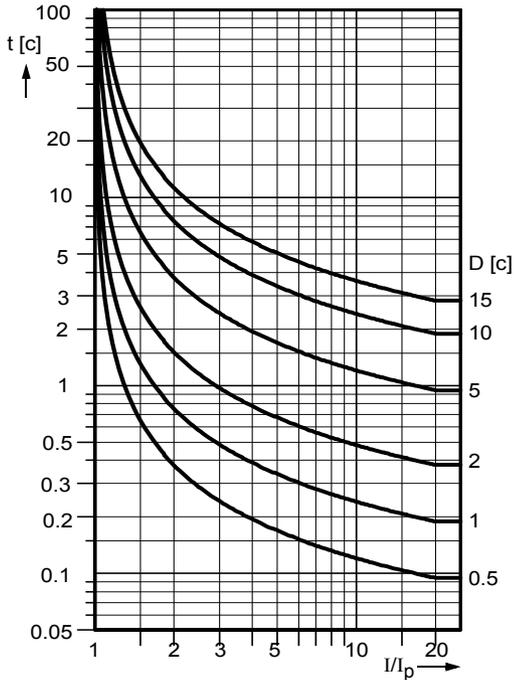
Рисунок 4-7 Характеристики времени отключения для максимальной токовой защиты с инверсной выдержкой времени и защиты от несбалансированной нагрузки, в соответствии со стандартом МЭК



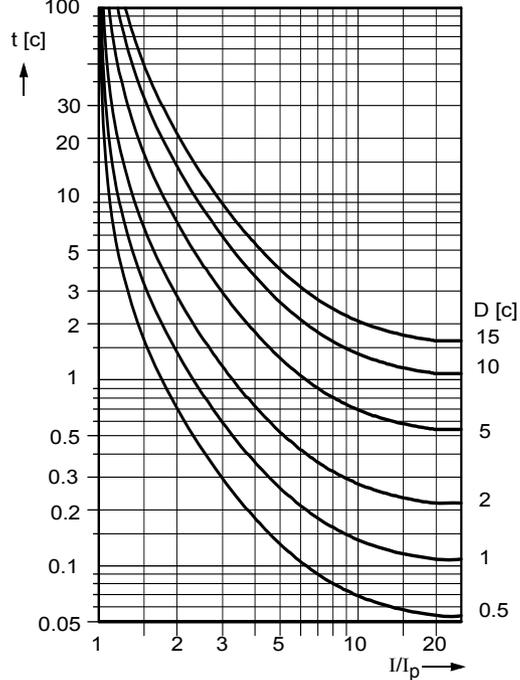
Предельно инверсная $t = \left(\frac{5.64}{(I/I_p)^2 - 1} + 0.02434 \right) \cdot D$ [с]



Инверсная $t = \left(\frac{8.9341}{(I/I_p)^{2.0938} - 1} + 0.17966 \right) \cdot D$ [с]



Средне-инверсная $t = \left(\frac{0.0103}{(I/I_p)^{0.02} - 1} + 0.0228 \right) \cdot D$ [с]

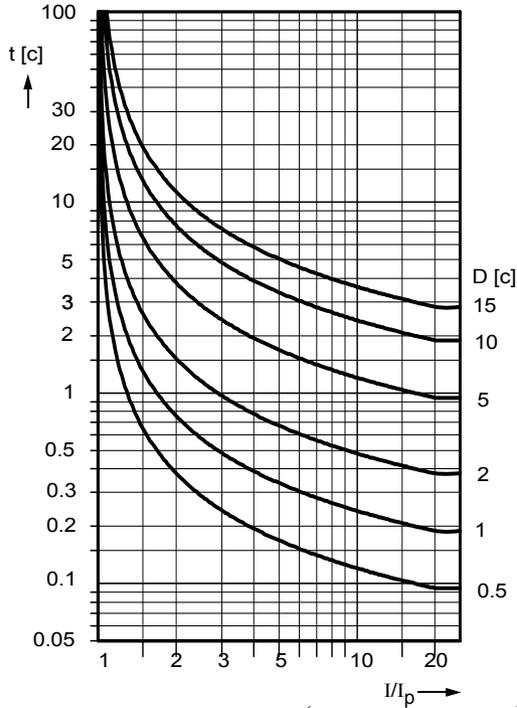


Сильно инверсная $t = \left(\frac{3.992}{(I/I_p)^2 - 1} + 0.0982 \right) \cdot D$ [с]

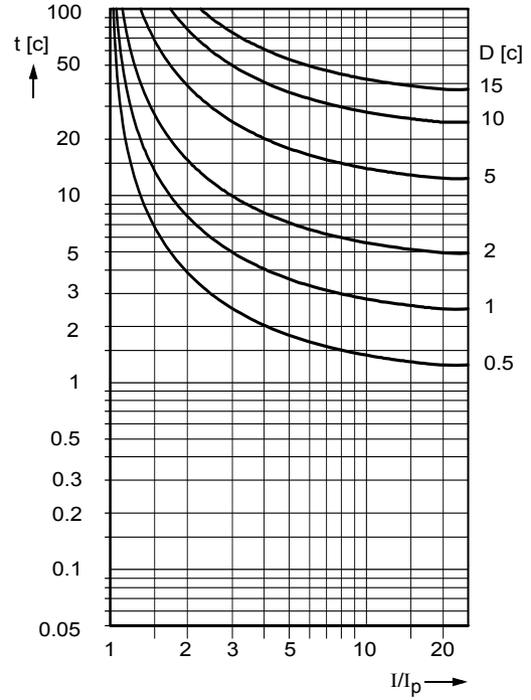
t время откл.
D уст. время
I ток повреждения
I_p уставка срабатывания

Примечания: Сам. коротк. время откл. 16²/3 Гц - 100 мс.
Для остат. тока читайте 3I_{оп} вместо I_p
для тока замык. читайте I_{ЭР} вместо I_p
для несимм. нагрузки читайте I_{2p} вместо I_p

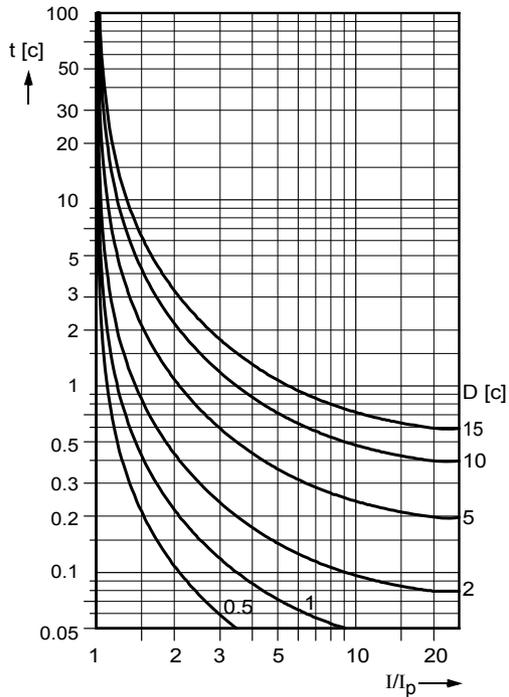
Рисунок 4-8 Характеристики времени отключения для максимальной токовой защиты с инверсной выдержкой времени и защиты от несбалансированной нагрузки, в соответствии со стандартом ANSI/IEEE



Определенно инверсная $t = \left(\frac{0.4797}{(I/I_p)^{1.5625} - 1} + 2.1359 \right) \cdot D$ [c]



Длительно инверсная $t = \left(\frac{5.6143}{(I/I_p) - 1} + 2.18592 \right) \cdot D$ [c]



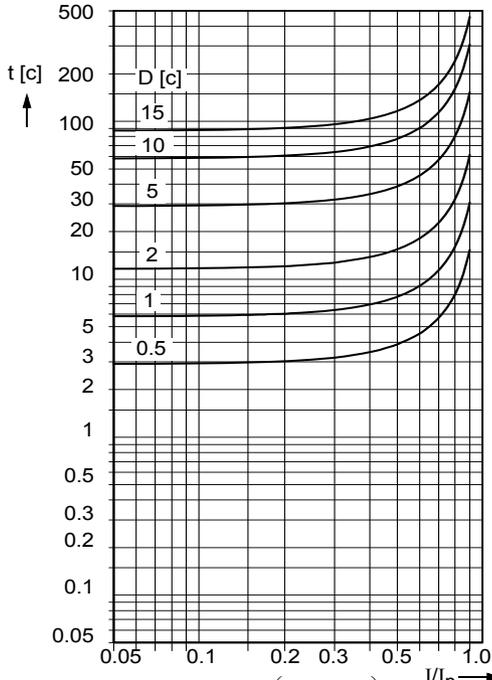
Коротко инверсная $t = \left(\frac{0.2663}{(I/I_p)^{1.2969} - 1} + 0.03393 \right) \cdot D$ [c]

t время откл.
D уст. время
I ток повреждения
I_p уставка срабатывания

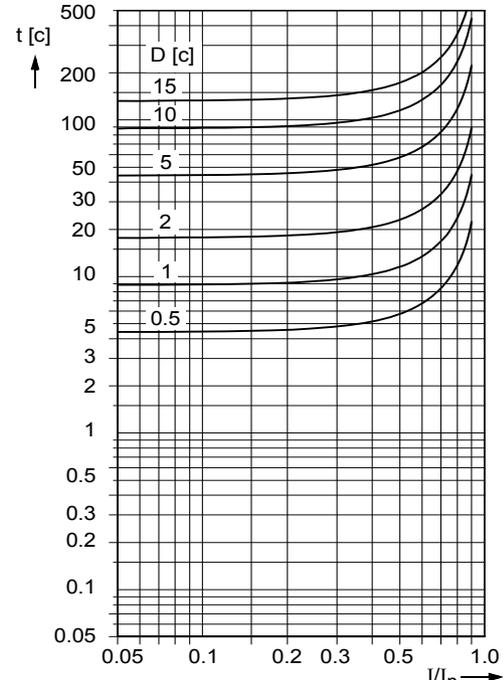
Примечания:

Сам. коротк. время откл. $16^{2/3}$ Гц - 100 мс.
Для тока нулев. посл. читайте $3I_{0p}$ вместо I_p
для тока замык. на землю читайте $I_{Eр}$
вместо I_p а

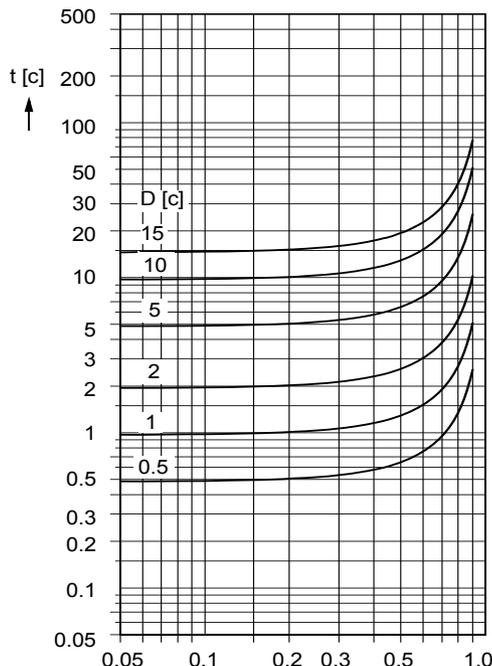
Рисунок 4-9 Характеристики времени отключения для максимальной токовой защиты с инверсной выдержкой времени в соответствии с ANSI/IEEE



Предельно инверсная $t = \left(\frac{5.82}{(I/I_p)^2 - 1} \right) \cdot D$ [c]

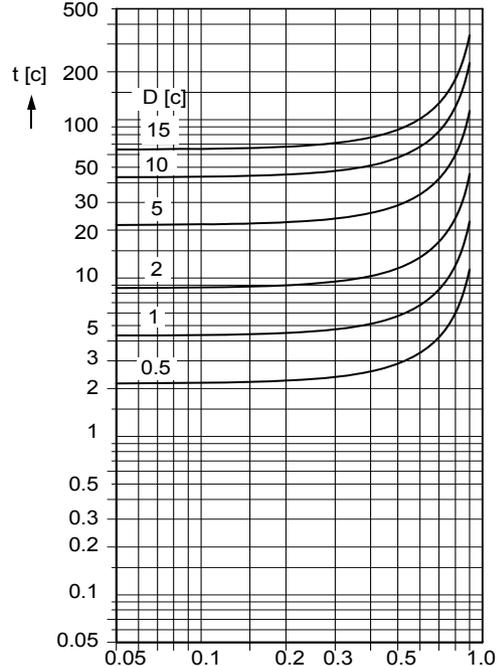


Инверсная $t = \left(\frac{8.8}{(I/I_p)^{2.0938} - 1} \right) \cdot D$ [c]



Средне-инверсная $t = \left(\frac{0.97}{(I/I_p)^2 - 1} \right) \cdot D$ [c]

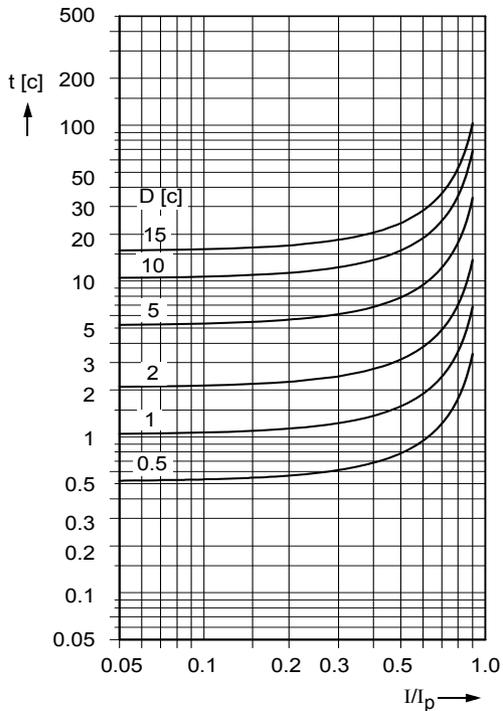
- t время откл.
- D уст. время
- I ток повреждения
- I_p уставка срабатывания



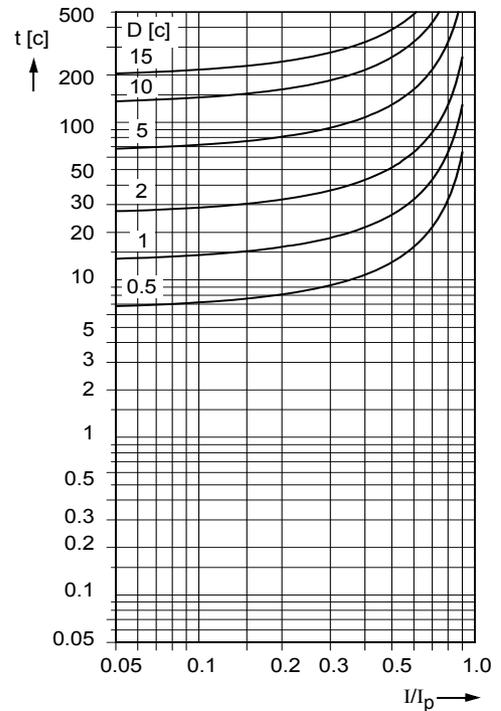
Сильно инверсная $t = \left(\frac{4.32}{(I/I_p)^2 - 1} \right) \cdot D$ [c]

Примечания: Для тока нулев. посл. читайте 3I_{0p} вместо I_p
 для тока замык. на землю читайте I_{Ер} вместо I_p
 для несимм. нагрузки читайте I_{2p} вместо I_p

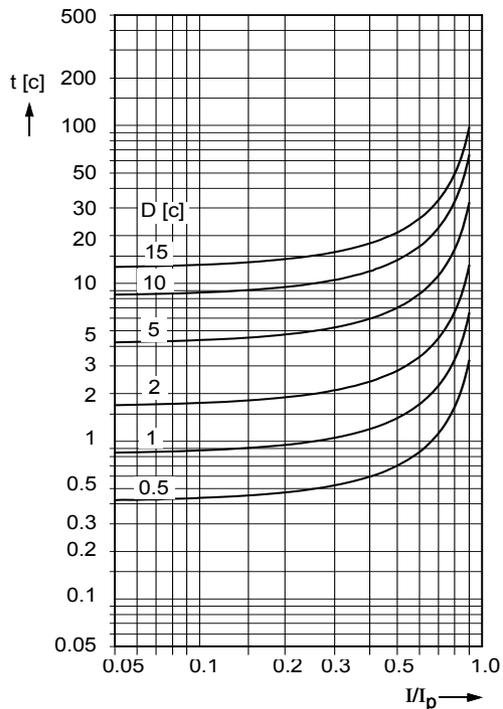
Рисунок 4-10 Характеристики времени возврата для максимальной токовой защиты с инверсной выдержкой времени и защиты от несбалансированной нагрузки, в соответствии со стандартом ANSI/IEEE



Определенно инверсная $t = \left(\frac{1.0394}{(I/I_p)^{1.5625} - 1} \right) \cdot D$ [c]



Длительно инверсная $t = \left(\frac{12.9}{(I/I_p)^1 - 1} \right) \cdot D$ [c]



Коротко инверсная $t = \left(\frac{0.831}{(I/I_p)^{1.2969} - 1} \right) \cdot D$ [c]

t время возврата
D уст. время
I прерываемый ток
I_p уставкa срабатывания

Примечания:

Для тока нулев. посл. читайте $3I_{0p}$ вместо I_p
для тока замык. на землю $I_{Eр}$ вместо I_p

Рисунок 4-11 Характеристики времени возврата максимальной токовой защиты с инверсной выдержкой времени с эмуляцией диска, в соответствии с ANSI/IEEE

4.5 Максимальная токовая защита от замыканий на землю

Характеристики	Ступени с независ. выд. врем.(DT)	$I_{E>>}, I_{E>}$
	Ступени с инв. выд. врем.(IT) (в соотв. с МЭК или ANSI)	I_{EP} может быть выбрана одна из кривых в соотв. с Рис. от 4-7 до 4-9 или же характеристики отключение и возврата могут быть заданы пользователем
	Хар-ки сброса (IT) (в соотв. с . ANSI с эмуляцией диска)	см. Рис. 4-10 и 4-11
Токовые ступени	Грубая токов. ступень $I_{E>>}$	0.05 А - 35.00 А ¹⁾ (с шагом 0.01 А) или ∞ (ступень выведена)
	$T_{IE>>}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Ступени с независ.выд.врем. $I_{E>}$	0,05 А - 35,00 А ¹⁾ (с шагом 0.01 А) или ∞ (ступень выведена)
	$T_{IE>}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Ступени с обр.завис. $X_{BV}I_{EP}$ (в соотв.с МЭК)	T_{IEP} 0.05 А - 4,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А) 0,05 с - 3.20 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Ступени с инверсн.выд.врем. I_{EP} (в соотв. с ANSI)	D_{IEP} 0,05 А - 4,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А) 0,50 с - 15.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Погрешн. независ. выд. врем.по току по времени	3 % от уставки или 1 % номин. тока 1 % от уставки или 10 мс
	Погрешн. инв. выд. врем.токпо току (в соотв. с МЭК по времени)	Сраб. при 1,05 I/I_{EP} 1,15 5 % ± 15 мс при $f_H = 50/60$ Гц 5 % ± 45 мс при $f_H = 16^2/3$ Гц для $2 \leq I/I_{EP} \leq 20$ и $T_{IEP}/c \geq 1$
	(в соотв. с ANSI) по времени	5 % ± 15 мс при $f_H = 50/60$ Гц 5 % ± 45 мс при $f_H = 16^2/3$ Гц для $2 \leq I/I_{EP} \leq 20$ и $D_{IEP}/c \geq 1$

Уставки по времени являются чистыми выдержками времени.

¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_H = 1$ А; для $I_H = 5$ А их необх. умножить на 5.

4.6 Динамическое срабатывание при холодной нагрузке для максимальной токовой защиты с

Времена срабатывания ступеней с независимыми выдержками времени	Время срабатывания/время возврата			
	Время срабатыв. при частоте	50 Гц	60 Гц	16 ² / ₃ Гц
	без отстройки от броска, мин.	20 мс	18 мс	30 мс
	без отстройки от броска, типовое	25 мс	23 мс	45 мс
	с отстройкой от броска, мин.	40 мс	35 мс	85 мс
	с отстройкой от броска, типовое	45 мс	40 мс	100 мс
	Время возврата, типовое	30 мс	30 мс	80 мс
Кэфф. возврата	Токовые ступени	приблиз. 0,95 для I/I _н 0,5		
Блокировка от броска	Отстройка от броска (2-я гармоника) I_{2fH}/I_{fH}	10 % - 45 %	(с шагом 1 %)	
	Нижний предел работы	$I > 0,2 A^1$		
	Макс. ток блокир.	0,30 А - 25,00 А ¹⁾	(с шагом 0,01 А)	
	¹⁾ Вторичные величины основываются на I _н = 1 А; для I _н = 5 А их необх. умножить на 5.			
Частота	Погрешность по частоте	1 % в диапазоне 0,9 f/f _н 1,1		

4.6 Динамическое срабатывание при холодной нагрузке для максимальной токовой защиты с выдержкой времени

Контроль времени	Критерий пуска выключателя	по дискр. входу от пром. контакта	
		или токовый критерий (назначенной стороны)	
	Врем.разомкн.сост.выкл. $T_{Откл}$ Сост	0 с - 21600 с (= 6 ч)	(с шагом 1 с)
	Время действия $T_{Дейст}$ Дин	1 с - 21600 с (= 6 ч)	(с шагом 1 с)
Ускор. время возврата $T_{Снят}$ Дейст	1 с - 600 с (= 10 мин)	(с шагом 1 с)	или ∞ (нет срабатывания)
Диапазоны уставок и изменяемые величины	Динамич.парам. по току срабатывания и выд.времени или временные коэф. .	Диапазоны уставок и шаги изменения те же, что и для функций, на кот., оказ. влияние	

4.7 Однофазная максимальная токовая защита

Токовые ступени	Груб. токов. ступень	$I_{>>}$	0,05 А - 35,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А) 0,003 А - 1,500 А ²⁾ (с шагом 0,001 А) или ∞ (ступень выведена)
		$T_{I_{>>}}$	0.00 с - 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
	Ступень с независ. ХВВ $I_{>}$	$I_{>}$	0,05 А - 35,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А) 0,003 А - 1,500 А ²⁾ (с шагом 0,001 А) или ∞ (ступень выведена)
		$T_{I_{>}}$	0.00 с - 60,00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)
Погрешности		по току	3 % от уставки или 1 % от номин. тока при $I_H = 1$ А или 5 А; 5 % от уставки или 3 % от номин. тока при $I_H = 0,1$ А
		по времени	1 % от уставки или 10 мс

Уставки по времени являются чистыми выдержками времени.

¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_H = 1$ А; для $I_H = 5$ А их необх. умножить на 5.

²⁾ Вторичн. величины для высочувствит. входа по току I_7 , не зависят от ном. тока.

Времена срабатывания	Время срабатывания/время возврата			
	Время срабатыв. при частоте	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
	минимальное	20 мс	18 мс	35 мс
	типовое	30 мс	25 мс	80 мс
	Время возврата, типовое	30 мс	27 мс	80 мс

Козфф. возврата	Токовые ступени	приблиз. 0,95 для I/I_H 0,5
Частота	Погрешность по частоте	1 % в диапазоне 0,9 f/f_H 1,1

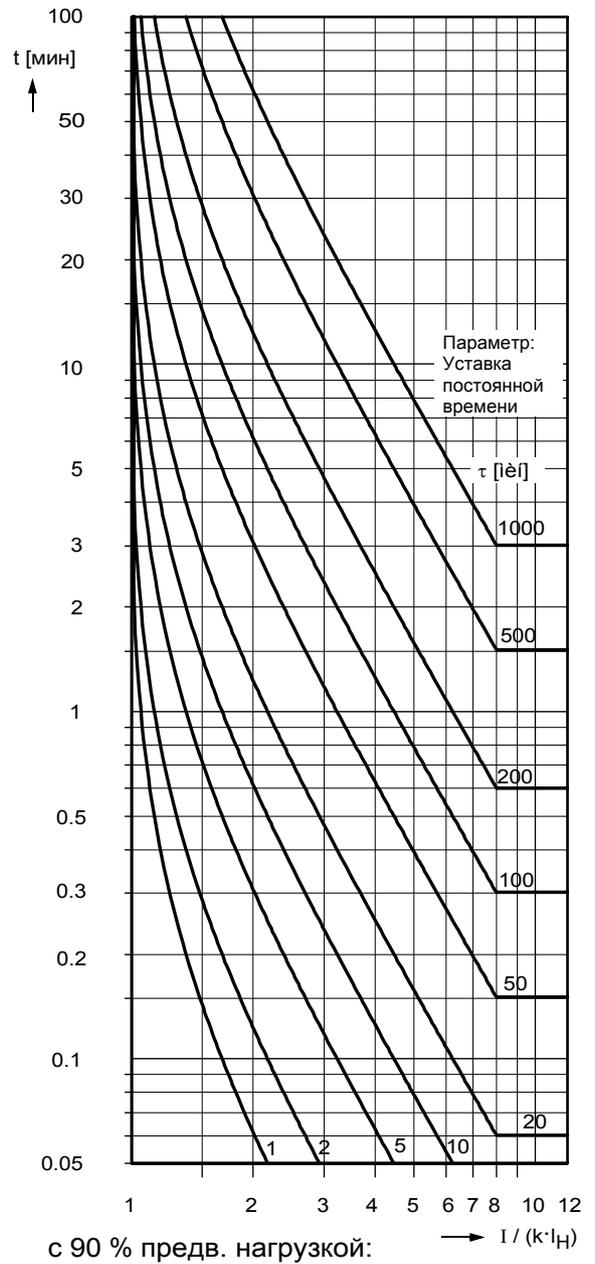
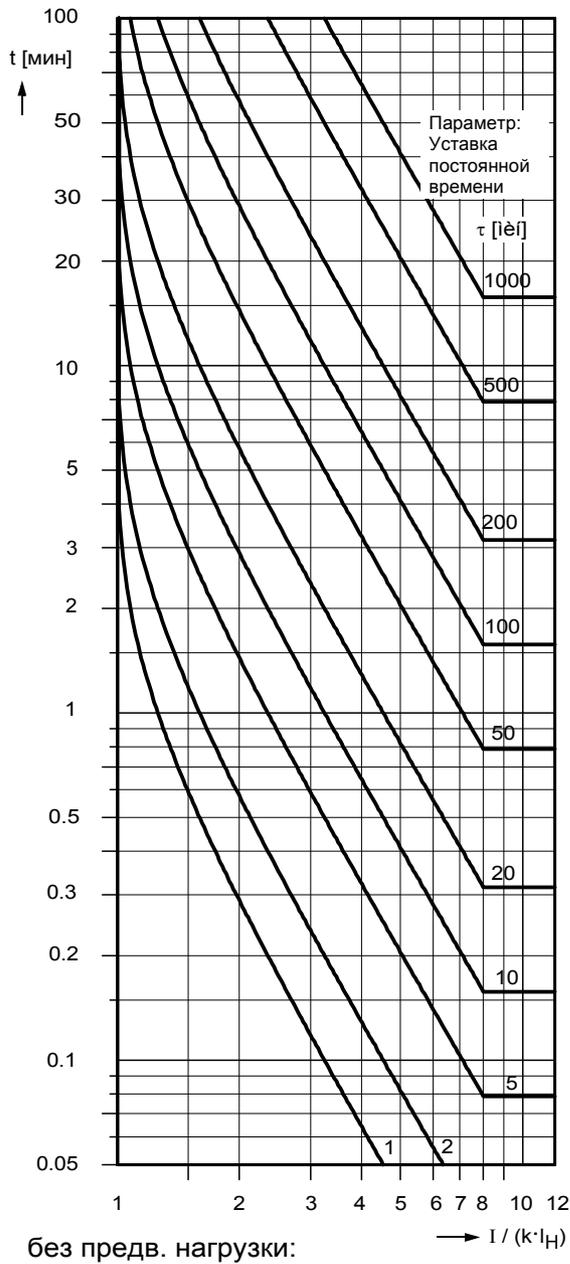
4.8 Защита от несимметричной нагрузки

Характеристики	Ступени с независ. выд. врем.(DT)	$I_{2>>}, I_{2>}$		
	Ступени с инв. выд. врем.(IT) (в соотв. с МЭК или ANSI)	I_{2P} может быть выбрана одна из кривых в соотв. с Рис.4-7 или 4-8		
	Хар-ки сброса (IT) (в соотв. с ANSI с эмуляцией диска)	см. Рис. 4-10		
	Рабочий диапазон	0,1 А - 4 А ¹⁾		
¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_H = 1$ А; для $I_H = 5$ А их необх. умножить на 5.				
Токовые ступени	Груб.токов.ступень	$I_{2>>}$	0,10 А - 3,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А)	
		$T_{I_{2>>}}$	0.00 с to 60.00 с (с шагом 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)	
	Ступени с независ.выд.врем. $I_{2>}$	$I_{2>}$	0,10 А - 3,00 А ¹⁾ (с шагом 0.01 А)	
		$T_{I_{2>}}$	0.00 с to 60.00 с (steps 0.01 с) или ∞ (нет срабатывания)	
	Ступени с инверсн.выд.врем. I_{2P} (в соотв. с МЭК)	I_{2P}	0,10 А - 2,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А)	
		$T_{I_{2P}}$	0.05 с - 3,20 с (с шагом 0,01 с) или ∞ (нет срабатывания)	
	Ступени с инверсн.выд.врем. I_{2P} (в соотв. с ANSI)	I_{2P}	0,10 А - 200 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А)	
		$D_{I_{2P}}$	0,50 с - 15,00 с (с шагом 0,01 с) или ∞ (нет срабатывания)	
	Погрешн. независ. выд. врем.по току по времени		3 % от уставки или 1 % номин. тока 1 % от уставки или 10 мс	
	Погрешн. инв. выд. врем.по току (в соотв. с МЭК по времени		Сраб. при 1,05 I_2/I_{2P} 1,15; 5 % \pm 15 мс при $f_H = 50/60$ Гц 5 % \pm 45 мс при $f_H = 16^{2/3}$ Гц для $2 \leq I_2/2I_P \leq 20$ и $T_{I_{2P}}/с$ 1	
(в соотв. с ANSI) по времени		5 % \pm 15 мс при $f_H = 50/60$ Гц 5 % \pm 45 мс при $f_H = 16^{2/3}$ Гц для $2 \leq I_2/2I_P \leq 20$ и $D_{I_{2P}}/с$ 1		
Уставки по времени являются чистыми выдержками времени. ¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_H = 1$ А; для $I_H = 5$ А их необх. умножить на 5.				
Времена срабатывания ступеней с независимыми выдержками времени	Время срабатывания/время возврата			
	Время срабатыв. при частоте минимальное	50 Гц	60 Гц	$16^{2/3}$ Гц
		50 мс	45 мс	100 мс
	Время возврата, типовое	55 мс	50 мс	130 мс
30 мс		30 мс	70 мс	
Кoeff. возврата	Токовые ступени	приблиз. 0,95 для I_2/I_H 0,5		
Частота	Погрешность по частоте	1 % в диапазоне 0,9 f/f_H 1,1		

4.9 Защита от термической перегрузки

4.9.1 Защита от перегрузки с использованием тепловой модели

Диапазоны уставок	Коэфф. k в соотв. с МЭК 60255–8	0,10 - 4,00	(с шагом 0,01)
	Постоянная времени τ	1,0 мин - 999,9 мин	(с шагом 0,1 мин)
	Коэффициент охлаждения при остановке двигателя (для двигателей) K_{τ} -коэфф.	1,0 - 10,0	(с шагом 0,1)
	Терм. ступ., дейст. на сигн. $\Theta_{\text{сигн}}/\Theta_{\text{откл}}$	50 % - 100 % относ. увеличения температуры отключ.	(с шагом 1 %)
	Ток ступ., дейст. на сигнал $I_{\text{сигн}}$	0,10 А - 4,00 А ¹⁾	(с шагом 0,01 А)
	Распознавание пуска (для двигателей) $I_{\text{пуск}}$	0,60 А - 10,00 А ¹⁾ или ∞ (нет распознавания пуска)	(с шагом 0,01 А)
	Время аварийного пуска (для двигателей) $T_{\text{аварпуск}}$	10 с - 15000 с	(с шагом 1 с)
¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_N = 1$ А; для $I_N = 5$ А их необх. умножить на 5.			
Характеристика отключения	см. Рис. 4-12		
Характеристика срабатывания для $I/(k \cdot I_N) \leq 8$	$t = \tau_{\text{th}} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{\text{ном}}}\right)^2 - \left(\frac{I_{\text{без.нагр}}}{k \cdot I_{\text{ном}}}\right)}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{\text{ном}}}\right)^2 - 1}$		
Обозначения:	<p>t время откл. τ пост. времени нагрева I текущее значение тока нагрузки $I_{\text{пред}}$ предв. ток нагрузки k коэфф. уставки МЭК 60255–8 I_N номинальный ток защищ. объекта</p>		
Коэффициенты возврата	$\Theta/\Theta_{\text{откл}}$	возврат при $\Theta_{\text{сигн}}$	
	$\Theta/\Theta_{\text{сигн}}$	приблиз. 0,99	
	$I/I_{\text{сигн}}$	приблиз. 0,97	
Погрешности	По отнош. к $k \cdot I_N$	2 % или 10 мА ¹⁾ ; класс 2 % в соотв. с МЭК 60 255–8	
	По отнош. к времени сраб.	3 % или 1 с при $f_N = 50/60$ Гц 5 % или 1 с при $f_N = 16^{2/3}$ Гц для $I/(k \cdot I_N) > 1,25$	
¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_N = 1$ А; для $I_N = 5$ А их необх. умножить на 5.			
Погр. по частоте по отношению к $k \cdot I_N$	В диапазоне $0,9 \leq f/f_N \leq 1,1$	1 % при $f_N = 50/60$ Гц 3 % при $f_N = 16^{2/3}$ Гц	



$$t = \tau \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_H}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_H}\right)^2 - 1} \text{ [мин]}$$

$$t = \tau \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_H}\right)^2 - \left(\frac{I_{\text{пред}}}{k \cdot I_H}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_H}\right)^2 - 1} \text{ [мин]}$$

Рисунок 4-12 Характеристики времени отключения защиты от перегрузки с тепловой моделью

4.9.2 Расчет наиболее нагретой точки и определение скорости старения

Датчики температуры	Количество точек замера	от 1 термодатчика (до 6 точек замера) или от 2 термодатчиков (до 12 точек замера)	
	Для расчета точки кипения должен быть подключен <i>один</i> датчик температуры.		
Охлаждение	Тип охлаждения	ON (масляное естественное) OF (масляное принудительное) OD (масляное направленное)	
	Экспонента масла Y	1,6 - 2,0	(с шагом 0,1)
	Отн. точки кип. к градиенту верхн. темп. масла $H_{грд}^{22} - 29$		(с шагом 1)
Пороговые величины выдачи предупредительных сообщений	Предупр. о темп. точки кипения или	98 °C - 140 °C 208 °F - 284 °F	(с шагом 1 °C) (с шагом 1 °F)
	Авар. предупр. о темп. точки кип. или	98 °C - 140 °C 208 °F - 284 °F	(с шагом 1 °C) (с шагом 1 °F)
	Предупр. скорости старения	0,125 - 128,000	(с шагом 0,001)
	Авар. предупр. скорости старения	0,125 - 128,000	(с шагом 0,001)

4.10 Термодатчики для функции перегрузки

Датчики температуры	Термодатчики (внешне подключаемые) 1 или 2	
	Количество датчиков температуры на термоблок	макс. 6
	Тип измерения	Pt 100 Ω или Ni 100 Ω или Ni 120 Ω
Пороговые величины выдачи предупредительных сообщений	Для каждой точки измерения:	
	Температура предупр. (ступень 1) или	от -50 °C до 250 °C (с шагом 1 °C) от -58 °F до 482 °F (с шагом 1 °F) или ∞ (нет предупреждения)
	Температура сигнализ. (ступень 2) или	от -50 °C до 250 °C (с шагом 1 °C) от -58 °F до 482 °F (с шагом 1 °F) или ∞ (нет сигнализации)

4.11 Функция резервирования отказа выключателя

Контроль выключателя	Контроль тока	0,04 А - 1,00 А ¹⁾ (с шагом 0,01 А) соответствующей стороны
	Отношение возврата к сраб.	приблиз. 0,9 для I 0,25 А ¹⁾
	Погрешность сраб.	5 % от уставки или 0,01 А ¹⁾
	Контроль состояния выключателя	дискр. вход для блок-контакта
¹⁾ Вторичные величины основываются на I _H = 1 А; для I _H = 5 А их необх. умножить на 5.		
Условия пуска	для функции УРОВ	внутреннее откл. внешнее откл. (по дискр.входу)
Выдержки времени	Время сраб.	приблиз. 3 мс при наличии измерительных величин; приблиз. 20 мс после подключения измерит. величин, f _H = 50/60 Гц; приблиз. 60 мс после подключения измерит. величин, f _H = 16 ² / ₃ Гц
	Время возврата (с учетом вых.реле)	30 мс при f _H = 50/60 Гц, 90 мс при f _H = 16 ² / ₃ Гц
	Выд. врем. всех ступеней	0,00 с - 60,00 с; ∞ (с шагом 0,01 с)
	Погр. по времени	1 % от уставки или 10 мс

4.12 Внешние команды на отключение

Дискретные входы для непосредственно о отключения	Количество	2
	Время срабатывания	приблиз. 12,5 мс минимальное приблиз. 25 мс (типовое)
	Время возврата	приблиз. 25 мс
	Выд. времени	0,00 с - 60,00 с (с шагом 0,01 с)
	Допускаемая погрешность	1 % от уставки или 10 мс
	Уставки по времени являются чистыми выдержками времени.	
Сообщения трансформатора	Внешние сообщения	Газ.защ. сигнализация (ГЗ на сигнал) Газ.защ. бак (ГЗ бака) Газ.защ. отключение (ГЗ на отключение)

4.13 Функции контроля

Измеряемые величины	Симметрия токов (для каждой стороны)	$ I_{\text{мин}} / I_{\text{макс}} < \text{КоэффСимм I}$ если $I_{\text{макс}} / I_{\text{H}} > \text{Симм. I} / I_{\text{H}}$
	– КоэффСимм I – ПредСимм I	0,10 - 0,90 (с шагом 0,01) 0.10 A - 1,00 A ¹⁾ (с шагом 0.01 A)
	Чередование фаз	I_{L1} до I_{L2} до I_{L3} (по часов. стрелке) или I_{L1} до I_{L3} до I_{L2} (против часов. стрелки) если $ I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} > 0,5 I_{\text{H}}$
	¹⁾ Вторичные величины основываются на $I_{\text{H}} = 1 \text{ A}$; для $I_{\text{H}} = 5 \text{ A}$ их необх. умножить на 5.	
Контроль цепи отключения	Колич. контролир. цепей отключения	1
	Работа с каждой цепью отключ.	с 1 или 2-мя дискретн. входами

4.14 Вспомогательные функции

Рабочие Измеряемые величины	Рабочие измер. величины токов 3-фазные для каждой стороны – Погрешность при $I_H = 1 \text{ A}$ или 5 A – Погрешность при $I_H = 0,1 \text{ A}$	$I_{L1}; I_{L2}; I_{L3}$ в первичн. или вторичн. А и в % от $I_{НОБ}$ 1 % от измер. величины или 1 % от I_H 2 % от измер. величины или 2 % от I_H
	Рабочие измер. величины токов 3-фазные для каждой стороны – Погрешность	$3I_0; I_1; I_2$ в первичн. или вторичн. А и в % от $I_{НОБ}$ 2 % от измер. величины или 2 % от I_H
	Рабочие измер. величины токов 1-фазные для каждой стороны – Погрешность	$I_1 - I_7;$ в первичн. или вторичн. А и в % от $I_{НОБ}$ 2 % от измер. величины или 2 % от I_H
	Рабочие измер. величины токов для высокочувствит. входа – Погрешность	I_8 в первичных А и вторичных мА 1 % от измер. величины или 2 мА
	Фазные углы токов 3-фазные для каждой стороны – Погрешность	$\varphi(I_{L1}); \varphi(I_{L2}); \varphi(I_{L3}) \text{ в } ^\circ$ относительно $\varphi(I_{L1})$ 1° при номинальном токе
	Фазные углы токов 1-фазные для каждого присоед. – Погрешность	$\varphi(I_{L1}) - \varphi(I_{L7}) \text{ в } ^\circ$ относительно $\varphi(I_{L1})$ 1° при номинальном токе
	Рабочие измеряемые величины частоты – Диапазон – Погрешность	f в Гц и % от f_H 10 Гц - 75 Гц 1 % в диапазоне $f_H \pm 10 \%$ при $I = I_H$
	Рабочее измер. значение мощности при измер. или номин. напряжении	S (полная мощность) в первичн. кВ; МВА; ГВА
	Рабочие измер. величины тепловые	$\Theta_{L1}; \Theta_{L2}; \Theta_{L3}; \Theta_{рез}$ относит. увеличения темпер. отключ. $\Theta_{откл}$
	Рабочие измер. величины (Температура в соотв. с МЭК 60354)	$\Theta_{RTD1} - \Theta_{RTD12}$ в °C или °F отн. скорость старения, резерв нагрузки
	Измеряемые значения дифференциальной защиты – Погрешности (при заданных знач.)	$I_{диффL1}; I_{диффL2}; I_{диффL3};$ $I_{тормL1}; I_{тормL2}; I_{тормL3}$ в % от номин. рабочего тока 2 % от изм.вел или 2 % от I_H (50/60 Гц) 3 % от измер. величины или 3 % от I_H ($16^{2/3}$ Гц)
	Измеряемые значения дифзащиты от замык. на землю – Погрешности (при заданных. знач.)	$I_{дифф33}; I_{торм33}$ в % от номин. рабочего тока 2 % от измер. величины или 2 % от I_H (50/60 Гц) 3 % от измер. величины или 3 % от I_H ($16^{2/3}$ Гц)

Протокол записи данных повреждения Протокол данных	Хранение сообщений о 8 последн. поврежд.	общее количество макс. 200 сообщ.
Регистрация аварий	Кол-во записей аварий Длительн. записи (пуск при сраб. или откл.) Скорость дискретизации при $f_H = 50$ Гц 1,67 мс Скорость дискретизации при $f_H = 60$ Гц 1,83 мс Скорость дискретизации при $f_H = 16^{2/3}$ Гц 5 мс	макс. 8 макс. 5 с для кажд. аварии всего приблиз. 5 с
Статистика	Число отключений устройством 7UT612 Сумма отключенных токов устройством 7UT612 Часы работы критерии	отдельно для кажд. фазы и стороны До 7 десятичных знаков Превышение порога по току (I > ВЫКЛ вкл Ст1 или I > ВЫКЛ вкл Ст2)
Часы реального времени и буферная батарея	Разреш.способн. для рабочих сообщений 1 мс Разреш.способн. для авар. сообщений 1 мс Буферная батарея	3 В/1 Ач, тип CR 1/2 AA время саморазряда приблизительно 10 лет
Синхронизация времени	Режимы работы: Внутренняя МЭК 60870–5–103 Сигнал времени IRIG B Сигнал времени DCF77 Сигнал времени синхро-ящика Импульс на дискр.входе	внутренняя через RTC Внешняя через системн. интерфейс (МЭК 60870–5–103) Внешняя через IRIG B Внешняя, по сигналу DCF77 Внешняя, от синхро-ящика Внешняя, по импульсу на дискр. входе
Функции, конфигурируемые пользователем (CFC)	<u>Время обработки для функциональных блоков:</u> Блок, базовые требования Начиная с 3-го дополнительного входа для блока общего типа Логическая ф-ия с входной границей Логическая ф-ия с выходной границей В дополнение к каждой схеме	5 тактов 1 такт на кажд. вход 6 тактов 7 тактов 1 такт
	<u>Максимальное количество тактов для одного уровня задач:</u> MW_BEARB (обработ. измер. величин) PLC1_BEARB (медленная PLC обработ.) PLC_BEARB (быстрая PLC обработ.) SFS_BEARB ((блокировка. коммут. оборуд.)	1200 тактов 255 тактов 90 тактов 1000 тактов

4.15 Размеры

Корпус для
утолщенного
монтажа или
монтажа в шкафу

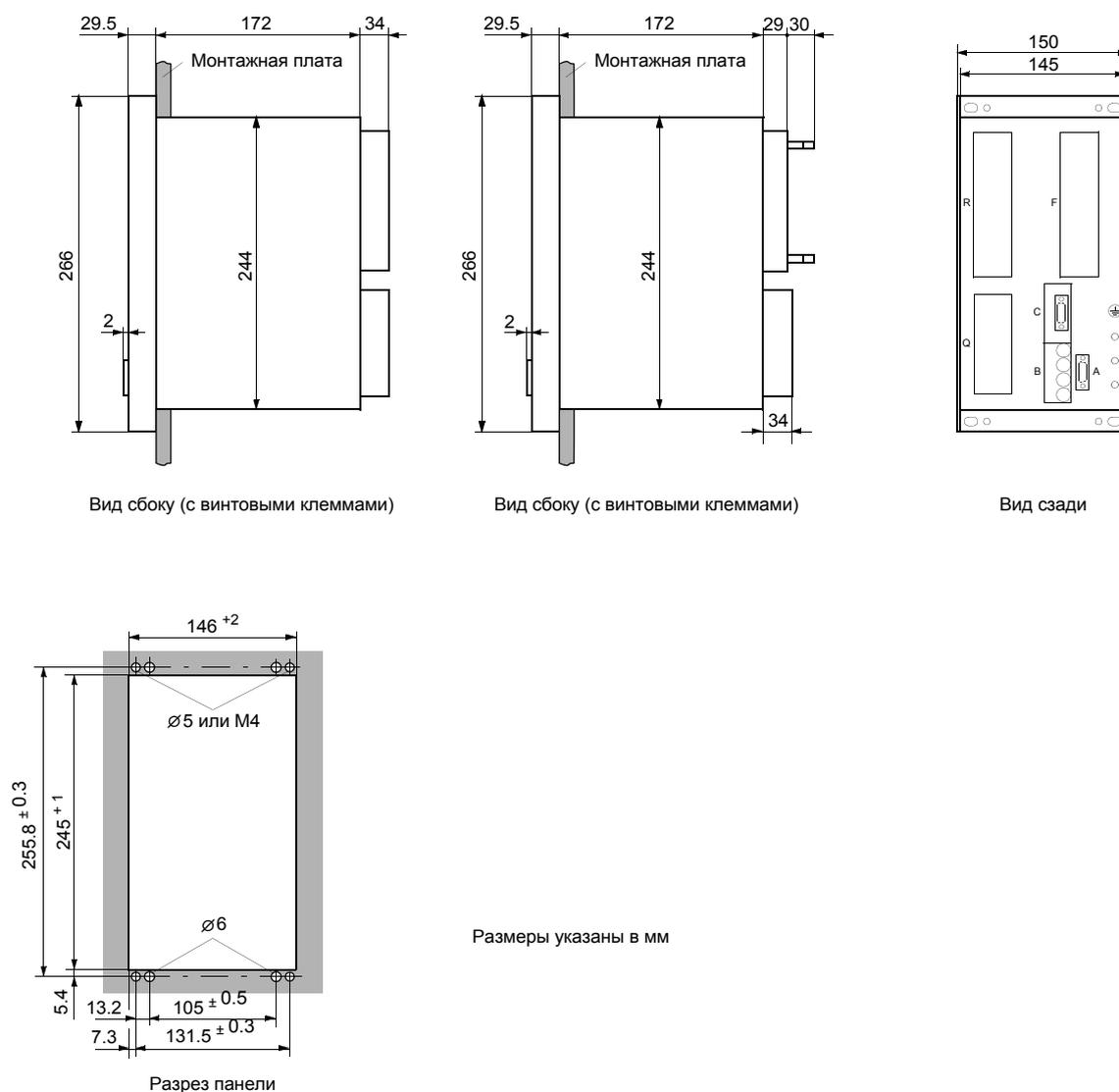


Рисунок 4-13 Размеры устройства 7UT612 с корпусом для утолщенного монтажа или монтажа в шкафу

**Корпус для
навесного
монтажа на
панели**

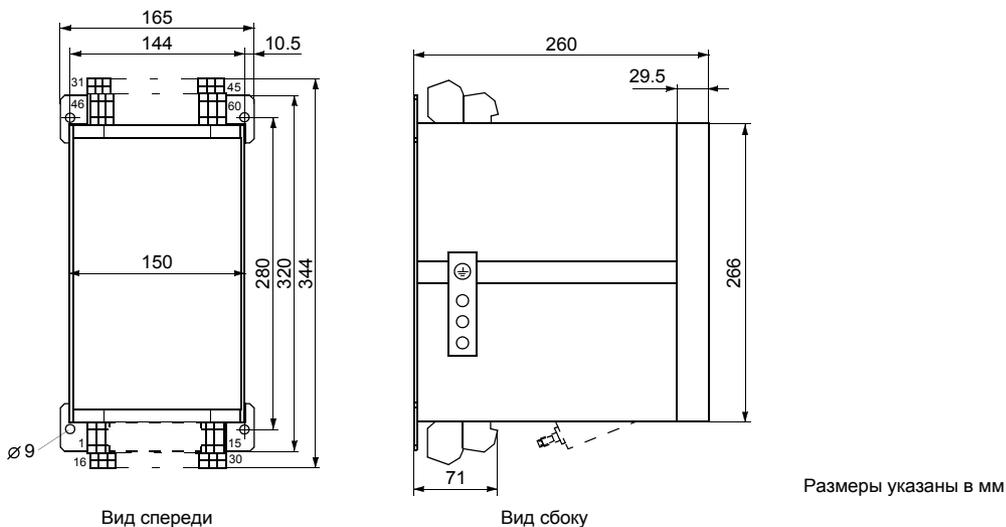


Рисунок 4-14 Размеры устройства 7UT612 с корпусом для навесной установки

Термодатчик

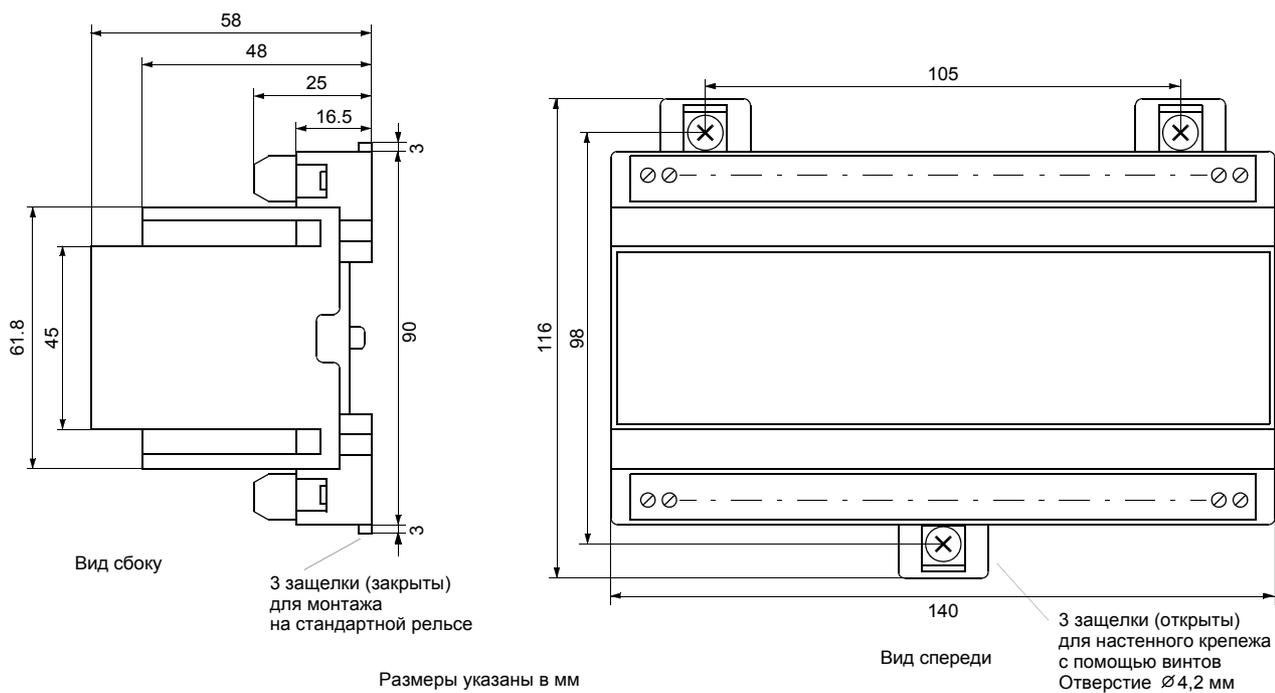


Рисунок 4-15 Размеры термодатчика 7XV5662-*AD10-0000

Приложение

A

Приложение рассчитано на опытного пользователя. В этой главе представлена информация необходимая для выполнения заказа различных модификаций 7UT612. Также здесь имеются общие схемы с обозначениями клеммных соединений моделей терминала 7UT612. Показаны схемы подключения устройства к первичному оборудованию для различных типов конфигураций энергетических систем. Приведены таблицы со всеми уставками и всей доступной информацией устройства 7UT612, оборудованного всеми опциями.

A.1	Информация для заказа и дополнительное оборудование	316
A.2	Полные схемы	321
A.3	Примеры схем подключения	323
A.4	Привязка функций защиты к защищаемым объектам	334
A.5	Предварительно заданные конфигурации	335
A.6	Функции, зависящие от протокола	337
A.7	Список уставок	338
A.8	Список сообщений	353
A.9	Список измеряемых величин	373

А.1 Информация для заказа и дополнительное оборудование

Дифференциальная защита

Номинальный ток

$I_N = 1 \text{ A}$

$I_N = 5 \text{ A}$

Напряжение питания (источник питания, порог срабатывания дискретных входов)

DC 24 - 48 В, порог срабатывания дискретного входа 17 В ²⁾

DC 60 - 125 В ¹⁾, порог срабатывания дискретного входа 17 В ²⁾

DC 110 - 250 В ¹⁾, AC 115 - 230 В, порог срабатывания дискретного входа 73 В ²⁾

Корпус / Количество дискретных входов и выходов

ДВх: дискретные входы, **ДВых:** дискретные выходы

Корпус для поверхностного монтажа с двухрядными клеммами, $\frac{1}{3}$ 19", 3 ДВх, 4 ДВых, 1 конт. готовности В

Корпус для утопленного монтажа с втычными клеммами, $\frac{1}{3}$ 19", 3 ДВх, 4 ДВых, 1 контакт исправности D

Корпус для утопленного монтажа с винтовыми клеммами, $\frac{1}{3}$ 19", 3 ДВх, 4 ДВых, 1 контакт исправности E

Региональные языковые уставки по умолчанию и версии функций

Регион Германия, 50/60 Гц, 16 $\frac{2}{3}$ Гц, язык - немецкий (язык может быть изменен)

Регион Весь мир, 50/60 Гц, 16 $\frac{2}{3}$ Гц, язык - английский (язык может быть изменен)

Регион США, 60/50 Гц, язык - английский-US (язык может быть изменен)

Регион Весь мир, 50/60 Гц, 16 $\frac{2}{3}$ Гц, язык - испанский (язык может быть изменен)

Системный интерфейс: функциональность и аппаратное обеспечение (порт В)

Без системного интерфейса

Протокол МЭК, электрический RS232

Протокол МЭК, электрический RS485

Протокол МЭК, оптический 820 нм, ST-разъем

Profibus FMS Slave, electrical RS485

Profibus FMS Slave, оптический, одинарное кольцо, ST-разъем

Profibus FMS Slave, оптический, двойное кольцо, ST-разъем

Для других интерфейсов см. дополнительную спецификацию L

Дополнительная спецификация L

Profibus DP Slave, RS485

Profibus DP Slave, оптический 820 нм, двойное кольцо, ST-разъем

Modbus, RS485

Modbus, оптический 820 нм, разъем ST

DNP, RS485

DNP, оптический 820 нм, ST-разъем

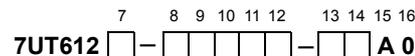
DIGSI / Модемный интерфейс / Термодатчик (Порт С)

Без DIGSI интерфейса на задней стенке

DIGSI / Модем, электрический RS232

DIGSI / Модем / Термодатчик, электрический RS485

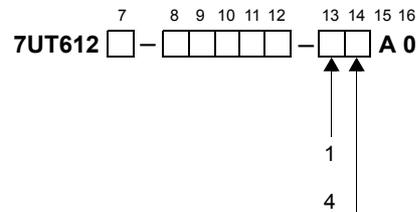
DIGSI / Модем / Термодатчик, оптический 820 нм, разъем ST



¹⁾ при помощи перемычки может быть выбран один из двух диапазонов напряжения

²⁾ при помощи перемычки для каждого дискретного входа может быть выбран один из двух диапазонов срабатывания см. страницу А-3

Дифференциальная защита



Перечень функций

Измеряемые величины

Базовые измеряемые величины

Базовые измеряемые величины, функции мониторинга трансформатора (подключение к термодатчику / наиболее нагретая точка, коэффициент перегрузки)

Дифференциальная защита + Базовые функции

Дифференциальная защита трансформатора, генератора, двигателя, шин (87)

Защита от перегрузки в соответствии с МЭК 60354 для одной стороны (49)

Блокировка (86)

Фазная МТЗ (50/51): I>, I>>, I_p (блокировка при бросках тока намагничивания)

МТЗ нулевой последовательности 3I0 (51N/51N): 3I0>, 3I0>>, 3I0_p (блокировка при бросках тока намагничивания)

МТЗ от замыканий на землю(50G/51G): IE>, IE>>, IE_p (блокировка при бросках тока намагничивания)

Дифференциальная защита + Базовые функции + Дополнительные функции

Дифференциальная защита от КЗ на землю с ограниченной зоной, низкоомная (87G)

Дифференциальная защита от КЗ на землю с ограниченной зоной, высокоомная (87G без резистора и варистора), МТЗ 1-фазн.

Контроль цепей отключения (74ТС)

Защита от несимметричной нагрузки (46)

УРОВ (50BF)

Высококочувствительная МТЗ / защита от токов утечки с корпуса трансформатора (64), МТЗ 1-фазн.

Пример заказа: 7UT6121-4EA91-1AA0 +L0A

Дифференциальная защита

где: 11 = 9 отмечено в L0A, т.е. версия с Profibus DP Slave, RS485

А.1.1 Дополнительное оборудование

Термодатчик До 6 точек замера температуры (максимум 2-х устройств может быть подключено к 7УТ612)

Наименование	№ заказа
Термодатчик, $U_H = 24 - 60$ В AC/DC	7XV5662-2AD10
Термодатчик, $U_H = 90 - 240$ В AC/DC	7XV5662-5AD10

Выравнивающий / Суммирующий Трансформатор Для однофазной защиты шин

Наименование	№ заказа
Выравнивающий / суммирующий трансформатор $I_H = 1$ А	4AM5120-3DA00-0AN2
Выравнивающий / суммирующий трансформатор $I_H = 5$ А	4AM5120-4DA00-0AN2

Интерфейсные Модули Замена интерфейсных модулей

Наименование	№ заказа
RS232	C53207-A351-D641-1
RS485	C53207-A351-D642-1
Оптический 820 нм	C53207-A351-D643-1
Profibus FMS RS485	C53207-A351-D603-1
Profibus FMS двойное кольцо	C53207-A351-D606-1
Profibus FMS одиночное кольцо	C53207-A351-D609-1
Profibus DP RS485	C53207-A351-D611-1
Profibus DP двойное кольцо	C53207-A351-D613-1
Modbus RS485	C53207-A351-D621-1
Modbus 820 нм	C53207-A351-D623-1
DNP 3.0 RS485	C53207-A351-D631-1
DNP 3.0 820 нм	C53207-A351-D633-1

Предохранительные крышки блоков зажимов

Предохранительная крышка для блока зажимов, тип	№ заказа
18 клемм напряжения, 12 клемм тока	C73334-A1-C31-1
12 клемм напряжения, 8 клемм тока	C73334-A1-C32-1

Перемычки для зажимов

Клеммные перемычки для	№ заказа
Цепи напряжения (18 или 12 зажимов)	C73334-A1-C34-1
Цепи тока, 12 или 8 зажимов	C73334-A1-C33-1

**Розеточные
разъемы**

Тип разъема	№ заказа
2-штырьковый	C73334-A1-C35-1
3-штырьковый	C73334-A1-C36-1

**Монтажный
кронштейн для
19"-стойки**

Наименование	№ заказа
Уголок (монтажная рейка)	C73165-A63-C200-3

Батарея

Литиевая батарея 3 В / 1 А*час, Тип CR 1/2 AA	№ заказа
VARTA	6127 101 501

**Интерфейсный
кабель**

Интерфейсный кабель необходим для связи устройства SIPROTEC с компьютером. Требованиям для компьютера: Windows 95 или Windows NT4 и программное обеспечение DIGSI 4.

Интерфейсный кабель между ПК и устройством SIPROTEC	№ заказа
Кабель с 9-штырьковыми разъемами "мама"/"папа"	7XV5100-4

**Программное
обеспечение
DIGSI 4**

Программное обеспечение для конфигурирования и работы с устройствами SIPROTEC 4

Программное обеспечение DIGSI 4	№ заказа
DIGSI 4, базовый пакет с лицензией на 10 компьютеров	7XS5400-0AA0
DIGSI 4, полный пакет с максимальным набором опций	7XS5402-0AA0

**Программа для
графического
анализа SIGRA**

Программное обеспечение для графического отображения, анализа и оценки данных повреждения (пакет опций для полной версии DIGSI 4)

Программа графического анализа DIGRA®	№ заказа
Полная версия с лицензией на 10 компьютеров	7XS5410-0AA0

**Графические
инструменталь-
ные средства**

Программное обеспечение графического задания характеристических кривых и отображения схем зон устройств MT3 и дистанционной защиты. (Пакет опций полной версии DIGSI 4)

Графические инструментальные средства 4	№ заказа
Полная версия с лицензией на 10 компьютеров	7XS5430-0AA0

DIGSI REMOTE 4

Программное обеспечение для удаленного соединения с устройством через модем (с возможностью подключения по схеме звезды) используя DIGSI 4. (Дополнительный пакет к полной версии DIGSI 4).

DIGSI REMOTE 4	№ заказа
Полная версия с лицензией на 10 компьютеров	7XS5440-1AA0

SIMATIC CFC 4

Программное обеспечение для графического конфигурирования условий блокировок и создания дополнительных функций в устройствах SIPROTEC 4. (Дополнительный пакет к полной версии DIGSI 4).

SIMATIC CFC 4	№ заказа
Полная версия с лицензией на 10 компьютеров	7XS5450-0AA0

Варистор

Ограничитель перенапряжения для высокоомной защиты

Варистор	№ заказа
125 В ср.кв; 600 А; 1S/S256	C53207-A401-D76-1
240 В ср.кв; 600 А; 1S/S 1088	C53207-A401-D77-1

А.2 Полные схемы

А.2.1 Корпус для утопленного монтажа или монтажа в шкафу

7UT612*-*D/E

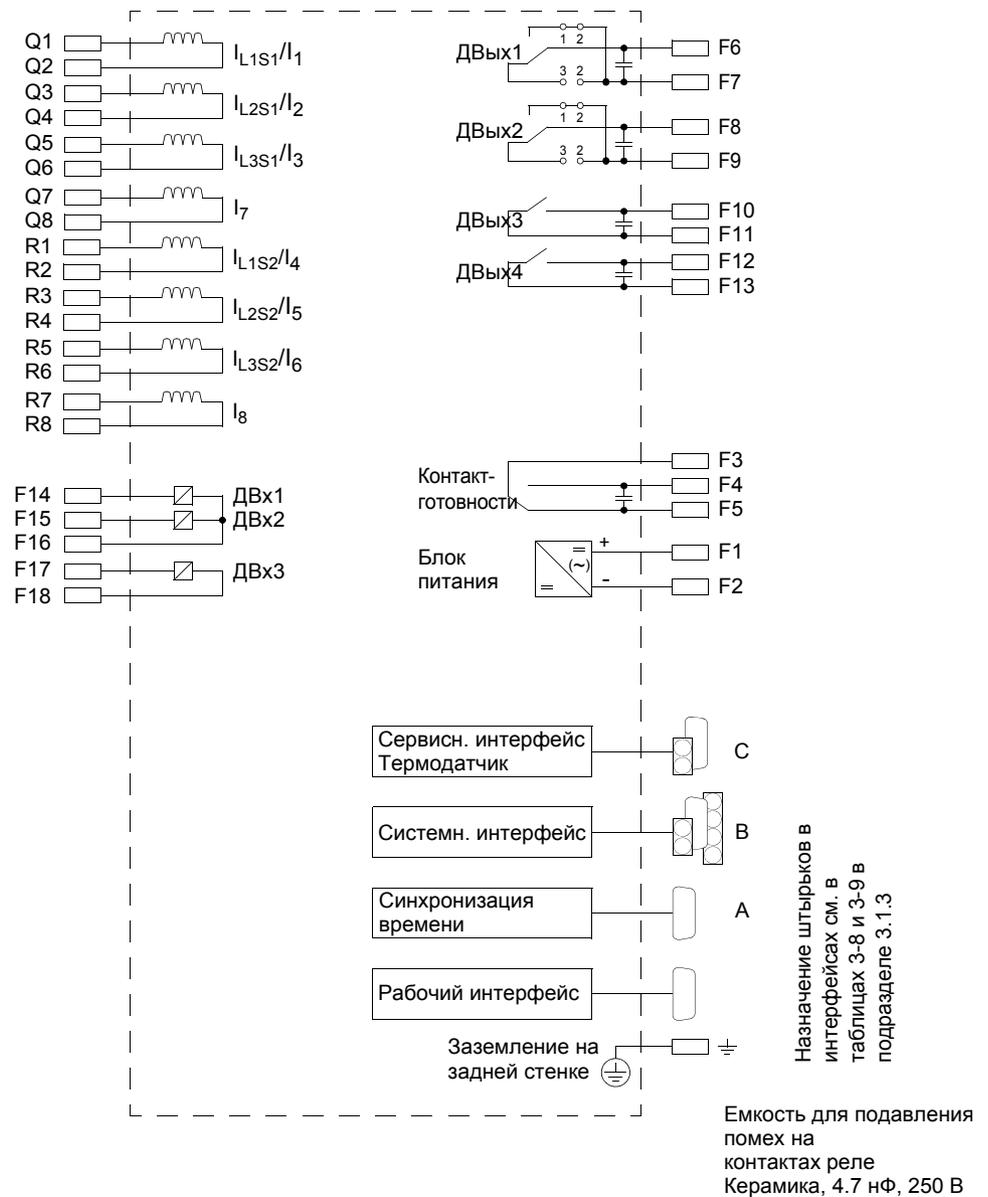


Рисунок А-1 Общая схема для модификации 7UT612*-*D/E (утопленный монтаж на панель или монтаж в шкаф)

А.2.2 Корпус для навесной установки

7UT612*—*В

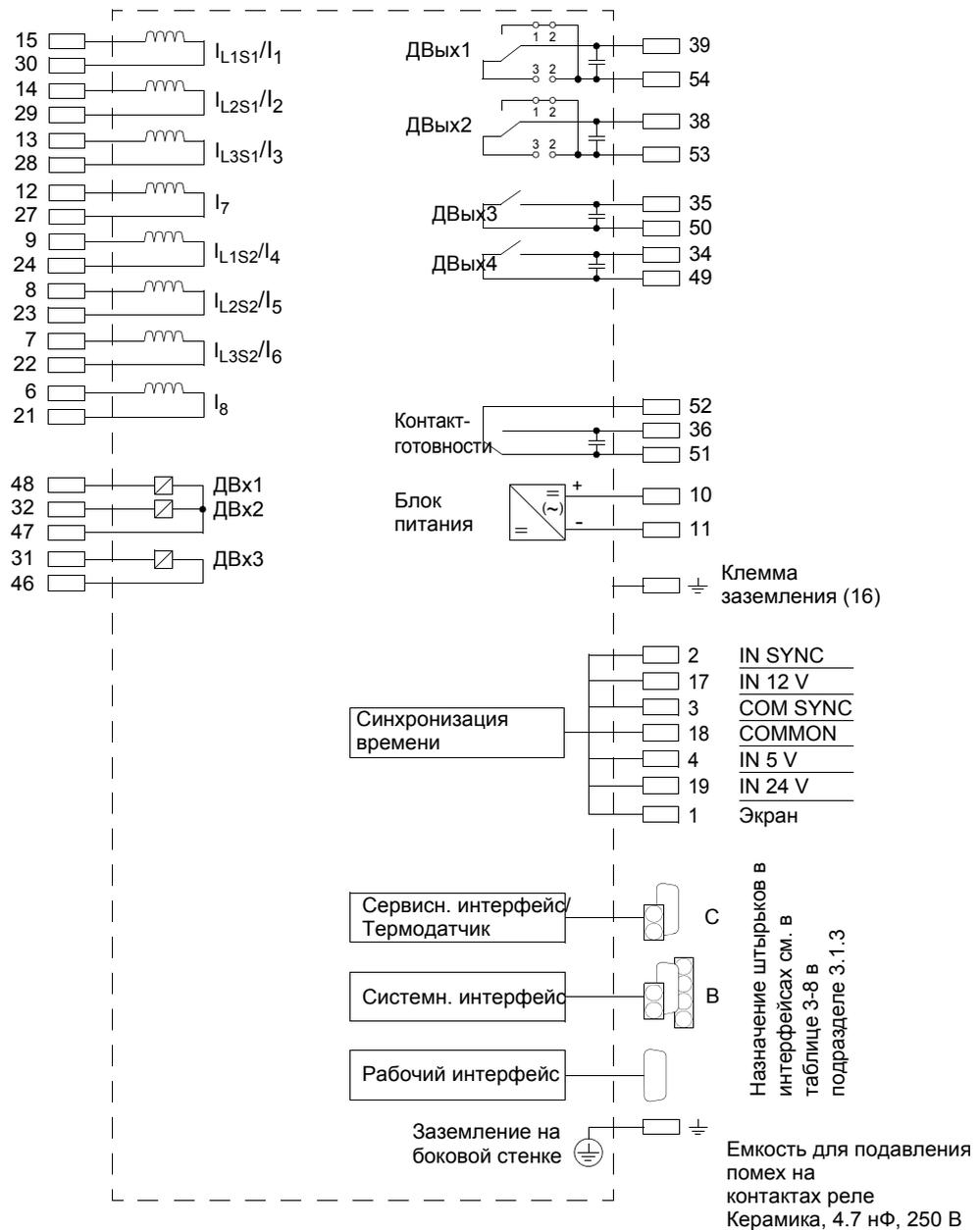


Рисунок А-2 Общая схема 7UT612*—*В (корпус для навесного монтажа на панели)

А.3 Примеры схем подключения

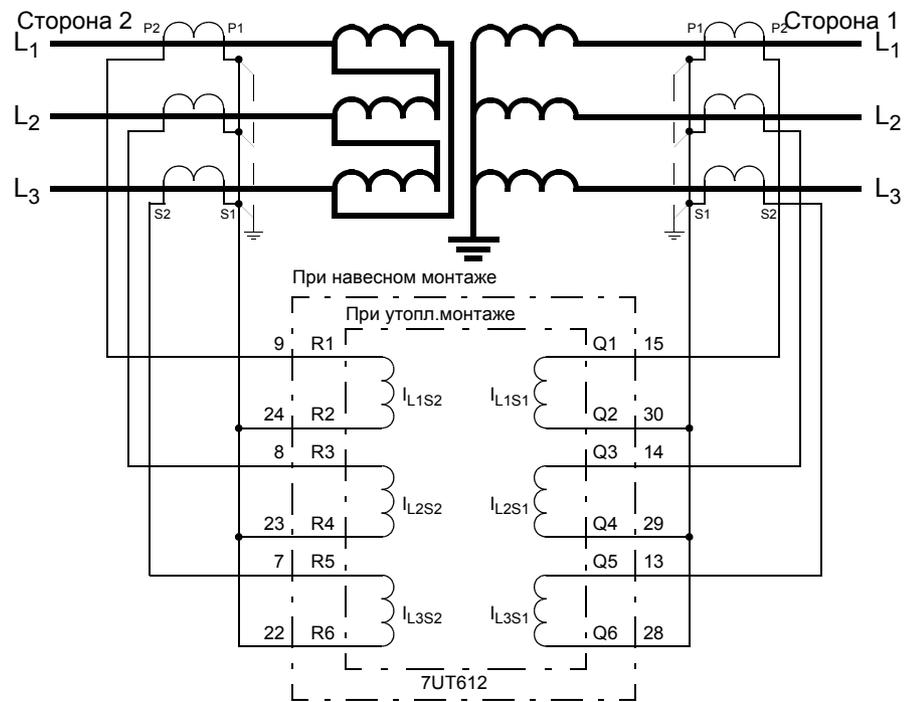
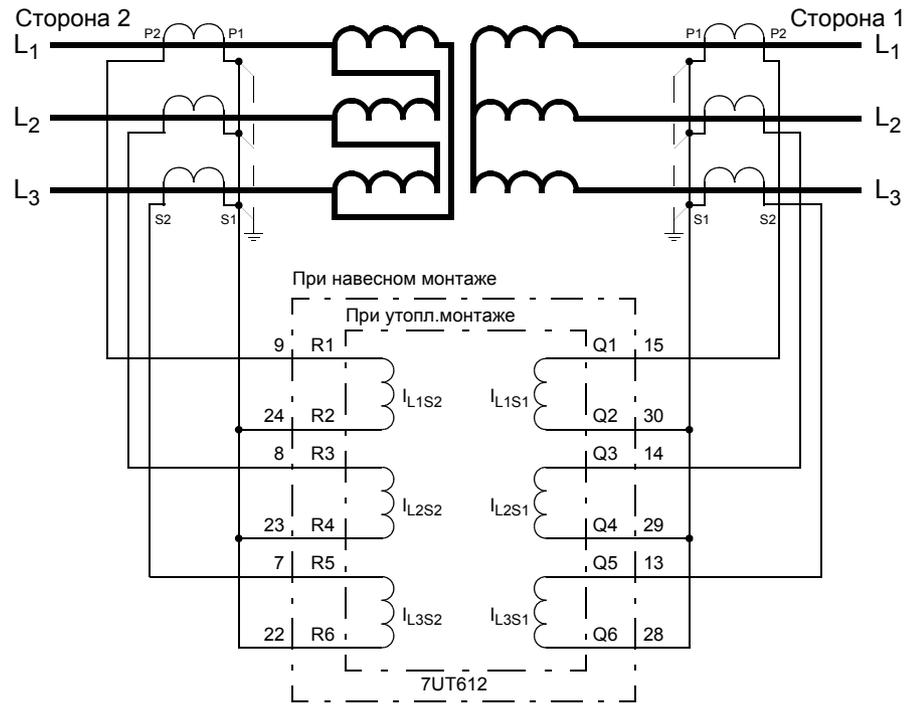


Рисунок А-3 Пример подключения 7UT612 для трехфазного силового трансформатора с изолированной нейтралью (см. сверху) и заземленной нейтралью (см. внизу)

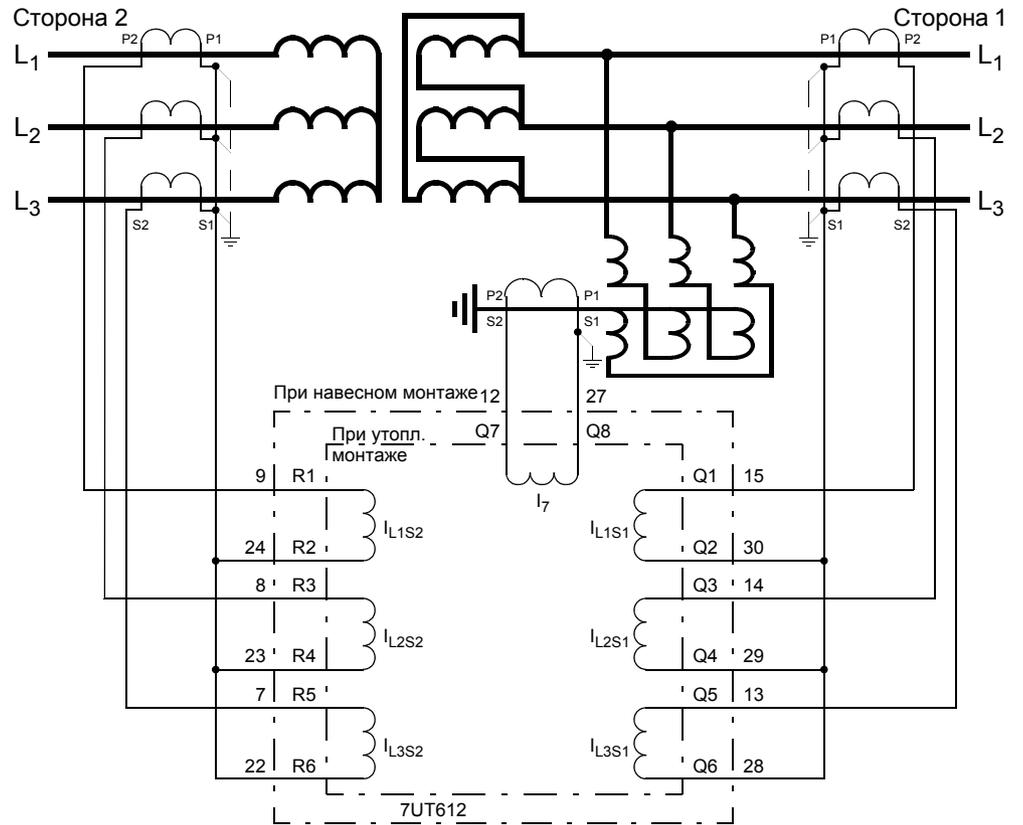


Рисунок А-5 Пример подключения 7UT612 для трехфазного силового трансформатора с заземлением нейтрали через реактор и трансформатором тока, расположенным между нейтралью и точкой заземления

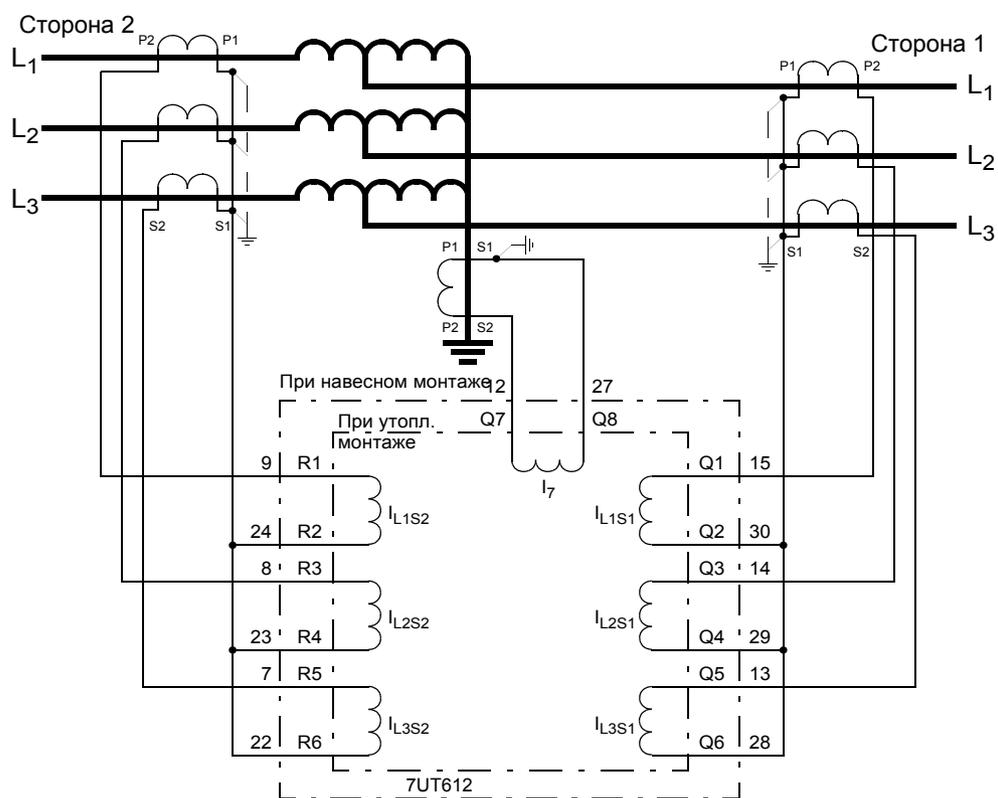


Рисунок А-6 Пример подключения 7УТ612 для защиты трехфазного автотрансформатора с трансформатором тока, расположенным между нейтралью и точкой заземления

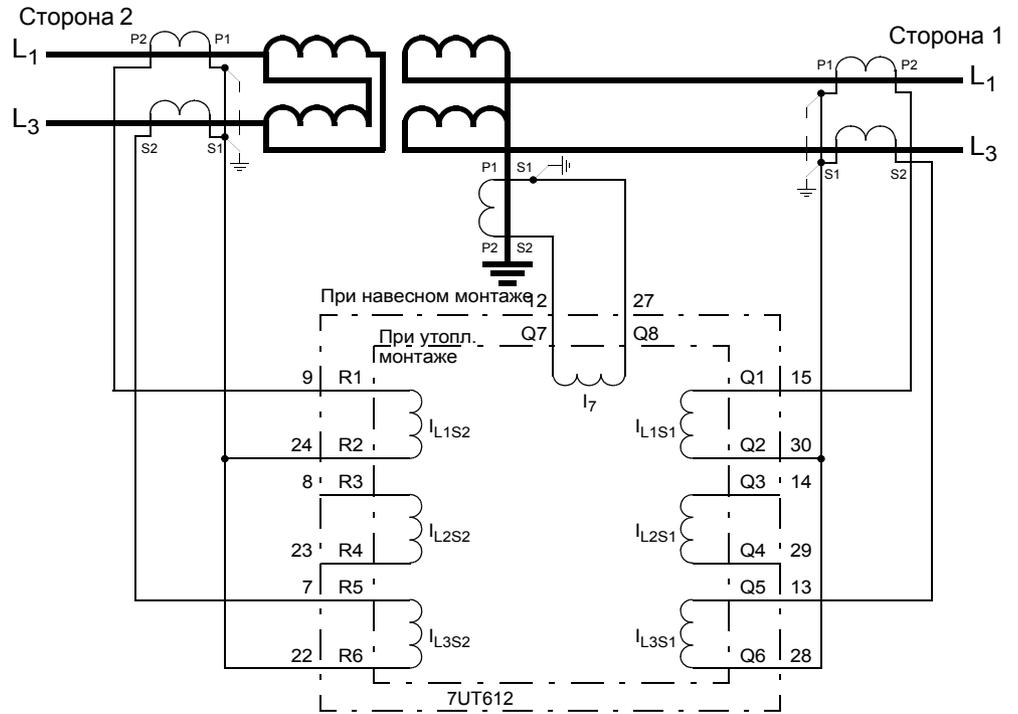


Рисунок А-7 Пример подключения 7UT612 для защиты однофазного трансформатора с трансформатором тока, расположенным между нейтралью и точкой заземления

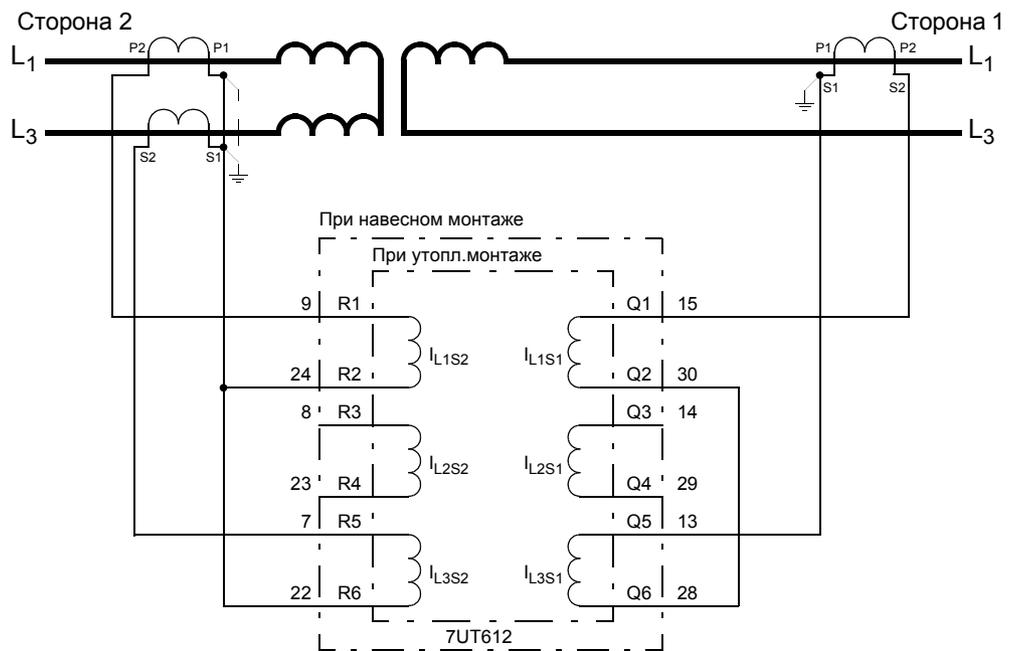


Рисунок А-8 Пример подключения 7UT612 для защиты однофазного трансформатора с одним трансформатором тока (справа)

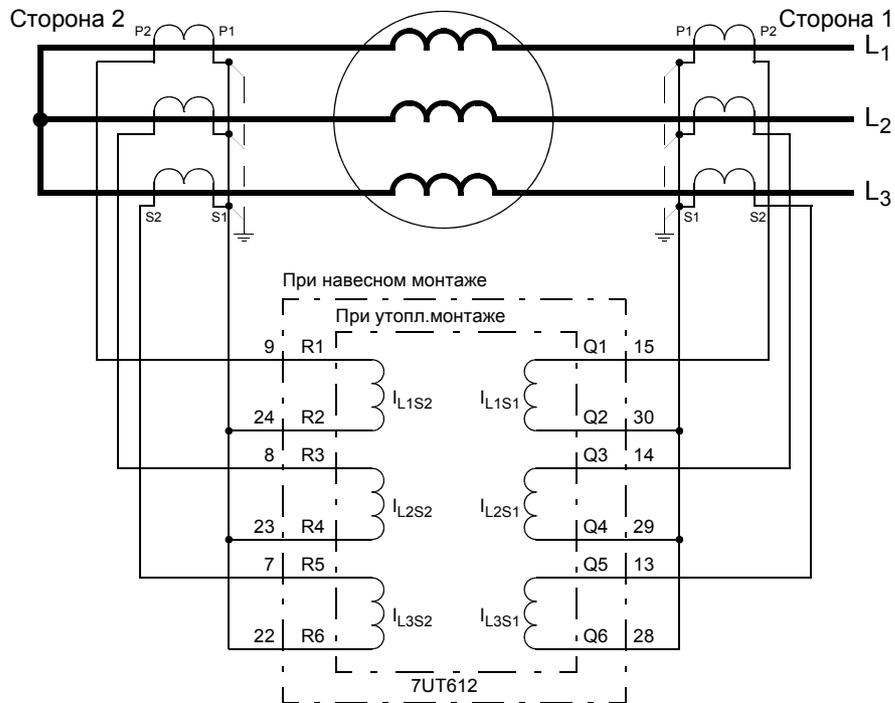


Рисунок А-9 Пример подключения 7UT612 для защиты генератора или двигателя

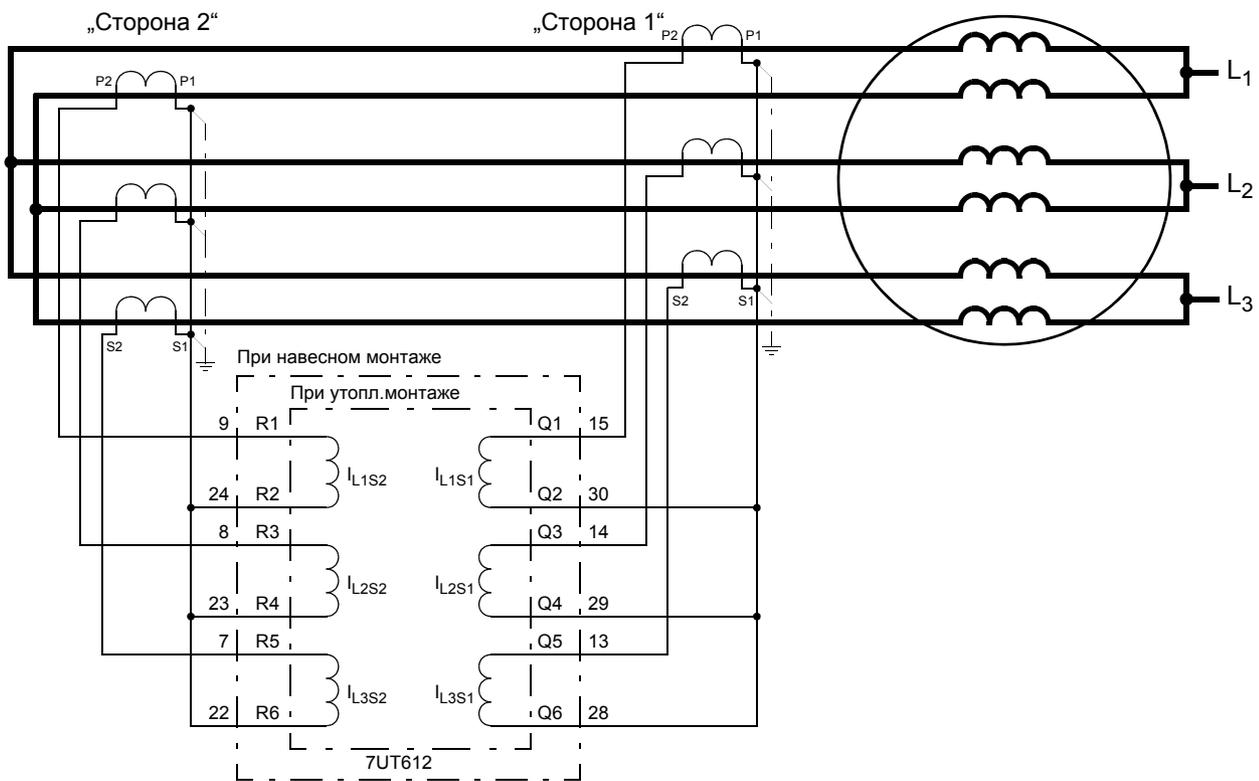


Figure A-10 Пример подключения терминала 7UT612 в качестве поперечной дифференциальной защиты генератора с двумя обмотками на фазу

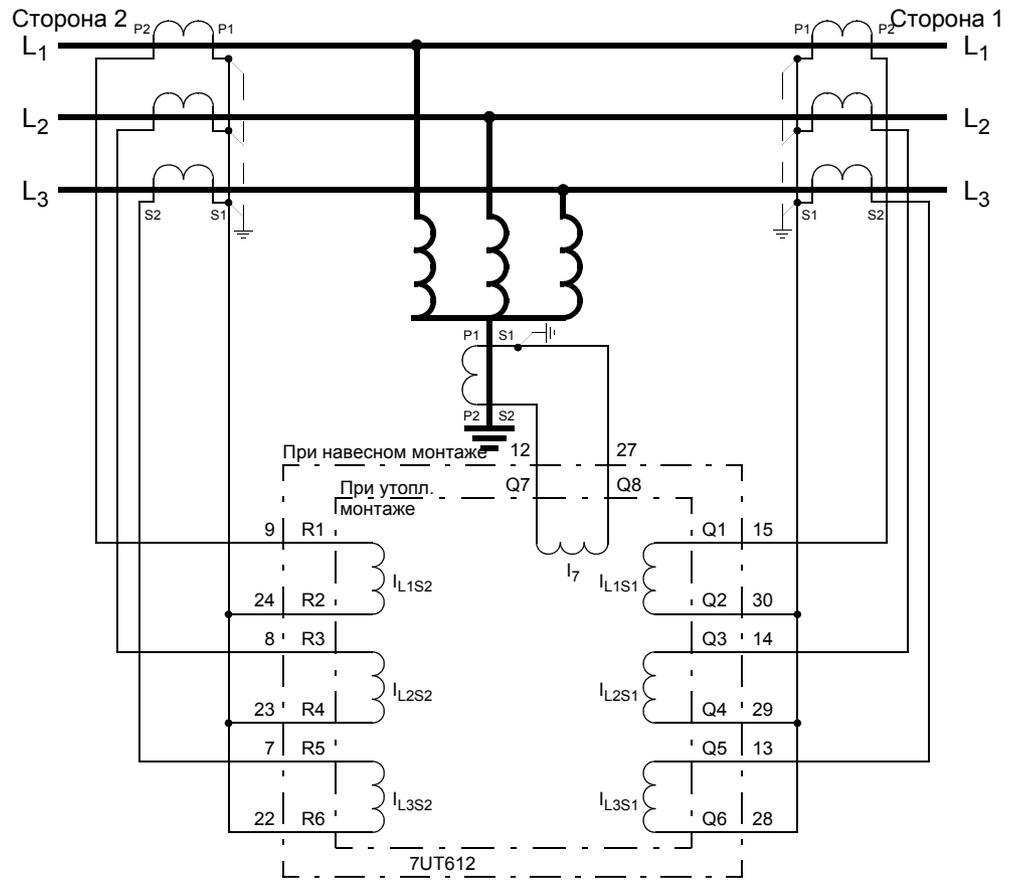


Рисунок А-11 Пример подключения 7UT612 для защиты заземленного шунтирующего реактора с трансформатором тока, расположенным между нейтралью и точкой заземления

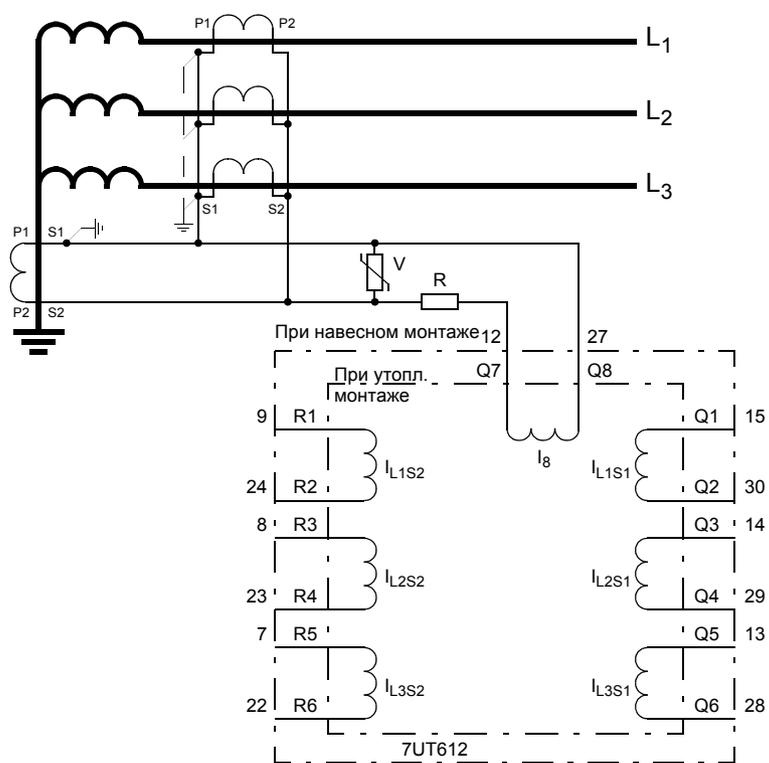


Рисунок А-12 Пример подключения 7УТ612 в качестве высокоомной защиты на обмотке трансформатора с заземленной нейтралью (на рисунке приведено частичное подключение высокоомной защиты)

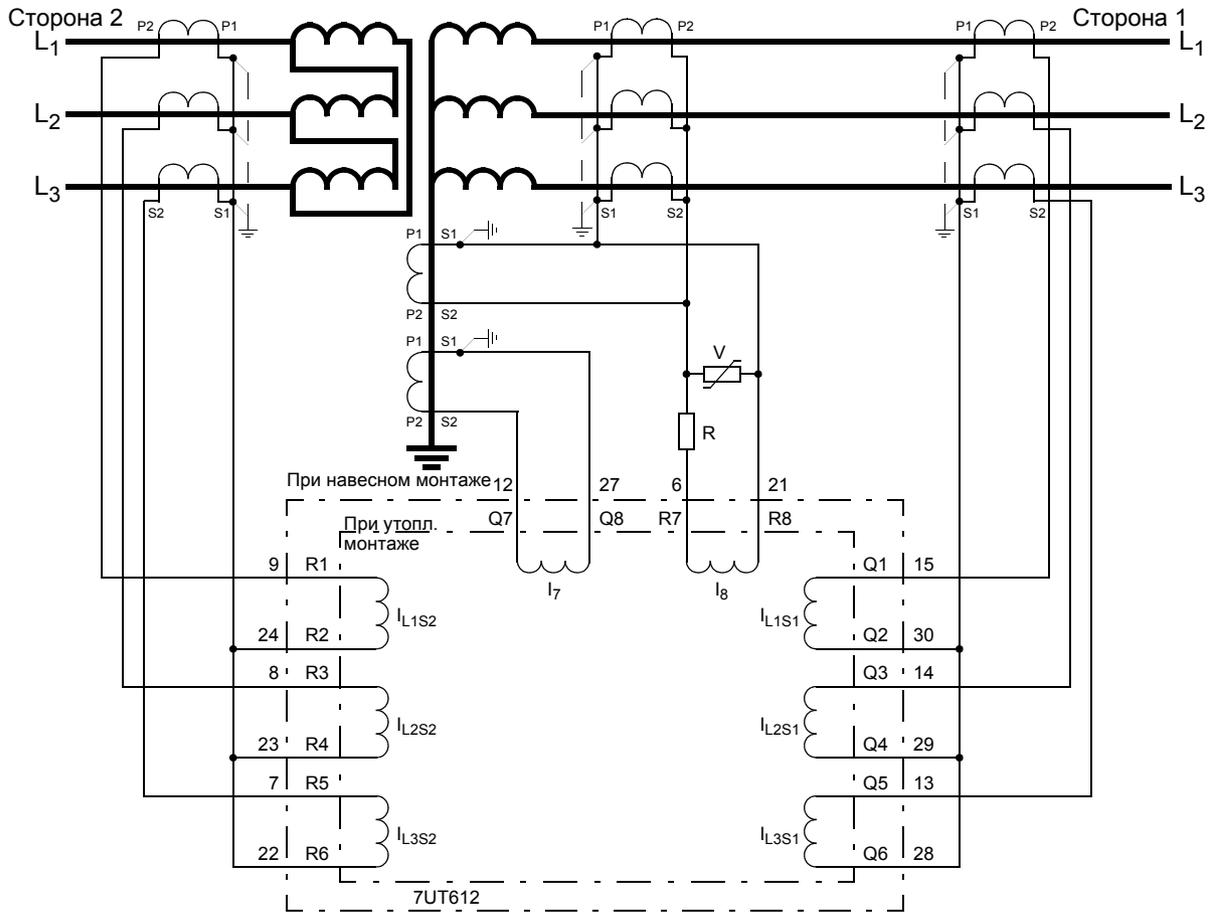


Рисунок А-13 Пример подключения 7UT612 для защиты трехфазного силового трансформатора с трансформатором тока, расположенным между нейтралью и заземляющей точкой, дополнительно соединение для высокоомной защиты

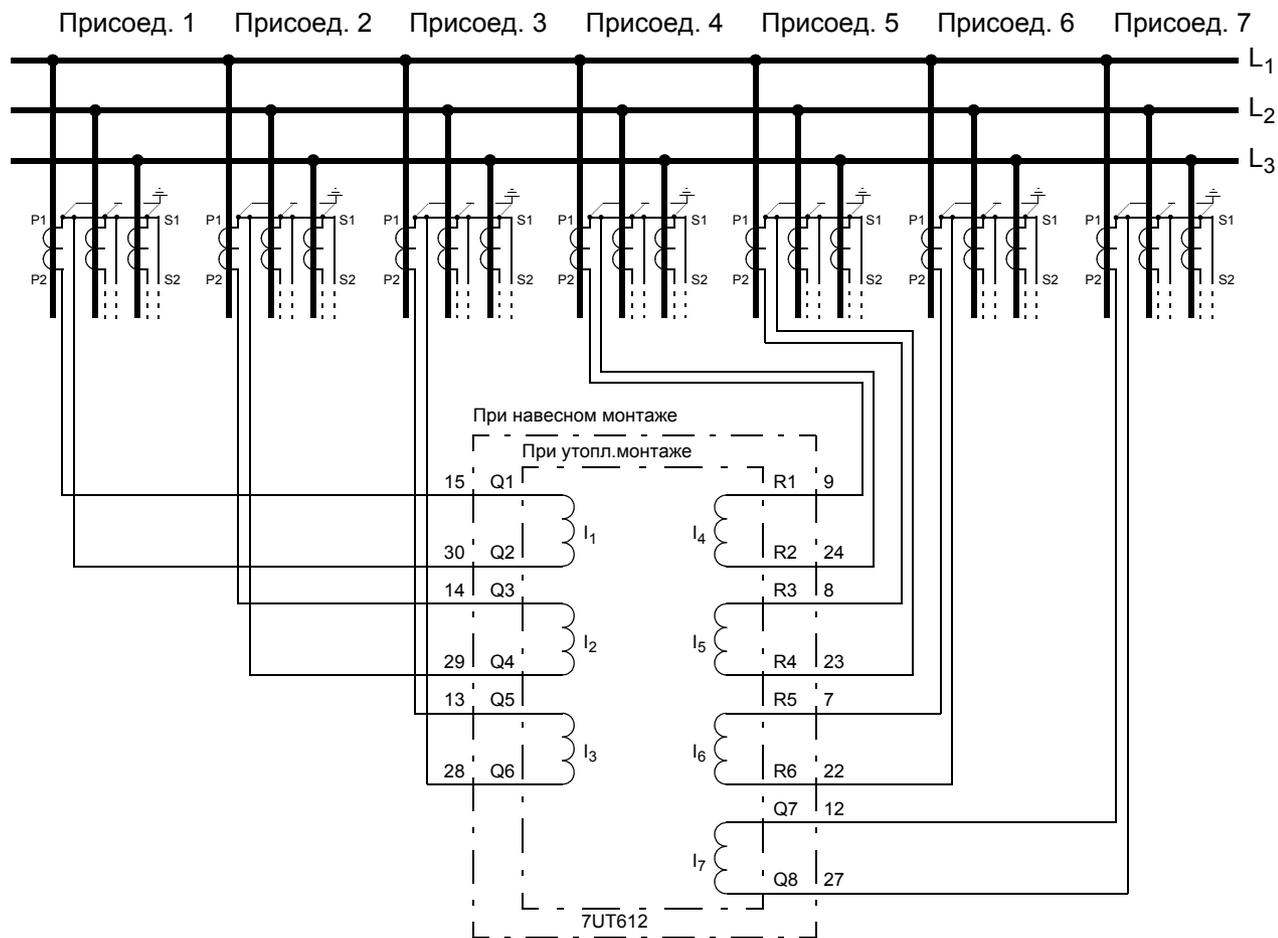


Рисунок А-14 Пример подключения 7UT612 в качестве однофазной защиты шин, пример приведен для фазы L1

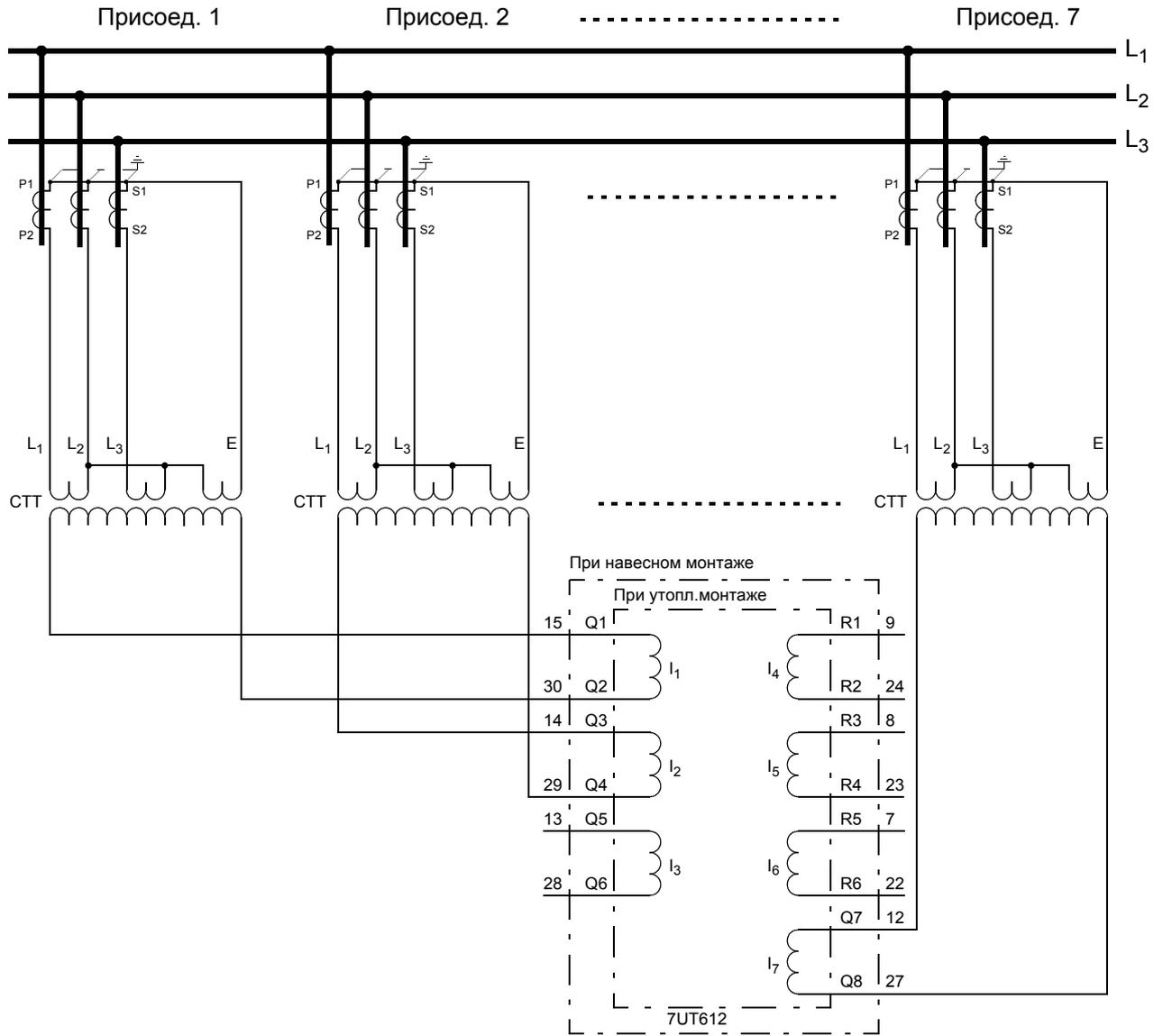


Рисунок А-15 Пример подключения 7UT612 в качестве защиты шин, подключение через внешние суммирующие трансформаторы тока (СТТ) — примеры подключения присоед. 1, 2 и 7

А.4 Привязка функций защиты к защищаемым объектам

Не все функции защиты в устройстве 7UT612 обладают достаточной чувствительностью или могут использоваться на конкретном защищаемом объекте. В таблице А-1 приводится соответствие различных функций защиты конкретным защищаемым объектам. Как только защищаемый объект будет сконфигурирован (в соответствии с разделом 2.1.1), только тогда соответствующие функции защиты, указанные в приведенной ниже таблице, будут доступны.

Таблица А-1 Обзор функций защиты доступных при различных защищаемых объектах

Функция защиты	Двухобмоточный трансформатор	Однофазный трансформатор	Авто-трансформатор	Генератор / двигатель	Шины 3-фазн.	Шины 1-фазн.
Дифференциальная защита	X	X	X	X	X	X
Дифференциальная защита нулев. посл. с ограниченной зоной	X	—	X	X	—	—
Фазная МТЗ с выдержкой времени	X	X	X	X	X	—
МТЗ нулев. посл. с выдержкой времени	X	—	X	X	X	—
ТЗНП	X	X	X	X	X	X
1-фазная МТЗ с выдержкой времени	X	X	X	X	X	X
Защита от несимметричной нагрузки	X	—	X	X	X	—
Защита от перегрузки МЭК 60255–8	X	X	X	X	X	—
Защита от перегрузки МЭК 60354	X	X	X	X	X	—
Функция УРОВ	X	X	X	X	X	—
Контроль измеряем. величин	X	X	X	X	X	—
Контроль цепи отключ.	X	X	X	X	X	X
Внешнее отключение команда 1	X	X	X	X	X	X
Внешнее отключение команда 2	X	X	X	X	X	X
Измер. величины	X	X	X	X	X	X
Обозначения:	X Функция доступна			— Функция не доступна		

А.5 Предварительно заданные конфигурации

Дискретные входы

Таблица А-2 Предварительно заданные дискретные входы

Дискретный вход	Текст на ЖКД	№	Примечания
ДВх1	>СбросСветодиод	00005	Сброс индикации с фиксацией, Н-активизирован
ДВх2	>ГазЗащ Откл	00392	Откл. от газовой защиты, Н-активизирован
ДВх3	—	—	Нет предв. установок

Дискретные выходы (выходные реле)

Таблица А-3 Предварительно заданные дискретные выходы

Дискретный выход	Текст на ЖКД	№	Примечания
ДВых1	ОБЩЕЕ ОТКЛ	00511	Команда отключения от терминала (общее отключение), без фиксации
ДВых2	ОБЩИЙ ПУСК	00501	Команда срабатывания терминала (общее сраб.), без фиксации
ДВых3	>ГазЗащ Откл	00392	Отключение от газовой защиты, без фиксации
ДВых4	ОшСуммАварСинг СуммарСигн	00140 00160	Групп. сообщение об ошибках, без фиксации

Индикация светодиодов

Таблица А-4 Предварительно заданные уставки для светодиодов

Светодиод	Текст на ЖКД	№	Примечания
LED1	ОБЩЕЕ ОТКЛ	00511	Команда отключения от терминала (общее откл.), с фиксацией
LED2	ОБЩИЙ ПУСК	00501	Команда срабатывания терминала (общее сраб.), с фиксацией
LED3	>ГазЗащ Откл	00392	Откл. от газовой защиты, с фиксацией
LED4	—	—	нет предв. установок
LED5	—	—	нет предв. установок
LED6	ОшСуммАварСинг СуммарСигн	00140 00160	Групп. сообщение об ошибках, без фиксации
LED7	Ошиб Конфиг/Уст	00311	Ошибки при конфигурировании или задании уставок (несоответствие уставок), без фиксации

Предварительная конфигурация CFC-схем

Устройство 7UT612 имеет предварительно заданные логические CFC-схемы. На Рисунке А-16 приведена схема, которая реализует преобразование значение на дискретном входе “>Блок Рег/Изм” из однопозиционного сообщения(SP) во внутреннее однопозиционное сообщение(IntSP). В соответствии с Рисунком А-17 может быть выполнена блокировка повторного включения. Она блокирует включение выключателя после его отключения от терминала до тех пор, пока вручную не будет выполнено квитирование.

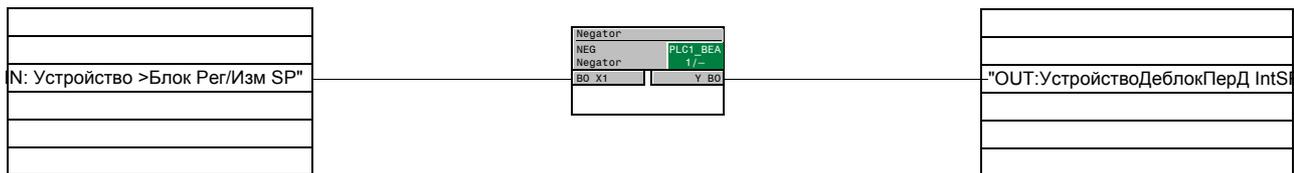


Рисунок А-16 CFC-схема для блокировки передачи и режима тестирования

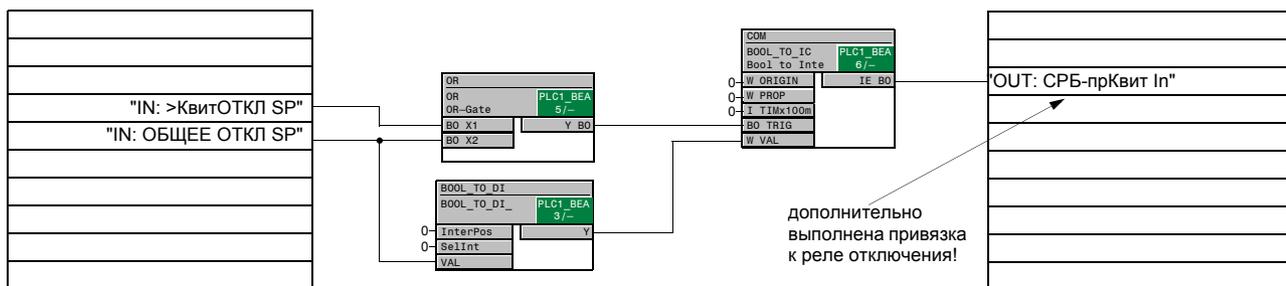


Рисунок А-17 CFC-схема для блокировки повторного включения

А.6 Функции, зависящие от протокола

Протокол Функция ↓	IEC 60870-5-103	Profibus FMS	Profibus DP	DNP3.0	Modbus ASCII/RTU	Дополнительный Сервисный интерфейс по заказу)
Рабочие измеряемые величины	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Посчитанные значения	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Регистрация аварий	Да	Да	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Да
Дистанционное задание уставок	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Да	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Нет. Только через дополнительный сервисный интерфейс	Да
Определяемые пользователем сообщения и объекты переключения	Да	Да	Предв. устанав. "сообщения, определ. пользователем" в CFC	Предв. устанав. "сообщения, определ. пользователем" в CFC	Предв. устанав. "сообщения, определ. пользователем" в CFC	Да
Синхронизация времени	Через протокол; DCF77/IRIG B; Интерф.; Дискр. входы	Через протокол; DCF77/IRIG B; Интерф.; Дискр. входы	Via DCF77/IRIG B; Интерф.; Дискр. входы	Через протокол; DCF77/IRIG B; Интерф.; Дискр. входы	Через DCF77/IRIG B; Интерф.; Дискр. входы	-
Сообщения с меткой времени	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да
Вспомогательные средства для ввода в эксплуатацию						
<ul style="list-style-type: none"> Блокировка передачи сигнализации и измеренных значений Генерация тестовых сообщений 	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Режим	Асинхронный	Асинхронный	Асинхронный	Асинхронный	Асинхронный	-
Режим передачи	Циклически / По событию	Циклически / По событию	Циклически	Циклически / По событию	Циклически	-
Скорость передачи (Бод)	4800 - 38400	до 1.5 МБод	до 1.5 МБод	2400 - 19200	2400 - 19200	2400 - 38400

А.7 Список уставок

Примечания:

В зависимости от версии устройства и варианта заказа, некоторые из адресов могут быть пропущены или иметь другие уставки по умолчанию.

Диапазоны уставок и уставки по умолчанию относятся к номинальному току $I_H = 1$ А. Для номинального тока $I_H = 5$ А токовые величины необходимо умножить на 5. При вводе первичных величин необходимо учитывать коэффициенты трансформации.

Уставки, адреса которых содержат букву "А" могут быть изменены только при использовании программы DIGSI 4, в меню "Дополнительные параметры".

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
103	Переключ Группы	Выведено Введено	Выведено	Опция переключения группы уставок
105	Защищ Объект	3-фазный трансформатор 1-фазный трансформатор Автотрансформатор Генератор / двигатель) 3-фазн. шины 1-фазн. шины	3-фазный трансформатор	Защищаемый объект
106	КОЛ-ВО СтОН	2	2	Количество сторон трехфазного объекта
107	Колво Концов	3 4 5 6 7	7	Количество сторон однофазной защиты шин
108	Подкл ТТ I7	не использ. Сторона 1 Сторона 2	не использ.	I7-ТТ подключен к
112	ДиффЗащита	Выведено Введено	Введено	Дифференциальная защита
113	Огр 33	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Дифференциальная защита нулев.посл. с ограниченной зоной
117	Дин Коррект Уст	Выведено Введено	Выведено	Датчик холодной нагрузки
120	МТЗ фаз НВВ/ИВВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Фазная МТЗ незав/инв. хар-ка выдержки времени
121	ХарМТЗфНВВ/ИВВ	МТЗ с независимой выдержкой времени Кривая выд. врем. по станд. МЭК Кривая выд. врем. по станд. ANSI Кривая сраб. опред. пользователем Кривые сраб. и сброса опред. польз.	МТЗ с независимой выдержкой времени	Фазная МТЗ с независ./инверсн. характеристикой срабатывания
122	МТЗ 3I0 НВВ/ИВВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	НВВ/ ИВВ 3I0
123	ХарМТЗ_3I0Н/ИВВ	МТЗ с независимой выдержкой времени Кривая выд. врем. по станд. МЭК Кривая выд. врем. по станд. ANSI Кривая сраб. опред. пользователем Кривые сраб. и сброса опред. польз.	МТЗ с независимой выдержкой времени	МТЗ нулевой последовательности с независ./инверсн. характеристикой срабатывания

Адрес	Наименование уставки	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
124	МТЗ зем НВВ/ИВВ	Выведено нечувствит. ТТ I7	Выведено	ТЗНП с незав/инв. хар-кой выдержки времени
125	ХарЗемМТЗ_Н/ИВВ	МТЗ с независимой выдержкой времени Кривая выд. врем. по станд. МЭК Кривая выд. врем. по станд. ANSI Кривая сраб. опред. пользователем Кривые сраб. и сброса опред. польз.	МТЗ с независимой выдержкой времени	ТЗНП с независ./инверсн. характеристикой срабатывания
127	МТЗ 1-Ф НВВ/ИВВ	Выведено нечувствит. ТТ I7 чувствит. ТТ I8	Выведено	1-фазная МТЗ с независимой выдержкой времени
140	Несимм Нагрузка	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Защита от несимметричной нагрузки (обратная последовательность)
141	ХарЗащНесиммНагр	МТЗ с независимой выдержкой времени Кривая выд. врем. по станд. МЭК Кривая выд. врем. по станд. ANSI	МТЗ с независимой выдержкой времени	Защита от несимметричной нагрузки (обратная последовательность). Характеристика
142	ТермЗащПерегруз	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Защита от термической перегрузки
143	ХарТермЗащич	классич. в соотв. с МЭК60255 в соотв. с МЭК354	классич. в соотв. с МЭК60255	Защита от термической перегрузки. Характеристика
170	УРОВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
181	КонтрИзмерВелич	Выведено Введено	Введено	Контроль измеряемых величин
182	Контр.цепи откл	Выведено с 2 дискр. входами с 1 дискр. входом	Выведено	Контроль цепи отключения
186	ВнешнОткл1	Выведено Введено	Выведено	Внешнее отключение. Функция 1
187	ВнешнОткл2	Выведено Введено	Выведено	Внешнее отключение. Функция 2
190	Вх Датчика Темп	Выведено Порт С	Выведено	Внешний вход температуры
191	ТИП ПОДКЛ RTD	6 RTD симплексная обработка 6 RTD полудуплексная обраб. 12 RTD полудуплексная обраб.	6 RTD симплексная обработка	Тип подключения внешнего температурного входа

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
201	ОбщТчТТ->Об Ст1	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ стороны 1 в направлении объекта
202	Ин-перв ТТ Ст1	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 1
203	Ин-втор ТТ Ст1	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 1
206	ОбщТчТТ->Об Ст2	Данные энергосистемы 1	ДА) НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ стороны 2 в направлении объекта
207	Ин-перв ТТ Ст2	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	2000 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 2

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
208	Ин-втор ТТ Ст2	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 2
211	ОбщТчТТ->СШ I1	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I1 в направлении шин
212	Ин первич ТТ I1	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I1
213	Ин вторич ТТ I1	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А 0.1 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ I1
214	ОбщТчТТ->СШ I2	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I2 в направлении шин
215	Ин первич ТТ I2	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I2
216	Ин вторич ТТ I2	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А 0.1 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ I2
217	ОбщТчТТ->СШ I3	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I3 в направлении шин
218	Ин первич ТТ I3	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I3
219	Ин вторич ТТ I3	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А 0.1 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ I3
221	ОбщТчТТ->СШ I4	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I4 в направлении шин
222	Ин первич ТТ I4	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I4
223	Ин вторич ТТ I4	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А 0.1 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ I4
224	ОбщТчТТ->СШ I5	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I5 в направлении шин
225	Ин первич ТТ I5	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I5
226	Ин вторич ТТ I5	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А 0.1 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ I5
227	ОбщТчТТ->СШ I6	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I6 в направлении шин
228	Ин первич ТТ I6	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I6
229	Ин вторич ТТ I6	Данные энергосистемы 1	1 А 5 А 0.1 А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ I6
230	Заземл Электрод	Данные энергосистемы 1	Клемма Q7 Клемма Q8	Клемма Q7	Выбор заземляющего электрода
231	ОбщТчТТ->СШ I7	Данные энергосистемы 1	ДА НЕТ	ДА	Нейтраль ТТ I7 в направлении шин
232	Ин первич ТТ I7	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Номинальный первичный ток ТТ I7
233	Ин вторич ТТ I7	Данные энергосистемы 1	1 А 5 0.1 А	1 А	Номинальный вторичный ток ТТ I7

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
235	Коэфф. I8	Данные энергосистемы 1	1.0..300.0	60.0	Factor: Коэф. трансформации для входа I8
240	Un перв Ст1	Данные энергосистемы 1	0.4..800.0 кВ	110.0 кВ	Номинальное первичное напряжение стороны 1
241	Общ.Тч Ст1	Данные энергосистемы 1	Глухозаземл. Изолиров.	Глухозаземл.	Тип нейтрали стороны 1
242	СоедОбмСт1	Данные энергосистемы 1	Y (Звезда) D (Треугольник) Z (Зигзаг)	Y (Звезда)	Схема соединения обмотки трансформатора стороны 1
243	Un перв Ст2	Данные энергосистемы 1	0.4..800.0 кВ	11.0 кВ	Номинальное первичное напряжение стороны 2
244	Общ.Тч Ст2	Данные энергосистемы 1	Глухозаземл. Изолиров.	Глухозаземл.	Тип нейтрали стороны 2
245	СоедОбмСт2	Данные энергосистемы 1	Y (Звезда) D (Треугольник) Z (Зигзаг)	Y (Звезда)	Схема соединения обмотки трансформатора стороны 2
246	ГрСоедОбмСт2	Данные энергосистемы 1	0..11	0	Цифровое обозначение векторной группы стороны 2
249	Sn Трансф	Данные энергосистемы 1	0.20..5000.00 МВА	38.10 МВА	Номинальная полная мощность трансформатора
251	Un Ген/Двиг	Данные энергосистемы 1	0.4..800.0 кВ	21.0 кВ	Номинальное первичное напряжение генератора / двигателя
252	Sn Ген/Двиг	Данные энергосистемы 1	0.20..5000.00 МВА	70.00 МВА	Номинальная полная мощность генератора
261	Un СШ	Данные энергосистемы 1	0.4..800.0 кВ	110.0 кВ	Номинальное первичное напряжение шин
265	100% шкалы тока	Данные энергосистемы 1	1..100000 А	200 А	Первичный рабочий ток
266	Выбор Фазы	Данные энергосистемы 1	Фаза 1 Фаза 2 Фаза 3	Фаза 1	Выбор фазы
270	Номин Частота	Данные энергосистемы 1	50 Гц 60 Гц 16 2/3 Гц	50 Гц	Номинальная частота
271	Чередование фаз	Данные энергосистемы 1	L1 L2 L3 L1 L3 L2	L1 L2 L3	Чередование фаз
276	Ед измер темп	Данные энергосистемы 1	Градусы по Цельсию Градусы по Фаренгейту	Градусы по Цельсию	Единицы измерения температуры
280А	Тмин Ком Откл	Данные энергосистемы 1	0.01..32.00 с	0.15 с	Минимальная длительность команды на отключение
283	I> ВЫКЛ вкл Ст1	Данные энергосистемы 1	0.04..1.00 А	0.04 А	Минимальный порог по току выкл-ля S1
284	I> ВЫКЛ вкл Ст2	Данные энергосистемы 1	0.04..1.00 А	0.04 А	Минимальный порог по току выкл-ля S2
285	I> ВЫКЛ вкл I7	Данные энергосистемы 1	0.04..1.00 А	0.04 А	Мин. порог по току выкл-ля I7
302	Изменить группу	Изменение групп уставок	Группа А Группа В Группа С Группа D дискр.вх Протокол	Группа А	Переключение на другую группу уставок

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
401	Запуск Регистр	Запись осциллограмм аварий	Сохранение при сраб. Сохранение при откл. Пуск при откл.	Сохранение при сраб.	Сохранение осциллограмм
403	Макс время Рег	Запись осциллограмм аварий	0.30..5.00 с	1.00 с	Максимальная длительность осциллограммы
404	Время до Нач	Запись осциллограмм аварий	0.05..0.50 с	0.10 с	Время записи до переключения при возникновении повреждения (предрежим)
405	Врем после Повр	Запись осциллограмм аварий	0.05..0.50 с	0.10 с	Время записи после события (послеаварийное)
406	ВремяЗаписи ДВх	Запись осциллограмм аварий	0.10..5.00 с; ∞	0.50 с	Время записи через дискретный вход
1201	ДиффЗащита	Дифференциальная защита	ОТКЛ ВКЛ Блокирование реле на выдачу команды на отключение	ОТКЛ	Дифференциальная защита
1205	УВ.ХАР.Пск.ПУСК	Дифференциальная защита	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Загрубление характеристики отключения при пуске
1206	ТормТокНам2ГАРМ	Дифференциальная защита	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Торможение от 2 гармоники при броске тока
1207	Торм.п-ГАРМ	Дифференциальная защита	ОТКЛ 3 гарм. 5 гарм.	ОТКЛ	Торможение от n-ой гармоники
1208	Идиф> Контроль	Дифференциальная защита	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Контроль дифференциального тока
1210	I> РАЗР СИГ ОТК	Дифференциальная защита	0.20..2.00 I/ИНО; 0	0.00 I/ИНО	I> для детектора тока
1211А	ДИФФ с IE1-ИЗМ	Дифференциальная защита	НЕТ ДА	НЕТ	Дифф. защита с измерением тока заземления стороны S1
1212А	ДИФФ с IE2-ИЗМ	Дифференциальная защита	НЕТ ДА	НЕТ	Дифф. защита с измерением тока заземления стороны S2
1221	I-Дифф>	Дифференциальная защита	0.05..2.00 I/ИНО	0.20 I/ИНО	Уставка срабатывания по дифференциальному току
1226А	Т I-Дифф>	Дифференциальная защита	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Т I-ДИФФ> выдержка времени
1231	I-Дифф>>	Дифференциальная защита	0.5..35.0 I/ИНО; ∞	7.5 I/ИНО	Величина сраб. при откл. с большой уставкой
1236А	Т I-Дифф>>	Дифференциальная защита	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Т I-ДИФФ>> выдержка времени
1241А	УголНаклона1	Дифференциальная защита	0.10..0.50	0.25	Угол наклона 1 характеристики отключения
1242А	Базовая Точка1	Дифференциальная защита	0.00..2.00 I/ИНО	0.00 I/ИНО	Начальная точка наклона 1 характеристики
1243А	УголНаклона2	Дифференциальная защита	0.25..0.95	0.50	Угол наклона 2 характеристики отключения
1244А	БазоваяТочка2	Дифференциальная защита	0.00..10.00 I/ИНО	2.50 I/ИНО	Начальная точка наклона 2 характеристики
1251А	I-ТОРМ ПУСКА	Дифференциальная защита	0.00..2.00 I/ИНО	0.10 I/ИНО	I-ТОРМОЖЕНИЯ для определения пуска

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1252A	КОЭФ УВЕЛ ХАР	Дифференциальная защита	1.0..2.0	1.0	Коэффициент заглубления характеристики при пуске
1253	Т ПУСК МАКС	Дифференциальная защита	0.0..180.0 с	5.0 с	Максимально допустимое время пуска
1256A	I-ДОП ТОРМ	Дифференциальная защита	2.00..15.00 I/ИО	4.00 I/ИО	Сраб. для добавочного торможения
1257A	T-ДОП ТОРМ	Дифференциальная защита	2..250 1 Период; ∞	15 1 Период	Длительность дополнительного торможения
1261	2-ая_Гармоника	Дифференциальная защита	10..80 %	15 %	Содержание 2-ой гармоники в I-ДИФФ
1262A	ВрПерекрБлок	Дифференциальная защита	2..1000 1 Период; 0; ∞	3 1 Период	Время перекрестной блокировки по 2-ой гармонике
1271	n-ая ГАРМОНИКА	Дифференциальная защита	10..80 %	30 %	Содержание n-ой гармоники в I-ДИФФ
1272A	ДЛ БЛК. n-ГАРМ	Дифференциальная защита	2..1000 1 Период; 0; ∞	0 1 Период	Время перекрестной блокировки по n-ой гармонике
1273A	IдифМакс n Гарм	Дифференциальная защита	0.5..20.0 I/ИО	1.5 I/ИО	Предел IДИФФтах при торможении n-ой гармоникой
1281	I-ДИФФ> КОНТР	Дифференциальная защита	0.15..0.80 I/ИО	0.20 I/ИО	Величина срабатывания контроля дифтока
1282	T I-ДИФФ> КОНТР	Дифференциальная защита	1..10 с	2 с	T I-ДИФФ> выдержка времени контроля
1301	Огр 3З	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	ОТКЛ ВКЛ Блокирование реле на выдачу команды на отключение	ОТКЛ	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной
1311	I-Диф3З>	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	0.05..2.00 I/И	0.15 I/И	Величина срабатывания I диф3З>
1312A	T I-Диф3З>	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени T I-ДИФФ>
1313A	Наклон Характ	Дифференциальная защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	0.00..0.95	0.00	Угол наклона характеристики I-диф3З> = f(I-СУМ)
1701	Дин Коррект Уст	Сраб. при холодн. нагрузке	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Функция срабатывания при холодной нагрузке
1702	ПУСК ДИН Фазн	Сраб. при холодн. нагрузке	Отсутствие тока по б/к выкл-ля	Отсутствие тока	Условие пуска функции сраб. при хол. нагр. для фазной МТЗ
1703	ПУСК ДИН 3I0	Сраб. при холодн. нагрузке	Отсутствие тока по б/к выкл-ля)	Отсутствие тока	Условие пуска функции сраб. при хол. нагр. для МТЗ 3I0
1704	ПУСК ДИН Земл	Сраб. при холодн. нагрузке	Отсутствие тока по б/к выкл-ля	Отсутствие тока	Условие пуска функции сраб. при хол. нагр. для земляной МТЗ
1711	Время Откл Сост	Сраб. при холодн. нагрузке	0..21600 с	3600 с	Время откл. сост. выключателя
1712	Время Дейст Дин	Сраб. при холодн. нагрузке	1..21600 с	3600 с	Время действия

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1713	Время Снят Дин	Сраб. при холодн. нагрузке	1..600 с; ∞	600 с	Время действия
2001	Фазная МТЗ	Фазная МТЗ	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Фазная максимальная токовая защита с выдержкой времени
2002	ОтстрБр МТЗ фаз	Фазная МТЗ	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Отстройка от броска тока намагничивания для фазной МТЗ
2008А	Ручн Включение	Фазная МТЗ	I>> мгновенно I> мгновенно Iр мгновенно Не активна	I>> мгновенно	Режим ручного включения для фазной МТЗ
2011	I>>	Фазная МТЗ	0.10..35.00 А; ∞	2.00 А	Уставка срабатывания I>>
2012	T I>>	Фазная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени T I-ДИФ>>
2013	I>	Фазная МТЗ	0.10..35.00 А; ∞	1.00 А	Уставка срабатывания I>
2014	T I>	Фазная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T I>
2021	Iр	Фазная МТЗ	0.10..4.00 А	1.00 А	Уставка срабатывания Iр
2022	T Iр	Фазная МТЗ	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T Iр
2023	D Iр	Фазная МТЗ	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D Iр
2024	ВрТок ХарВозвр	Фазная МТЗ	Мгновенно Эмуляция диска	Эмуляция диска	Характеристика возврата МТЗ
2025	Характер МЭК	Фазная МТЗ	Нормально инверсная Сильно инверсная Предельно инверсная Длительно инверсная	Нормально инверсная	Кривые по стандарту МЭК
2026	Характер ANSI	Фазная МТЗ	Сильно инверсная Инверсная Коротко инверсная Длительно инверсная Средне инверсная Предельно инверсная Определенно инверсная	Сильно инверсная	Кривые по стандарту ANSI
2031	I/Iр Пск T/Tr	Фазная МТЗ	1.00..20.00 I/Ic; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Кривая срабатывания I/Iр - TI/Tr
2032	МнПуск Воз T/Tr	Фазная МТЗ	0.05..0.95 I/Ic; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Множество срабатываний <-> TI/Tr
2041	2-ая ГАРМ Фазн	Фазная МТЗ	10..45 %	15 %	2-я гармоника фазной МТЗ в % от основной гармоники
2042	I Макс Бр Фазн	Фазная МТЗ	0.30..25.00 А	7.50 А	Макс. ток для отстройки от броска тока для фазной МТЗ
2043	ПЕР БЛОК фазн	Фазная МТЗ	НЕТ ДА	НЕТ	ПЕРЕКРЕСТНОЕ БЛОКИРОВАНИЕ фазной МТЗ
2044	T ПЕР БЛОК фазн	Фазная МТЗ	0.00..180.00 с	0.00 с	ПЕРЕКРЕСТНОЕ БЛОКИРОВАНИЕ фазной МТЗ
2111	I>>	Фазная МТЗ	0.10..35.00 А; ∞	10.00 А	Уставка срабатывания I>>
2112	T I>>	Фазная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени T I>>
2113	I>	Фазная МТЗ	0.10..35.00 А; ∞	2.00 А	Уставка срабатывания I>
2114	T I>	Фазная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.30 с	Выдержка времени T I>
2121	Iр	Фазная МТЗ	0.10..4.00 А	1.50 А	Уставка срабатывания Iр
2122	T Iр	Фазная МТЗ	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T Iр

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2123	D Ip	Фазная МТЗ	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D Ip
2201	МТЗ 3I0	МТЗ 3I0	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Максимальная токовая защита нулевой последовательности с выдержкой времени
2202	ОтстрБр МТЗ 3I0	МТЗ 3I0	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Отстройка от броска тока намагничивания для МТЗ НП
2208A	РучнВкл МТЗ 3I0	МТЗ 3I0	3I0>> мгновенно 3I0> мгновенно 3I0> мгновенно Не активна	3I0>> мгновенно	Режим ручного включения для МТЗ НП
2211	3I0>>	МТЗ 3I0	0.05..35.00 А; ∞	0.50 А	Уставка срабатывания 3I0>>
2212	T 3I0>>	МТЗ 3I0	0.00..60.00 с; ∞	0.10 с	Выдержка времени T 3I0>>
2213	3I0>	МТЗ 3I0	0.05..35.00 А; ∞	0.20 А	Уставка срабатывания 3I0>
2214	T 3I0>	МТЗ 3I0	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T 3I0>
2221	3I0p	МТЗ 3I0	0.05..4.00 А	0.20 А	Уставка срабатывания 3I0p
2222	T 3I0p	МТЗ 3I0	0.05..3.20 с; ∞	0.20 с	Выдержка времени T 3I0p
2223	D 3I0p	МТЗ 3I0	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D 3I0p
2224	ХАР ВОЗВР МТЗ	МТЗ 3I0	Мгновенно Эмуляция диска	Эмуляция диска	Характеристика возврата МТЗ
2225	Хар-ка МЭК	МТЗ 3I0	Нормально инверсная Сильно инверсная Предельно инверсная Длительно инверсная	Нормально инверсная	Кривые по стандарту МЭК
2226	Хар-ка ANSI	МТЗ 3I0	Сильно инверсная Инверсная Коротко инверсная Длительно инверсная Средне инверсная Предельно инверсная Определенно инверсная	Сильно инверсная	Кривые по стандарту ANSI
2231	I/OpПускТ/ТI0p	МТЗ 3I0	1.00..20.00 I/c; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Кривая срабатывания 3I0/3I0p - T3I0/T3I0p
2232	I/OpВОЗВР/ТI0p	МТЗ 3I0	0.05..0.95 I/c; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Множество срабатываний <-> T3I0/T3I0p
2241	2-ая ГАРМ 3I0	МТЗ 3I0	10..45 %	15 %	2-я гармоника в МТЗ НП в % от основной гармоники
2242	I Макс Бр 3I0	МТЗ 3I0	0.30..25.00 А	7.50 А	Макс. ток для отстройки от броска тока для МТЗ НП
2311	3I0>>	МТЗ 3I0	0.05..35.00 А; ∞	7.00 А	Уставка срабатывания 3I0>>
2312	T 3I0>>	МТЗ 3I0	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени T 3I0>>
2313	3I0>	МТЗ 3I0	0.05..35.00 А; ∞	1.50 А	Уставка срабатывания 3I0>
2314	T 3I0>	МТЗ 3I0	0.00..60.00 с; ∞	0.30 с	Выдержка времени T 3I0>
2321	3I0p	МТЗ 3I0	0.05..4.00 А	1.00 А	Уставка срабатывания 3I0p
2322	T 3I0p	МТЗ 3I0	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T 3I0p
2323	D 3I0p	МТЗ 3I0	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D 3I0p
2401	Земл. МТЗ	Земляная МТЗ	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Максимальная токовая защита от замыканий на землю с выдержкой времени

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2402	ОтстрБр МТЗ зем	Земляная МТЗ	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Отстройка от броска тока намагничивания для земляной МТЗ
2408А	Ручн Включ IE	Земляная МТЗ	IE>> мгновенно IE> мгновенно IEр> мгновенно Не активна	IE>> мгновенно	Режим ручного включения для земляной МТЗ
2411	IE>>	Земляная МТЗ	0.05..35.00 А; ∞	0.50 А	Уставка срабатывания IE>>
2412	T IE>>	Земляная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.10 с	Выдержка времени T IE>>
2413	IE>	Земляная МТЗ	0.05..35.00 А; ∞	0.20 А	Уставка срабатывания IE>
2414	T IE>	Земляная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T IE>
2421	IEр	Земляная МТЗ	0.05..4.00 А	0.20 А	Уставка срабатывания IEр
2422	T IEр	Земляная МТЗ	0.05..3.20 с; ∞	0.20 с	Выдержка времени T IEр
2423	D IEр	Земляная МТЗ	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D IEр
2424	Харак Возвр IEр	Земляная МТЗ	Мгновенно Эмуляция диска	Эмуляция диска	Характеристика возврата МТЗ
2425	Характер МЭК	Земляная МТЗ	Нормально инверсная Сильно инверсная Предельно инверсная Длительно инверсная	Нормально инверсная	Кривые по стандарту МЭК
2426	Характер ANSI	Земляная МТЗ	Сильно инверсная Инверсная Коротко инверсная Длительно инверсная Средне инверсная Предельно инверсная Определенно инверсная	Сильно инверсная	Кривые по стандарту ANSI
2431	I/IEр Пск T/IEр	Земляная МТЗ	1.00..20.00 I/с; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Кривая срабатывания IE/IEр - TIE/ TIEр
2432	MnПск Воз T/IEр	Земляная МТЗ	0.05..0.95 I/с; ∞ 0.01..999.00 Коэффициент времени		Множество срабатываний <-> TI/ TIEр
2441	2-ая ГАРМ Земл	Земляная МТЗ	10.45 %	15 %	2-я гармоника в земляной МТЗ в % от основной гармоники
2442	I Макс Бр Земл	Земляная МТЗ	0.30..25.00 А	7.50 А	Макс. ток для отстройки от броска тока для Земляной МТЗ
2511	IE>>	Земляная МТЗ	0.05..35.00 А; ∞	7.00 А	Уставка срабатывания IE>>
2512	T IE>>	Земляная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.00 с	Выдержка времени T IE>>
2513	IE>	Земляная МТЗ	0.05..35.00 А; ∞	1.50 А	Уставка срабатывания IE>
2514	T IE>	Земляная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.30 с	Выдержка времени T IE>
2521	IEр	Земляная МТЗ	0.05..4.00 А	1.00 А	Уставка срабатывания IEр
2522	T IEр	Земляная МТЗ	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T IEр
2523	D IEр	Земляная МТЗ	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D IEр
2701	1-фазн. МТЗ	1 фазная МТЗ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	1-фазная максимально токовая защита с выдержкой времени
2702	1-ф I>>	1 фазная МТЗ	0.05..35.00 А; ∞	0.50 А	Уставка срабатывания 1-ф МТЗ I>>
2703	1-ф I>>	1 фазная МТЗ	0.003..1.500 А; ∞	0.300 А	Уставка срабатывания 1-ф МТЗ I>>
2704	T 1-ф I>>	1 фазная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.10 с	Выдержка времени 1-ф МТЗ T I>>
2705	1-ф I>	1 фазная МТЗ	0.05..35.00 А; ∞	0.20 А	Уставка срабатывания 1-ф МТЗ I>

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2706	1-ф I>	1 фазная МТЗ	0.003..1.500 А; ∞	0.100 А	Уставка срабатывания 1-ф МТЗ I>
2707	T 1-ф I>	1 фазная МТЗ	0.00..60.00 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени 1-ф МТЗ T I>
4001	Несимм Нагрузка	Защ. от несимметр. нагрузки (обр. послед.)	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Защита от несимметричной нагрузки (обратная последовательность)
4002	I2>	Защ. от несимметр. нагрузки (обр. послед.)	0.10..3.00 А	0.10 А	Уставка срабатывания I2>
4003	T I2>	Защита от несимметричной нагрузки (обратная последовательность)	0.00..60.00 с; ∞	1.50 с	Выдержка времени T I2>
4004	I2>>	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	0.10..3.00 А	0.50 А	Уставка срабатывания I2>>
4005	T I2>>	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	0.00..60.00 с; ∞	1.50 с	Выдержка времени T I2>>
4006	Характер МЭК	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	Нормально инверсная Сильно инверсная Пределно инверсная	Пределно инверсная	Кривые по стандарту МЭК
4007	Характер ANSI	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	Пределно инверсная Инверсная Средне инверсная Сильно инверсная	Пределно инверсная	Кривые по стандарту ANSI
4008	I2p	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	0.10..2.00 А	0.90 А	Уставка срабатывания I2p
4009	D I2p	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	0.50..15.00; ∞	5.00	Выдержка времени D I2p
4010	T I2p	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	0.05..3.20 с; ∞	0.50 с	Выдержка времени T I2p
4011	I2p ВОЗВРАТ	Защ. от несимметр. нагр. (обр. послед.)	Мгновенно Эмуляция диска	Мгновенно	Характеристика возврата I2p
4201	Защ Терм Перегр	Защита от термич. перегрузки	ОТКЛ ВКЛ На сигнал	ОТКЛ	Защита от термической перегрузки
4202	Коэффициент К	Защита от термич. перегрузки	0.10..4.00	1.10	Коэффициент К
4203	Пост Времени	Защита от термич. перегрузки	1.0..999.9 мин	100.0 мин	Постоянная времени
4204	Сигн Терм Ступ	Защита от термич. перегрузки	50..100 %	90 %	Сигнальная термическая ступень
4205	Исигн	Защита от термической перегрузки	0.10..4.00 А	1.00 А	Точка перегрузки по току при действии на сигнал
4207A	Kt- Коэфф	Защита от термической перегрузки	1.0..10.0	1.0	КОЭФИЦИЕНТ Kt при останове двигателя
4208A	Тавар	Защита от термич. перегрузки	10..15000 с	100 с	Время аварийного предупреждения
4209A	Ипуск Двигателя	Защита от термич. перегрузки	0.60..10.00 А; ∞	∞ А	Величина срабатывания по току при пуске двигателя
4221	ДатчМасла Подкл	Защита от термич. перегрузки	1..6	1	Кол-во датчиков, подключенных к RTD

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4222	Т НАГР ПРЕДУПР1	Защита от термич. перегрузки	98..140 °C	98 °C	Температура срабатывания ступени 1
4223	Т НАГР ПРЕДУПР1	Защита от термической перегрузки	208..284 °F	208 °F	Температура срабатывания ступени 1
4224	Т НАГР АВАРИЯ2	Защита от термич. перегрузки	98..140 °C	108 °C	Температура срабатывания ступени 2
4225	Т НАГР АВАРИЯ2	Защита от термич. перегрузки	208..284 °F	226 °F	Температура срабатывания ступени 2
4226	Степень Старен1	Защита от термич. перегрузки	0.125..128.000	1.000	Срабатывание СТУПЕНИ 1 по скорости старения
4227	Степень Старен2	Защита от термич. перегрузки	0.125..128.000	2.000	Срабатывание СТУПЕНИ 2 по скорости старения
4231	ТИП ОХЛАЖДЕН	Защита от термич. перегрузки	ON (Естеств.охл) OF (Принуд.цирк.) OD (Направл.)	ON (Естеств.охл)	Способ охлаждения
4232	ЭКСПОНЕН ОБМ	Защита от термич. перегрузки	1.6..2.0	1.6	Экспонента Y-обмотки (звезды)
4233	ТЕМП.ГРД-Т ИЗОЛ	Защита от термич. перегрузки	22..29	22	Отношение темп. наиболее нагретой точки к градиенту темпер. верхних слоев масла
7001	УРОВ	УРОВ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Функция резервирования отказа выключателя
7004	Контр ВЫКЛ Б/К	УРОВ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль положения блок-контактов выключателя
7005	Т откл	УРОВ	0.06..60.00 с; ∞	0.25 с	Время ОТКЛЮЧЕНИЯ
7110	ИндПовр СД/Дсп	Устройство	Отображение при каждом срабатывании Отображение только при ОТКЛ.	Отображение при каждом срабатывании	Сигнализация о повреждении на светодиодах/дисплее
7601	Вычисл Мощности	Измерения	на основе установленного V на основе измеренного V	на основе установленного V	Расчет мощности
8101	Симметрия I	Контроль измерений	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Контроль симметрии токов
8102	Черед Фаз	Контроль измерений	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Контроль чередования фаз
8111	Симм. I Ст1	Контроль измерений	0.10..1.00 А	0.50 А	Контроль симметрии токов стороны 1
8112	КэффСимм I Ст1	Контроль измерений	0.10..0.90	0.50	Кэфф. симметрии контроля по току стороны 1
8121	Симм. I Ст2	Контроль измерений	0.10..1.00 А	0.50 А	Контроль симметрии токов стороны 2
8122	КэффСимм I Ст2	Контроль измерений	0.10..0.90	0.50	Кэфф. симметрии контроля по току стороны 2
8201	Контр Цели Откл	Контроль цепи отключения	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Контроль цепи отключения
8601	ВнешнОткл1	Функция внешнего отключения	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Внешнее отключение. Функция 1
8602	Т ЗадВнешнОткл1	Функция внешнего отключения	0.00..60.00 с; ∞	1.00 с	Выдержка времени внеш. отключения 1
8701	ВнешнОткл2	Функция внешнего отключения	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Внешнее отключение. Функция 2

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8702	T_ЗадВнешнОткл2	Функция внешнего отключения	0.00..60.00 с; ∞	1.00 с	Выдержка времени внеш. отключения 2
9011A	RTD 1 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Pt 100 Ом	Тип RTD1:
9012A	RTD 1 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Масло	Местоположение RTD1:
9013	RTD 1 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 1: Температура срабатывания ступени 1
9014	RTD 1 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 1: Температура срабатывания ступени 1
9015	RTD 1 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 1: Температура срабатывания ступени 2
9016	RTD 1 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 1: Температура срабатывания ступени 2
9021A	RTD 2 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD2
9022A	RTD 2 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD2:
9023	RTD 2 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 2: Температура срабатывания ступени 1
9024	RTD 2 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 2: Температура срабатывания ступени 1
9025	RTD 2 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 2: Температура срабатывания ступени 2
9026	RTD 2 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 2: Температура срабатывания ступени 2
9031A	RTD 3 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ohm Ni 120 Ohm Ni 100 Ohm	не подкл.	Тип RTD3
9032A	RTD 3 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD3
9033	RTD 3 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 3: Температура срабатывания ступени 1
9034	RTD 3 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 3: Температура срабатывания ступени 1
9035	RTD 3 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 3: Температура срабатывания ступени 2
9036	RTD 3 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 3: Температура срабатывания ступени 2
9041A	RTD 4 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD4

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9042A	RTD 4 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD4
9043	RTD 4 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 4: Температура срабатывания ступени 1
9044	RTD 4 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 4: Температура срабатывания ступени 1
9045	RTD 4 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 4: Температура срабатывания ступени 2
9046	RTD 4 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 4: Температура срабатывания ступени 2
9051A	RTD 5 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD 5
9052A	RTD 5 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD 5
9053	RTD 5 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 5: Температура срабатывания ступени 1
9054	RTD 5 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 5: Температура срабатывания ступени 1
9055	RTD 5 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 5: Температура срабатывания ступени 2
9056	RTD 5 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 5: Температура срабатывания ступени 2
9061A	RTD 6 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ohm Ni 120 Ohm Ni 100 Ohm	не подкл.	Тип RTD 6
9062A	RTD 6 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD 6
9063	RTD 6 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 6: Температура срабатывания ступени 1
9064	RTD 6 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 6: Температура срабатывания ступени 1
9065	RTD 6 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 6: Температура срабатывания ступени 2
9066	RTD 6 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 6: Температура срабатывания ступени 2
9071A	RTD 7 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD 7
9072A	RTD 7 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD 7

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9073	RTD 7 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 7: Температура срабатывания ступени 1
9074	RTD 7 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 7: Температура срабатывания ступени 1
9075	RTD 7 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 7: Температура срабатывания ступени 2
9076	RTD 7 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 7: Температура срабатывания ступени 2
9081A	RTD 8 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD 8
9082A	RTD 8 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD 8
9083	RTD 8 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 8: Температура срабатывания ступени 1
9084	RTD 8 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 8: Температура срабатывания ступени 1
9085	RTD 8 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 8: Температура срабатывания ступени 2
9086	RTD 8 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 8: Температура срабатывания ступени 2
9091A	RTD 9 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD 9
9092A	RTD 9 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD 9
9093	RTD 9 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD 9: Температура срабатывания ступени 1
9094	RTD 9 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD 9: Температура срабатывания ступени 1
9095	RTD 9 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD 9: Температура срабатывания ступени 2
9096	RTD 9 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD 9: Температура срабатывания ступени 2
9101A	RTD 10 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD10
9102A	RTD 10 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD10
9103	RTD 10 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD10: Температура срабатывания ступени 1
9104	RTD 10 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD10: Температура срабатывания ступени 1

Адрес	Наименование уставки	Функция	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9105	RTD 10 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD10: Температура срабатывания ступени 2
9106	RTD 10 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD10: Температура срабатывания ступени 2
9111A	RTD 11 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD11
9112A	RTD 11 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD11
9113	RTD 11 ступень 1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD11: Температура срабатывания ступени 1
9114	RTD 11 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD11: Температура срабатывания ступени 1
9115	RTD 11 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD11: Температура срабатывания ступени 2
9116	RTD 11 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD11: Температура срабатывания ступени 2
9121A	RTD 12 тип	RTD блок	не подкл. Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	не подкл.	Тип RTD12
9122A	RTD 12 место уст	RTD блок	Масло Окружающая среда Обмотка Опора Другое	Другое	Местоположение RTD12
9123	RTD 12 ступень1	RTD блок	-50..250 °C; ∞	100 °C	RTD12: Температура срабатывания ступени 1
9124	RTD 12 ступень1	RTD блок	-58..482 °F; ∞	212 °F	RTD12: Температура срабатывания ступени 1
9125	RTD 12 ступень2	RTD блок	-50..250 °C; ∞	120 °C	RTD12: Температура срабатывания ступени 2
9126	RTD 12 ступень2	RTD блок	-58..482 °F; ∞	248 °F	RTD12: Температура срабатывания ступени 2

А.8 Список сообщений

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. Оп/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю Оп/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
00003	>СинхВремени (>СинхВремени)	Устройство	SP_Ev	*	*			LED	BI		BO		135	48	1	
00004	>Запуск регистрации аварийных режимов (>ПУСК Регистр)	Рег Авар Реж	SP	*	*		M	LED	BI		BO		135	49	1	GI
00005	Сброс светодиодов (>СбросСветодиод)	Устройство	SP	*	*			LED	BI		BO		135	50	1	GI
00007	>Выбор группы уставок (Бит 0) (>ГруУставок Бит0)	Изменение Группы	SP	*	*			LED	BI		BO		135	51	1	GI
00008	>Выбор группы уставок (Бит 1) (>ГруУставок Бит1)	Изменение Группы	SP	*	*			LED	BI		BO		135	52	1	GI
00015	>Режим проверки (>Режим проверки)	Устройство	SP	*	*			LED	BI		BO		135	53	1	GI
00016	>Блокир.функций регистрации и измерения (>Блок Рег/Изм)	Устройство	SP	*	*			LED	BI		BO		135	54	1	GI
00051	Устройство исправно (Устройство ОК)	Устройство	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	81	1	GI
00052	Активна хотя бы одна защ.функция (Защ АКТИВ)	Устройство	IntSP	ON OFF	*			LED			BO		176	18	1	GI
00055	Сброс (Сброс)	Устройство	OUT	*	*			LED			BO		176	4	5	
00056	ниализация (ниализация)	Устройство	OUT	ON	*			LED			BO		176	5	5	
00060	Сброс светодиодов (СбросСветодиод)	Устройство	OUT_Ev	ON	*			LED			BO		176	19	1	
00067	Повторный пуск (Повт Пуск)	Устройство	OUT	ON	*			LED			BO		135	97	1	
00068	Ошибка синхронизации времени (ОшибСинхВремени)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
00069	Летнее время (Летнее время)	Устройство	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
00070	Идет загрузка уставок (ЗагрузкаУставок)	Устройство	OUT	ON OFF	*			LED			BO		176	22	1	GI
00071	Проверка уставок (ПроверкаУставок)	Устройство	OUT	*	*			LED			BO					
00072	Изменение установок Уровня-2 (Измен.Уровня-2)	Устройство	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
00109	Частота вне допустимого диапазона (Част. вне диап.)	Устройство	OUT	ON OFF	*			LED			BO					

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
00110	Сообщения утеряны (Сообщ Утеряны)	Контроль	OUT_Ev	ON	*			LED			BO		135	130	1	
00113	Метка утеряна (Метка утеряна)	Контроль	OUT	ON	*		M	LED			BO		135	136	1	GI
00125	Блокировка дребезга включена (Дребезг ВКЛ)	Устройство	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	145	1	GI
00126	Защита ВКЛ/ОТКЛ (через системный порт) (Защ ВК/ОТК)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	IntSP	ON OFF	*			LED			BO					
00140	Ошибка суммарной аварийной сигнализации (ОшСуммАварСинг)	Контроль	OUT	*	*			LED			BO		176	47	1	GI
00160	Суммарное сигнализация (СуммарСигн)	Контроль	OUT	*	*			LED			BO		176	46	1	GI
00161	Неисправность: Общий контроль тока (Повр. Контр. I)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
00163	Неисправность: Симметрия токов (Повр Симм I)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	183	1	GI
00175	Неисправность: Чередование фаз тока (Неисп Чер.Фаз I)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	191	1	GI
00177	Неисправность: Разряд батареи (Неисп Батарея)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	193	1	GI
00181	Неисправность: АЦП (Неиспр: АЦП)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	178	1	GI
00183	Неисправность: Плата 1 (Неиспр:Плата 1)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	171	1	GI
00190	Неисправность: Плата 0 (Неиспр:Плата 0)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	210	1	GI
00191	Аппарат.неисправность: смещение (Неиспр: Смещен)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
00192	Полож.перемычки 1/5Ане совп. с параметр. (Ошибка:1А/5А)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	169	1	GI
00193	Неиспр: калибровка аналого.входа неверна (ОшибкаКалибрДан)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	181	1	GI
00198	Неисправность Модуля Порт В (Неиспр Модуля В)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	198	1	GI
00199	Неисправность Модуля Порт С (Неиспр Модуля С)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	199	1	GI
00203	Данные удалены (РегАвРеж: удал)	Рег Авар Реж	OUT_Ev	ON	*			LED			BO		135	203	1	
00264	Блок RTD1 неисправен (RTD 1 неиспр)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO		135	208	1	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103				
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос	
00265	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 1 (НеисЧерФаз1 Ст1)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
00266	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 2 (НеисЧерФаз1 Ст2)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
00267	Блок RTD2 неисправен (RTD 2 неиспр)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO	135	209	1		GI	
00272	Конт.точка Часов работы> (КнтЧЧасыРаботы>)	Контрольные точки (статистика)	OUT	ON OFF	*			LED			BO	135	229	1		GI	
00311	Ошибка в конфигурации/ параметрах (Ошиб Конфиг/Уст)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	ON	*			LED			BO						
00356	>Сигнал ручного включения (>Ручное вкл)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	SP	*	*			LED	BI		BO	150	6	1		GI	
00390	Превышение допуст. кол-ва газа в масле (>Газ в масле)	Внешние сообщения трансформатора	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO						
00391	>Газовая защита: Сигнал предупреждения (>ГазЗащ Предупр)	Внешние сообщения трансформатора	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO	150	41	1		GI	
00392	>Газовая защита: Сообщение об отключ. (>ГазЗащ Откл)	Внешние сообщения трансформатора	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO	150	42	1		GI	
00393	>Газовая защита: Контроль бака. (>ГазЗащ КнтБака)	Внешние сообщения трансформатора	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO	150	43	1		GI	
00409	>Блокировать счетчик раб.времени ВЫКЛ (>БЛК РабСчетч)	Статистика	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO						
00410	>ВЫКЛ1 Блок. Конт. 3ф Вкл (>ВЫКЛ1 3ф Вкл)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	SP	on off	*			LED	BI		BO	150	80	1		GI	
00411	>ВЫКЛ1 Блок. Конт. 3ф Откл. (>ВЫКЛ1 3ф Откл)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	SP	on off	*			LED	BI		BO	150	81	1		GI	
00413	>ВЫКЛ2 Блок. Конт. 3ф Вкл (>ВЫКЛ2 3ф Вкл)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	SP	on off	*			LED	BI		BO	150	82	1		GI	
00414	>ВЫКЛ2 Блок. Конт. 3ф Откл. (>ВЫКЛ2 3ф Откл)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	SP	on off	*			LED	BI		BO	150	83	1		GI	
00501	Общий пуск защиты (ОБЩИЙ ПУСК)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON		M	LED			BO	150	151	2		GI	
00511	Общее отключение устройства (ОБЩЕЕ ОТКЛ)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON		M	LED			BO	150	161	2		GI	
00561	Распознана команда ручного включения (Ручн ВКЛ)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	ON	*			LED			BO	150	211	1			

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103				
				Журнал Регистр. Соб. Оп/ Off	Аварийные сообщения ON OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю Оп/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос	
00571	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 1 (Ош.симм.1 Ст1)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
00572	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 2 (Ош.симм.1 Ст2)	Контроль измеряемых величин	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
00576	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 1 (IL1C1:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF								150	193	4		
00577	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 1 (IL2C1:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF								150	194	4		
00578	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 1 (IL3C1:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF								150	195	4		
00579	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 2 (IL1C2:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF								150	190	4		
00580	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 2 (IL2C2:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF								150	191	4		
00581	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 2 (IL3C2:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF								150	192	4		
00582	Ток отключения (первичн) I1 (I1:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00583	Ток отключения (первичн) I2 (I2:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00584	Ток отключения (первичн) I3 (I3:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00585	Ток отключения (первичн) I4 (I4:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00586	Ток отключения (первичн) I5 (I5:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00587	Ток отключения (первичн) I6 (I6:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00588	Ток отключения (первичн) I7 (I7:)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	OUT	*	ON OFF												
00888	Счетчик импульсов активной энергии Wa (Wa(имп))	Энергия	PMV							BI				133	55	20 5	
00889	Счетчик импульсов реактивной энергии Wp (Wp(имп))	Энергия	PMV							BI				133	56	20 5	
01000	Число команд отключения выключателя (ЧислОткл=)	Статистика	OUT														
01020	Счетчик часов в работе установки (РабЧас=)	Статистика	OUT														
01403	>УРОВ: Блокировать (>УРОВ блок)	Устр. резерв. отказа выключателя	SP	*	*			LED	BI		BO		166	103	1	GI	

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Off	Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)
01431	>Внешний пуск УРОВ (>УРОВ ВнешнПУСК)	Устр. резерв. отказа выключателя	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		166	104	1	GI
01451	УРОВ выключено (УРОВ Выкл)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	ON OFF	*			LED			BO		166	151	1	GI
01452	УРОВ заблокировано (УРОВ БЛК)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		166	152	1	GI
01453	УРОВ активно (УРОВ АКТ)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	ON OFF	*			LED			BO		166	153	1	GI
01456	Пуск УРОВ (по внутр. каналу) (УРОВ Внутр.Пуск)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	*	ON OFF			LED			BO		166	156	2	GI
01457	Пуск УРОВ (по внешн. каналу) (УРОВ Внешн.Пуск)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	*	ON OFF			LED			BO		166	157	2	GI
01471	Отключение от УРОВ (УРОВ ОТК)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	*	ON		M	LED			BO		166	171	2	GI
01480	Отключение от УРОВ (от внутренней функ.) (УРОВ Внутр.ОТК)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	*	ON			LED			BO		166	180	2	GI
01481	Отключение от УРОВ (от внешней функции) (УРОВ Внешн.ОТК)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	*	ON			LED			BO		166	181	2	GI
01488	УРОВ: недоступен для этого объекта защиты (УРОВ отсутств)	Устр. резерв. отказа выключателя	OUT	ON	*			LED			BO					
01503	>Блокировать защиту от терм. перегрузки (>ТермЗащ Блок)	Защ. от термической перегрузки	SP	*	*			LED	BI		BO		167	3	1	GI
01507	>Аварийный пуск двигателей (>Авар.ПУСК)	Защ. от термической перегрузки	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		167	7	1	GI
01511	Защита от терм. перегрузки выведена (ЗащПерегр ВЫВЕД)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	11	1	GI
01512	Защита от терм. перегрузки заблокирована (ТермЗащПер БЛК)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		167	12	1	GI
01513	Защита от терм. перегрузки активна (ТермЗащПер АКТ)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	13	1	GI
01515	Сигнал перегрузки по току от ТермЗащ (ТермЗащТокПерег)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	15	1	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
01516	Сигнал:темп.близка к темп.откл.(ТермЗащ) (ТермЗащ@откл)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	16	1	GI
01517	Перегрузка обмотки (Перегрев обм.)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	17	1	GI
01521	Отключение защитой от терм. перегрузки (ТермЗащПер ОТКЛ)	Защ. от термической перегрузки	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		167	21	2	GI
01541	Защ. от терм.перегр.: предуп.сигнал (ТермЗащ@сигнал)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	41	1	GI
01542	Защ. от терм.перегр.: сигнал тревоги (ТермЗащ@тревога)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	42	2	GI
01543	Защ. от терм.перегр.: старение-сигнал (ТермЗащСтарСин)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	43	1	GI
01544	Защ. от терм.перегр.: старение-тревога (ТермЗащСтарТрев)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON OFF	*			LED			BO		167	44	1	GI
01545	Защ. от терм.перегр.: нет измер.темп. (ТермЗащНетТемп)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON	*			LED			BO					
01549	ТермЗащ: недоступна для этого объекта (ТермЗащОтсутст)	Защ. от термической перегрузки	OUT	ON	*			LED			BO					
01704	>Блокировать МТЗ (фаза) (>МТЗф Блок)	Фазная МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO					
01714	>Блокировать МТЗ (земля) (>БЛК МТЗ З)	МТЗ (земля)	SP	*	*			LED	BI		BO					
01721	>Блокировать ступень МТЗ I>> (>БЛК МТЗ I>>)	Фазная МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO		60	1	1	GI
01722	>Блокировать ступень МТЗ I> (>БЛК МТЗ I>)	Фазная МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO		60	2	1	GI
01723	>Блокировать ступень МТЗ Ip (>БЛК МТЗ Ip)	Фазная МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO		60	3	1	GI
01724	>Блокировать ступень МТЗ IE>> (>БЛК МТЗ IE>>)	МТЗ (земля)	SP	*	*			LED	BI		BO		60	4	1	GI
01725	>Блокировать ступень МТЗ IE> (>БЛК МТЗ IE>)	МТЗ (земля)	SP	*	*			LED	BI		BO		60	5	1	GI
01726	>Блокировать ступень МТЗ IEp (>БЛК МТЗ IEp)	МТЗ (земля)	SP	*	*			LED	BI		BO		60	6	1	GI
01730	>Блокировать динам.коррекцию уставок (>БЛК ДинКоррУст)	Дин Коррект Уст	SP	*	*			LED	BI		BO					

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
01731	>Блокир.таймер останова дин.корр.установок (>БЛК ДинКорТайм)	Дин Коррект Уст	SP	ON OFF	ON OFF			LED	BI		BO		60	243	1	GI
01741	>МТЗ Блокирование МТЗ 3I0 (>БЛК 3I0 МТЗ)	МТЗ 3I0	SP	*	*			LED	BI		BO					
01742	>МТЗ Блокирование ступени 3I0>> (>БЛК 3I0>>)	МТЗ 3I0	SP	*	*			LED	BI		BO		60	9	1	GI
01743	>Блокировать ступень МТЗ 3I0> (>Блок. 3I0>)	МТЗ 3I0	SP	*	*			LED	BI		BO		60	10	1	GI
01744	>МТЗ Блокирование ступени 3I0р (>БЛК 3I0р)	МТЗ 3I0	SP	*	*			LED	BI		BO		60	11	1	GI
01748	МТЗ 3I0 выведена (МТЗ 3I0 ВЫВЕД)	МТЗ 3I0	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	151	1	GI
01749	МТЗ 3I0 блокирована (МТЗ 3I0 БЛК)	МТЗ 3I0	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	152	1	GI
01750	МТЗ 3I0 введена (МТЗ 3I0 ВВЕДЕНА)	МТЗ 3I0	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	153	1	GI
01751	Фазная МТЗ выведена (ФазнМТЗ ВЫВЕД)	Фазная МТЗ	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	21	1	GI
01752	Фазная МТЗ блокирована (ФазнМТЗ БЛК)	Фазная МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	22	1	GI
01753	Фазная МТЗ введена (ФазнМТЗ ВВЕДЕНА)	Фазная МТЗ	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	23	1	GI
01756	Земляная МТЗ выведена (ЗемлМТЗ ВЫВЕД)	МТЗ (земля)	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	26	1	GI
01757	Земляная МТЗ блокирована (ЗемлМТЗ БЛК)	МТЗ (земля)	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	27	1	GI
01758	Земляная МТЗ введена (ЗемлМТЗ ВВЕДЕНА)	МТЗ (земля)	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	28	1	GI
01761	МТЗ общее Пуск (МТЗ Пуск)	МТЗ общее	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	69	2	GI
01762	Фазная МТЗ Пуск L1 (ФазнМТЗ Пуск L1)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		60	112	2	GI
01763	Фазная МТЗ Пуск L2 (ФазнМТЗ Пуск L2)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		60	113	2	GI
01764	Фазная МТЗ Пуск L3 (ФазнМТЗ Пуск L3)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		60	114	2	GI
01765	Земляная МТЗ Пуск (ЗемлМТЗ Пуск)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		60	67	2	GI
01766	МТЗ 3I0 Пуск (МТЗ 3I0 Пуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		60	154	2	GI
01791	Отключение от МТЗ (МТЗ ОТКЛ)	МТЗ общее	OUT	*	ON		M	LED			BO		60	68	2	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
01800	Пуск ступени МТЗ I>> (МТЗ I>> Пуск)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	75	2	GI
01804	Выдержка времени ступени МТЗ I>> истекла (МТЗ I>> Врист)	Фазная МТЗ	OUT	*	*			LED			BO		60	49	2	GI
01805	Отключение ступеню МТЗ I>> (МТЗ I>> ОТКЛ)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON			LED			BO		60	70	2	GI
01810	Пуск ступени МТЗ I> (МТЗ I> Пуск)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	76	2	GI
01814	Выдержка времени ступени МТЗ I> истекла (МТЗ I> Врист)	Фазная МТЗ	OUT	*	*			LED			BO		60	53	2	GI
01815	Отключение ступеню МТЗ I> (МТЗ I> ОТКЛ)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON			LED			BO		60	71	2	GI
01820	Пуск ступени МТЗ Iр (МТЗ Iр Пуск)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	77	2	GI
01824	Выдержка времени ступени МТЗ Iр истекла (МТЗ Iр истекло)	Фазная МТЗ	OUT	*	*			LED			BO		60	57	2	GI
01825	Отключение ступеню МТЗ Iр (МТЗ Iр ОТКЛ)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON			LED			BO		60	58	2	GI
01831	Пуск ступени МТЗ IE>> (МТЗ IE>> Пуск)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	59	2	GI
01832	Выдержка времени ступени МТЗ IE>> истекла (МТЗ IE>> Врист)	МТЗ (земля)	OUT	*	*			LED			BO		60	60	2	GI
01833	Отключение ступеню МТЗ IE>> (МТЗ IE>> ОТКЛ)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON			LED			BO		60	61	2	GI
01834	Пуск ступени МТЗ IE> (МТЗ IE> Пуск)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	62	2	GI
01835	Выдержка времени ступени МТЗ IE> истекла (МТЗ IIE> истекло)	МТЗ (земля)	OUT	*	*			LED			BO		60	63	2	GI
01836	Отключение ступеню МТЗ IE> (МТЗ IE> ОТКЛ)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON			LED			BO		60	72	2	GI
01837	Пуск ступени МТЗ IEр (МТЗ IEр Пуск)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	64	2	GI
01838	Выдержка времени ступени МТЗ IEр истекла (МТЗ IIEр истекл)	МТЗ (земля)	OUT	*	*			LED			BO		60	65	2	GI
01839	Отключение ступеню МТЗ IEр (МТЗ IEр ОТКЛ)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON			LED			BO		60	66	2	GI
01843	Перекрыт. блокировка: ф.Х блокирована ф.У (БрТОК Х-БЛК)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO					
01851	Ступень МТЗ I> блокирована (МТЗ I> БЛК)	Фазная МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	105	1	GI
01852	Ступень МТЗ I>> блокирована (МТЗ I>> БЛК)	Фазная МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	106	1	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
01853	Ступень МТЗ IE> блокирована (МТЗ IE> БЛК)	МТЗ (земля)	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	107	1	GI
01854	Ступень МТЗ IE>> блокирована (МТЗ IE>> БЛК)	МТЗ (земля)	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	108	1	GI
01855	Ступень МТЗ Ip блокирована (МТЗ Ip БЛК)	Фазная МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	109	1	GI
01856	Ступень МТЗ IEp блокирована (МТЗ IEp БЛК)	МТЗ (земля)	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	110	1	GI
01857	МТЗ Ступень 3I0> блокирована (3I0>БЛОКИРОВ)	МТЗ 3I0	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	159	1	GI
01858	МТЗ Ступень 3I0>> блокирована (3I0>> БЛОКИРОВ)	МТЗ 3I0	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	155	1	GI
01859	МТЗ Ступень 3I0p блокирована (3I0p БЛОКИРОВ)	МТЗ 3I0	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	163	1	GI
01860	Фазная МТЗ: недоступна для этого объекта (ФазнМТЗ Отсутст)	Фазная МТЗ	OUT	ON	*			LED			BO					
01861	МТЗ 3I0: недоступна для этого объекта (МТЗ 3I0 Отсутст)	МТЗ 3I0	OUT	ON	*			LED			BO					
01901	МТЗ Пуск ступени 3I0>> (3I0>> Пуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	156	2	GI
01902	Выд. времени ступени МТЗ 3I0>> истекла (Т3I0>> истекло)	МТЗ 3I0	OUT	*	*			LED			BO		60	157	2	GI
01903	МТЗ Отключение Ступени 3I0>> (3I0>> ОТКЛ)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON			LED			BO		60	158	2	GI
01904	МТЗ Пуск ступени 3I0> (3I0> Пуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	160	2	GI
01905	Выд. времени ступени МТЗ 3I0> истекла (Т3I0>> истекло)	МТЗ 3I0	OUT	*	*			LED			BO		60	161	2	GI
01906	МТЗ Отключение ступени 3I0> (3I0> ОТКЛ)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON			LED			BO		60	162	2	GI
01907	МТЗ Пуск Ступени 3I0p (3I0p Пуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	164	2	GI
01908	Выд. времени ступени МТЗ 3I0p истекла (Т3I0p истекло)	МТЗ 3I0	OUT	*	*			LED			BO		60	165	2	GI
01909	МТЗ Отключение ступени 3I0p (3I0p Пуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON			LED			BO		60	166	2	GI
01994	Динам.коррекция уставок выключена (ДинКоррУст Откл)	Дин Коррект Уст	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	244	1	GI
01995	Динам.коррекция уставок блокирована (ДинКоррУстБЛК)	Дин Коррект Уст	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	245	1	GI
01996	Динам.коррекция уставок активна (ДинКоррУстАКТ)	Дин Коррект Уст	OUT	ON OFF	*			LED			BO		60	246	1	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. Оп/ Off	Аварийные сообщения ON/ OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю Оп/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
01998	Дин.корт.уст. МТЗ фазн Введено (I ДинКортУстАкт)	Дин Коррект Уст	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	248	1	GI
01999	Дин.корт.уст. МТЗ 3I0 Введено (3I0ДинКортУстАкт)	Дин Коррект Уст	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	249	1	GI
02000	Дин.корт.уст. земл.МТЗ Введено (IEДинКортУстАкт)	Дин Коррект Уст	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		60	250	1	GI
04523	>Блокирование внешнего отключения 1 (>БЛК Внешн1)	Функция внешнего отключения	SP	*	*			LED	BI		BO					
04526	>Отключение внешней команды 1 (>ВнешнОткл 1)	Функция внешнего отключения	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		51	126	1	GI
04531	Внешнее отключение 1 Выключено (ВнешнОткл1 Выкл)	Функция внешнего отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		51	131	1	GI
04532	Внешнее отключение 1 Блокировано (ВнешнОткл1 БЛОК)	Функция внешнего отключения	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		51	132	1	GI
04533	Внешнее отключение 1 Включено (ВнешнОткл1 АКТ)	Функция внешнего отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		51	133	1	GI
04536	Внешнее отключение 1: Общий Пуск (ВнешнОткл1 Пуск)	Функция внешнего отключения	OUT	*	ON OFF			LED			BO		51	136	2	GI
04537	Внешнее отключение 1: Общее отключение (ВнешнОткл1 ОТКЛ)	Функция внешнего отключения	OUT	*	ON			LED			BO		51	137	2	GI
04543	>Блокирование внешнего отключения 2 (>БЛК ВнешнОтк 2)	Функция внешнего отключения	SP	*	*			LED	BI		BO					
04546	>Отключение внешней команды 2 (>ВнешнОткл 2)	Функция внешнего отключения	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		51	146	1	GI
04551	Внешнее отключение 2 Выключено (ВнешнОтк 2 Выкл)	Функция внешнего отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		51	151	1	GI
04552	Внешнее отключение 2 Блокировано (ВнешнОткл2 БЛОК)	Функция внешнего отключения	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		51	152	1	GI
04553	Внешнее отключение 2 Включено (ВнешнОткл2 АКТ)	Функция внешнего отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		51	153	1	GI
04556	Внешнее отключение 2: Общее Пуск (ВнешнОткл2 Пуск)	Функция внешнего отключения	OUT	*	ON OFF			LED			BO		51	156	2	GI
04557	Внешнее отключение 2: Общее отключение (ВнешнОткл2 ОТКЛ)	Функция внешнего отключения	OUT	*	ON			LED			BO		51	157	2	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
05143	>Блокировать защиту от несим.нагрузки I2 (БЛК I2)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	SP	*	*			LED	BI		BO		70	126	1	GI
05145	>Обратное чередование фаз (>ОбрЧередФаз)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 1	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		71	34	1	GI
05147	Чередование фаз L1L2L3 (Черед.ФазL1L2L3)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 1	OUT	ON OFF	*			LED			BO		70	128	1	GI
05148	Чередование фаз L1L3L2 (Черед.ФазL1L3L2)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 1	OUT	ON OFF	*			LED			BO		70	129	1	GI
05151	Защита Несим Нагр Выведена (ЗащНесим Выкл)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	ON OFF	*			LED			BO		70	131	1	GI
05152	Защита Несим Нагр блокирована (ЗащНесим БЛК)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		70	132	1	GI
05153	Защита Несим Нагр Введена (ЗащНесимВВЕДЕНА)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	ON OFF	*			LED			BO		70	133	1	GI
05159	Пуск ступени I2>> (I2>> Пуск)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		70	138	2	GI
05165	Пуск ступени I2> (I2> Пуск)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		70	150	2	GI
05166	Пуск ступени I2p (I2p Пуск)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		70	141	2	GI
05170	Отключение от ступени I2 ЗащНесим (I2 ОТКЛ)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	*	ON		M	LED			BO		70	149	2	GI
05172	ЗащНесим: недост. для этого защ. объекта (I2 отсутств)	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)	OUT	ON	*			LED			BO					
05603	>Блокировать дифференциальную защиту (>БЛК ДиффЗащ)	Дифференциальная защита	SP	*	*			LED	BI		BO					
05615	Дифф.защита выведена (ДиффЗащВЫВЕДЕНА)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	*			LED			BO		75	15	1	GI
05616	Дифф.защита блокирована (ДиффЗащБЛК)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		75	16	1	GI
05617	Дифф.защита введена (ДиффЗащВВЕДЕНА)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	*			LED			BO		75	17	1	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103				
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос	
05620	ДиффЗашц;КоэффСогл ТТ слишком больш/мал (ДиффЗашц;Ош.ТТ)	Дифференциальная защита	OUT	ON	*			LED			BO						
05631	Дифф.защита: Общее Пуск (ДиффЗашцОбщПуск)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO	75	31	2	GI		
05644	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L1 (ДиффБЛК 2гармL1)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	44	2	GI		
05645	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L2 (ДиффБЛК 2гармL2)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	45	2	GI		
05646	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L3 (ДиффБЛК 2гармL3)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	46	2	GI		
05647	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L1 (ДиффБЛКn-гармL1)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	47	2	GI		
05648	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L2 (ДиффБЛКn-гармL2)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	48	2	GI		
05649	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L3 (ДиффБЛКn-гармL3)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	49	2	GI		
05651	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L1 (ДиффБЛКВнПоврL1)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	51	2	GI		
05652	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L2 (ДиффБЛКВнПоврL2)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	52	2	GI		
05653	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L3 (ДиффБЛКВнПоврL3)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO	75	53	2	GI		
05657	Дифф.защита: перекр.блокир.по 2 гарм. (ДиффПерекрБЛК2г)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO						
05658	Дифф.защита: перекр.блокир.по n гарм. (ДиффПерекрБЛКng)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO						
05662	Дифф.защита: Блокир. от неискр. ТТ L1 (БЛОК ДифТТ L1)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO	75	62	2	GI		
05663	Дифф.защита: Блокир. от неискр. ТТ L2 (БЛОК ДифТТ L2)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO	75	63	2	GI		
05664	Дифф.защита: Блокир. от неискр. ТТ L3 (БЛОК ДифТТ L3)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO	75	64	2	GI		
05666	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L1 (при пуске) (ДиффСдвигХар L1)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO						
05667	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L2 (при пуске) (ДиффСдвигХар L2)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO						
05668	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L3 (при пуске) (ДиффСдвигХар L3)	Дифференциальная защита	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO						
05670	Дифф.защита: Разреш.откл.по ток.критерию (ДиффЗашцРазрОткл)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO						

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Off	Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)
05671	Дифф.защита: Отключение (ДиффЗащ ОТКЛ)	Дифференциальная защита	OUT	*	*			LED			BO		176	68	2	
05672	Дифф.защита: Отключение L1 (ДиффЗащ ОТКЛ L1)	Дифференциальная защита	OUT	*	*			LED			BO		176	86	2	
05673	Дифф.защита: Отключение L2 (ДиффЗащ ОТКЛ L2)	Дифференциальная защита	OUT	*	*			LED			BO		176	87	2	
05674	Дифф.защита: Отключение L3 (ДиффЗащ ОТКЛ L3)	Дифференциальная защита	OUT	*	*			LED			BO		176	88	2	
05681	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф> L1 мгнов (І-Дифф> L1 Мгн)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO		75	81	2	GI
05682	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф> L2 мгнов (І-Дифф> L2 Мгн)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO		75	82	2	GI
05683	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф> L3 мгнов (І-Дифф> L3 Мгн)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO		75	83	2	GI
05684	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>>L1 мгнов (І-Дифф>> L1 Мгн)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO		75	84	2	GI
05685	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>>L2 мгнов (І-Дифф>> L2 Мгн)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO		75	85	2	GI
05686	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>>L3 мгнов (І-Дифф>> L3 Мгн)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF			LED			BO		75	86	2	GI
05691	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф> (І-Дифф> ОТКЛ)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON		M	LED			BO		75	91	2	GI
05692	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>> (І-Дифф>> ОТКЛ)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON		M	LED			BO		75	92	2	GI
05701	Дифф. ток L1 при ОТКЛ без выд. времени (ІДиффL1:)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF								75	101	4	
05702	Дифф. ток L2 при ОТКЛ без выд. времени (ІДиффL2:)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF								75	102	4	
05703	Дифф. ток L3 при ОТКЛ без выд. времени (ІДиффL3:)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF								75	103	4	
05704	Торм. ток L1 при ОТКЛ без выдерж. врем. (ІТормL1:)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF								75	104	4	
05705	Торм. ток L2 при ОТКЛ без выдерж. врем. (ІТормL2:)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF								75	105	4	
05706	Торм. ток L3 при ОТКЛ без выдерж. врем. (ІТормL3:)	Дифференциальная защита	OUT	*	ON OFF								75	106	4	
05803	>Блокировать Земл.защ.с огр.зоной действ (>БЛК Огр33)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	SP	*	*			LED	BI		BO					

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
05811	Огр33 Выведена (Огр33 ВЫВЕДЕНА)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	ON OFF	*			LED			BO		76	11	1	GI
05812	Огр33 Блокирована (Огр33 БЛК)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		76	12	1	GI
05813	Огр33 Введена (Огр33 ВВЕДЕНА)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	ON OFF	*			LED			BO		76	13	1	GI
05816	Огр33: ступень Огр33> (без выд. времени) (Огр33>(безТ))	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	*	ON OFF			LED			BO		76	16	2	GI
05817	Огр33 Пуск (Огр33 Пуск)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	*	ON OFF		M	LED			BO		76	17	2	GI
05821	Огр33: Отключение (Огр33 ОТКЛ)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	*	ON		M	LED			BO		176	89	2	
05826	Огр33: Величина D при ОТКЛ без выд вр (Огр33 D:)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	*	ON OFF								76	26	4	
05827	Огр33: Величина S при ОТКЛ без выд вр (Огр33 S:)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	*	ON OFF								76	27	4	
05830	Огр33 ошибка: нет нейтрали ТТ (Огр33 ОшНейтрТТ)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	ON	*			LED			BO					
05835	Огр33,ошибка: недост. для этого объекта (Огр33 отсутств)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	ON	*			LED			BO					
05836	Огр33,ош.: Коэфф. согл.ТТ сл. больш/мал (Огр33: ошибкаТТ)	Защ.от зам на землю с ограниченной зоной	OUT	ON	*			LED			BO					
05951	>Блокирование однофазной МТЗ (>1фМТЗ БЛК)	1ф МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO					
05952	>Блокирование однофазной МТЗ Ступень I> (>1фМТЗ БЛК I>)	1ф МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO					
05953	>Блокирование однофазной МТЗ Ступень I>> (>1фМТЗ БЛК I>>)	1ф МТЗ	SP	*	*			LED	BI		BO					

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
05961	Однофазная МТЗ Выведена (1фМТЗ ВЫВЕДЕНА)	1ф МТЗ	OUT	ON OFF	*			LED			BO		76	161	1	GI
05962	Однофазная МТЗ Блокирована (1фМТЗ БЛК)	1ф МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		76	162	1	GI
05963	Однофазная МТЗ Введена (1фМТЗ ВВЕДЕНА)	1ф МТЗ	OUT	ON OFF	*			LED			BO		76	163	1	GI
05966	Однофазная МТЗ Блокирование Ступени I> (1фМТЗ I> БЛК)	1ф МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		76	166	1	GI
05967	Однофазная МТЗ Блокирование Ступени I>> (1фМТЗ I>>БЛК)	1ф МТЗ	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		76	167	1	GI
05971	Однофазная МТЗ Общее Пуск (1фМТЗ ОбщПуск)	1ф МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		76	171	2	GI
05972	Однофазная МТЗ Общее отключение (1фМТЗ ОбщОТКЛ)	1ф МТЗ	OUT	*	ON			LED			BO		76	172	2	GI
05974	Однофазная МТЗ Пуск ступени I> (1фМТЗ I> Пуск)	1ф МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		76	174	2	GI
05975	Однофазная МТЗ Отключение Ступени I> (1фМТЗ I> ОТКЛ)	1ф МТЗ	OUT	*	ON		M	LED			BO		76	175	2	GI
05977	Однофазная МТЗ Пуск Ступени I>> (1фМТЗ I>>Пуск)	1ф МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		76	177	2	GI
05979	Однофазная МТЗ Отключение Ступени I>> (1фМТЗ I>> ОТКЛ)	1ф МТЗ	OUT	*	ON		M	LED			BO		76	179	2	GI
05980	Однофазная МТЗ Уставка по току (1фМТЗ Icr:)	1ф МТЗ	OUT	*	ON OFF								76	180	4	
06851	>Блокировать контроль цепи отключения (>БЛК КонЦепиОТК)	Контроль цепи отключения	SP	*	*			LED	BI		BO					
06852	>Контроль цепи отключения: отключ. реле (>КонЦепОтк ОткР)	Контроль цепи отключения	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		170	51	1	GI
06853	>Контроль цепи отключения: б/к выключ. (>КонЦепОтк Б/К)	Контроль цепи отключения	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO		170	52	1	GI
06861	Контроль цепи отключения выключен (КонтЦепиОткВыкл)	Контроль цепи отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		170	53	1	GI
06862	Контроль цепи отключения блокирован (КонтЦепиОткБЛК)	Контроль цепи отключения	OUT	ON OFF	ON OFF			LED			BO		153	16	1	GI
06863	Контроль цепи отключения активен (КонтЦепиОткАКТ)	Контроль цепи отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		153	17	1	GI
06864	Конт.цепи откл.блокирован. Не задан ДВх. (НеиспКонЦепиОтк)	Контроль цепи отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		170	54	1	GI
06865	Повреждение цепи отключения (Повр.: ЦепОткл)	Контроль цепи отключения	OUT	ON OFF	*			LED			BO		170	55	1	GI
07551	Пуск ступени МТЗ I> при броске тока (МТЗ I>Пск БТОК)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	80	2	GI

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. Оп/ Off	Аварийные сообщения ON/ OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю Оп/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос
07552	Пускступени МТЗ IE> при броске тока (МТЗ IE>Пск БТОК)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	81	2	GI
07553	Пускступени МТЗ Ir при броске тока (МТЗ Ir Пск БТОК)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	82	2	GI
07554	Пускступени МТЗ IEр при броске тока (МТЗ IEрПск БТОК)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	83	2	GI
07564	Пускобраничения бросков тока (земля) (ОгрБрТОК Пуск 3)	МТЗ (земля)	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	88	2	GI
07565	Пуск огран.бросков тока по ф.L1 (ОгрБрТОК Пуск L1)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	89	2	GI
07566	Пуск огран.бросков тока по ф.L2 (ОгрБрТОК Пуск L2)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	90	2	GI
07567	Пуск огран.бросков тока по ф.L3 (ОгрБрТОК Пуск L3)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	91	2	GI
07568	МТЗ Бросок Тока Пуск 3I0 (3I0 БрТока Пуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	95	2	GI
07569	МТЗ Бросок Тока Сраб Ступени 3I0> (3I0> БрТокаПуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	96	2	GI
07570	МТЗ Бросок Тока Сраб Ступени 3I0р (3I0ф БрТокаПуск)	МТЗ 3I0	OUT	*	ON OFF			LED			BO		60	97	2	GI
07571	>БЛОК МТЗ фазная Бросок Тока (>МТЗ Ф БрТокаБЛ)	Фазная МТЗ	SP	ON OFF	ON OFF			LED	BI		BO		60	98	1	GI
07572	>БЛОК МТЗ 3I0 Бросок Тока (>МТЗ 3I0БрТокаБЛ)	МТЗ 3I0	SP	ON OFF	ON OFF			LED	BI		BO		60	99	1	GI
07573	>БЛОК МТЗ земл Бросок Тока (>МТЗ 3мБрТокаБЛ)	МТЗ (земля)	SP	ON OFF	ON OFF			LED	BI		BO		60	100	1	GI
07581	МТЗ Определение Броска Тока в фазе L1 (МТЗ опрБрТокаL1)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO					
07582	МТЗ Определение Броска Тока в фазе L2 (МТЗ опрБрТокаL2)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO					
07583	МТЗ Определение Броска Тока в фазе L3 (МТЗ опрБрТокаL3)	Фазная МТЗ	OUT	*	ON OFF			LED			BO					
14101	Неисправность:RTD-блок (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
14111	Неисправн:RTD-блок 1 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 1)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
14112	RTD-блок 1 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 1 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
14113	RTD-блок 1 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 1 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO					
14121	Неисправн:RTD-блок 2 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 2)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO					

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице				МЭК 60870-5-103			
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)
14122	RTD-блок 2 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 2 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14123	RTD-блок 2 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 2 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14131	Неисправн:RTD-блок 3 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 3)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14132	RTD-блок 3 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 3 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14133	RTD-блок 3 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 3 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14141	Неисправн:RTD-блок 4 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 4)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14142	RTD-блок 4 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 4 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14143	RTD-блок 4 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 4 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14151	Неисправн:RTD-блок 5 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 5)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14152	RTD-блок 5 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 5 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14153	RTD-блок 5 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 5 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14161	Неисправн:RTD-блок 6 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 6)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14162	RTD-блок 6 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 6 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14163	RTD-блок 6 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 6 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14171	Неисправн:RTD-блок 7 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 7)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14172	RTD-блок 7 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 7 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14173	RTD-блок 7 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 7 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14181	Неисправн:RTD-блок 8 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 8)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14182	RTD-блок 8 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 8 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14183	RTD-блок 8 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 8 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				
14191	Неисправн:RTD-блок 9 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 9)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO				

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103				
				Журнал Регистр. Соб. Оп/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на землю Оп/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос	
14192	RTD-блок 9 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 9 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14193	RTD-блок 9 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 9 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14201	Неисправн:RTD-блок 10 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 10)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14202	RTD-блок 10 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 10 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14203	RTD-блок 10 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 10 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14211	Неисправн:RTD-блок 11 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 11)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14212	RTD-блок 11 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 11 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14213	RTD-блок 10 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 10 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14221	Неисправн:RTD-блок 12 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 12)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14222	RTD-блок 12 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 12 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
14223	RTD-блок 12 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 12 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	ON OFF	*			LED			BO						
30607	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 1 ($\Sigma I_{L1C1:}$)	Статистика	OUT														
30608	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 1 ($\Sigma I_{L2C1:}$)	Статистика	OUT														
30609	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 1 ($\Sigma I_{L3C1:}$)	Статистика	OUT														
30610	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 2 ($\Sigma I_{L1C2:}$)	Статистика	OUT														
30611	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 2 ($\Sigma I_{L2C2:}$)	Статистика	OUT														
30612	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 2 ($\Sigma I_{L3C2:}$)	Статистика	OUT														
30620	Сумма первичн. токов отключ I1 ($\Sigma I_1:$)	Статистика	OUT														
30621	Сумма первичн. токов отключ I2 ($\Sigma I_2:$)	Статистика	OUT														
30622	Сумма первичн. токов отключ I3 ($\Sigma I_3:$)	Статистика	OUT														
30623	Сумма первичн. токов отключ I4 ($\Sigma I_4:$)	Статистика	OUT														

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103					
				Журнал Регистр. Соб. On/Off	Аварийные сообщения ON/OFF	Журнал Регистр. Повр. на Землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип	Номер сообщения	Единица данных (ASDU)	Общий опрос		
30624	Сумма первичн. токов отключ I5 (ΣI5:)	Статистика	OUT															
30625	Сумма первичн. токов отключ. I6 (ΣI6:)	Статистика	OUT															
30626	Сумма первичн. токов отключ. I7 (ΣI7:)	Статистика	OUT															
	>Подсветка включена (>Light on)	Устройство	SP	ON OFF	*			LED	BI		BO							
	>Квитирование Отключения от устройства (>КвитОТКЛ)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	IntSP	*	*			LED	BI	FK	BO							
	Ошибка синхронизации времени (ОшибСинхВремени)	Устройство	IntSP_Ev	*	*			LED			BO							
	Доступ (Доступ)	Авторизация для получ. доступа к управл.	IntSP	ON OFF	*			LED					101	85	1	GI		
	Режим управления МЕСТНОЕ (РежМЕСТНОЕ)	Авторизация для получ. доступа к управл.	IntSP	ON OFF	*			LED					101	86	1	GI		
	Режим управления ДИСТАНЦИОННОЕ (РежДИСТАНЦ)	Авторизация для получ. доступа к управл.	IntSP	ON OFF	*			LED										
	Неисправность FMS, опт.канал 1 (НеиспрFMS1)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO							
	Неисправность FMS, опт.канал 2 (НеиспрFMS2)	Контроль	OUT	ON OFF	*			LED			BO							
	Системный интерфейс: Неисправность (ОшСистИнт)	Контроль	IntSP	ON OFF	*			LED			BO							
	Запуск регистрации повреждения (ПускРегист)	Регистрация аварийных резимов	IntSP	ON OFF	*			LED			BO							
	Уставки Группы А активны (Группа А)	Измен Группы	IntSP	ON OFF	*			LED			BO		176	23	1	GI		
	Уставки Группы В активны (Группа В)	Измен Группы	IntSP	ON OFF	*			LED			BO		176	24	1	GI		
	Уставки Группы С активны (Группа С)	Измен Группы	IntSP	ON OFF	*			LED			BO		176	25	1	GI		
	Уставки Группы D активны (Группа D)	Измен Группы	IntSP	ON OFF	*			LED			BO		176	26	1	GI		
	Режим проверки аппаратного обеспечения (РежПрАППрл)	Устройство	IntSP	ON OFF	*			LED			BO							
	Отключ. от ус-ва с обязат. квитированием (СРБ-прКвит)	ПАРАМЕТР ОБЪЕКТА 2	IntSP	*	*			LED			BO							

№	Описание	Функция	Тип сообщения	Буферы событий				Ранжирование в матрице					МЭК 60870-5-103				
				Журнал Off	Регистр. Off	Соб. Off	Аварийные сообщения ON OFF	Журнал Off	Регистр. Off	Повр. на землю On/Off	Отмеч. в записях осцилл.	Светодиод	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Дискретный выход	Блокировка от дребезга	Тип
	Останов передачи данных (ДанныеСТОП)	Устройство	IntSP	ON OFF	*			LED				BO		176	20	1	GI
	Режим проверки (РежимПров.)	Устройство	IntSP	ON OFF	*			LED				BO		176	21	1	GI
	Величина порогового значения 1 (Порог 1)	Переключение пороговых значений	IntSP	ON OFF	*			LED	BI	FK	BO	CB					
	Деблокир. передачи данных через Дискр.вх (ДеблокПерД)	Устройство	IntSP	*	*			LED				BO					

А.9 Список измеряемых величин

F.No.	Описание	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование в матрице		
			Тип функции	Номер сообщения	Совместимость	Единица данных (ASDU)	Позиция	CFC	Дисплей управления	Дисплей по умолчанию
00644	Частота f (f=)	Измерение						CFC	CD	DD
00645	Полная мощность S (S =)	Измерение						CFC	CD	DD
00721	Измерение тока IL1 Сторона 1 (IL1C1=)	Измерение	134	139	priv	9	1	CFC	CD	DD
00722	Измерение тока IL2 Сторона 1 (IL2C1=)	Измерение	134	139	priv	9	5	CFC	CD	DD
00723	Измерение тока IL3 Сторона 1 (IL3C1=)	Измерение	134	139	priv	9	3	CFC	CD	DD
00724	Измерение тока IL1 Сторона 2 (IL1C2=)	Измерение	134	139	priv	9	2	CFC	CD	DD
00725	Измерение тока IL2 Сторона 2 (IL2C2=)	Измерение	134	139	priv	9	6	CFC	CD	DD
00726	Измерение тока IL3 Сторона 2 (IL3C2=)	Измерение	134	139	priv	9	4	CFC	CD	DD
00801	Термическая перегрузка сигнализации иОткл (Θ /Θоткл =)	Термические измерения						CFC	CD	DD
00802	Термическая перегрузка для фазы L1 (Θ /ΘотклL1=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
00803	Термическая перегрузка для фазы L2 (Θ /ΘотклL2=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
00804	Термическая перегрузка для фазы L3 (Θ /ΘотклL3=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01060	Темп.наиб.нагр.точки плеча 1 магнитопр. (ΘПлеча1=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01061	Темп.наиб.нагр.точки плеча 2 магнитопр. (ΘПлеча2=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01062	Темп.наиб.нагр.точки плеча 3 магнитопр. (ΘПлеча3=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01063	Защита от перегрузки: Коэф. старения (КфСтар=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01066	Защ. Перегр.: Резерв мощн. К до сигнал (РезСИГН=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01067	Защ. Перегр.: Резерв мощн. К до тревоги (РезТРЕВ=)	Термические измерения						CFC	CD	DD
01068	Температура от RTD 1 (Θ RTD 1 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	1	CFC	CD	DD
01069	Температура от RTD 2 (Θ RTD 2 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	2	CFC	CD	DD
01070	Температура от RTD 3 (Θ RTD 3 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	3	CFC	CD	DD
01071	Температура от RTD 4 (Θ RTD 4 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	4	CFC	CD	DD
01072	Температура от RTD 5 (Θ RTD 5 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	5	CFC	CD	DD
01073	Температура от RTD 6 (Θ RTD 6 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	6	CFC	CD	DD
01074	Температура от RTD 7 (Θ RTD 7 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	7	CFC	CD	DD
01075	Температура от RTD 8 (Θ RTD 8 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	8	CFC	CD	DD

F.No.	Описание	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование в матрице		
			Тип функции	Номер сообщения	Совместимость	Единица данных (ASDU)	Позиция	CFC	Дисплей управления	Дисплей по умолчанию
01076	Температура от RTD 9 (⊖ RTD 9 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	9	CFC	CD	DD
01077	Температура от RTD10 (⊖ RTD10 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	10	CFC	CD	DD
01078	Температура от RTD11 (⊖ RTD11 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	11	CFC	CD	DD
01079	Температура от RTD12 (⊖ RTD12 =)	Термические измерения	134	146	priv	9	12	CFC	CD	DD
07740	Угол в фазе IL1 стороны 1 (φIL1Cт1=)	Измерение						CFC	CD	DD
07741	Угол в фазе IL2 стороны 1 (φIL2Cт1=)	Измерение						CFC	CD	DD
07742	ИдиффL1(И/Иномин. объекта [%])= (ИдиффL1=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
07743	ИдиффL2(И/Иномин. объекта [%])= (ИдиффL2=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
07744	ИдиффL3(И/Иномин. объекта [%])= (ИдиффL3=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
07745	ИтормL1(И/Иномин. объекта [%])= (ИтормL1=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
07746	ИтормL2(И/Иномин. объекта [%])= (ИтормL2=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
07747	ИтормL3(И/Иномин. объекта [%])= (ИтормL3=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
07749	Угол в фазе IL3 стороны 1 (φIL3Cт1=)	Измерение						CFC	CD	DD
07750	Угол в фазе IL1 стороны 2 (φIL1Cт2=)	Измерение						CFC	CD	DD
07759	Угол в фазе IL2 стороны 2 (φIL2Cт2=)	Измерение						CFC	CD	DD
07760	Угол в фазе IL3 стороны 2 (φIL3Cт2=)	Измерение						CFC	CD	DD
30633	Фазовый угол I1 (φI1=)	Измерение						CFC	CD	DD
30634	Фазовый угол I2 (φI2=)	Измерение						CFC	CD	DD
30635	Фазовый угол I3 (φI3=)	Измерение						CFC	CD	DD
30636	Фазовый угол I4 (φI4=)	Измерение						CFC	CD	DD
30637	Фазовый угол I5 (φI5=)	Измерение						CFC	CD	DD
30638	Фазовый угол I6 (φI6=)	Измерение						CFC	CD	DD
30639	Фазовый угол I7 (φI7=)	Измерение						CFC	CD	DD
30640	Величина 3I0 (нулевая посл.) Стороны 1 (3I0Cт1=)	Измерение						CFC	CD	DD
30641	Величина I1 (прямая посл.) Стороны 1 (I1Cт1=)	Измерение						CFC	CD	DD
30642	Величина I2 (прямая посл.) Стороны 1 (I2Cт1=)	Измерение						CFC	CD	DD
30643	Величина 3I0 (нулевая посл.) Стороны 2 (3I0Cт2=)	Измерение						CFC	CD	DD
30644	Величина I1 (прямая посл.) Стороны 2 (I1Cт2=)	Измерение						CFC	CD	DD
30645	Величина I2 (прямая посл.) Стороны 2 (I2Cт2=)	Измерение						CFC	CD	DD
30646	Значение тока I1 (I1=)	Измерение						CFC	CD	DD

F.No.	Описание	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование в матрице		
			Тип функции	Номер сообщения	Совместимость	Единица данных (ASDU)	Позиция	CFC	Дисплей управления	Дисплей по умолчанию
30647	Значение тока I2 (I2=)	Измерение						CFC	CD	DD
30648	Значение тока I3 (I3=)	Измерение						CFC	CD	DD
30649	Значение тока I4 (I4=)	Измерение						CFC	CD	DD
30650	Значение тока I5 (I5=)	Измерение						CFC	CD	DD
30651	Значение тока I6 (I6=)	Измерение						CFC	CD	DD
30652	Значение тока I7 (I7=)	Измерение						CFC	CD	DD
30653	Значение тока I8 (I8=)	Измерение						CFC	CD	DD
30654	Идифф Огр33 (I/Иномин. объекта [%]) (ИдифОгр3=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
30655	Иторм Огр33 (I/Иномин. объекта [%]) (ИторОгр3=)	Измер.дифф.и торм.тока						CFC	CD	DD
30656	Значение U (измерен через I7/I8) (Uизм.=)	Измерение						CFC	CD	DD
	Кол-во часов работы больше,чем (РаbВр>)							CFC	CD	DD

Алфавитный указатель

А

IRIG В 312
Аварийный пуск 151
Авторские права *ii*
Автотрансформаторы 17, 52
Аппаратная структура 2

Б

Батарея 178, 312, 319
Блок-контакты выключателя 124, 171, 181, 225, 254
Блокировка 192
Блокировка передачи 247
Блокировка передачи данных 247
Блокировка повторного включения 192
Бросок тока намагничивания 42, 91, 115
Буферная батарея 312, 319

В

Варианты подключения 223
Ввод в эксплуатацию 246
Величины дифференциальной защиты 202
Взаимоблокировка 213
Вибрация и удар 283
Влажность 285
Внешнее отключение 309
Внешние сигналы 309
Высокоомная дифференциальная защита 132
Высокоомный принцип 132
Выходные реле 195, 277

Г

Генераторы 18, 25, 54, 290
Графические символы *iii*
Группы аварийных сообщений 185
Группы уставок 35
Переключение 224

Д

DCF77 312
DIGSI 4 319
DIGSI REMOTE 4 319
Данные энергосистемы 1 23
Данные энергосистемы 2 36
Двигатели 18, 25, 54, 290
Динамическая коррекция уставок 115
Дискретные входы 277
Дискретные выходы 195
Дифференциальная защита 38, 287
генераторов 54, 290
двигателей 54, 290
защита от замыканий на землю с ограниченной зоной 73, 293
коротких линий 57, 291
линий 57, 291
мини-шин 291
последовательных реакторов 54
реакторов 54, 56, 290
трансформаторов 48
узлов 57, 291
шин 58, 291
шунтирующих реакторов 56
Дифференциальная защита от замык. на землю с огранич. зоной 73, 293
Дифференциальная отсечка 43
Длительность команды 32
Длительность команды отключения 32
Дополнительная поддержка *ii*
Дополнительное оборудование 318

Е

Единицы измерения температуры 23

Ж

ЖКД 4

З

Заданные значения, определяемые пользователем *203*
Заданные пользователем характеристики возврата *19, 100*
Заземляющий реактор (основание нейтрали) *17, 50, 51, 56, 73*
Запасные части *229*
Защита от несимметричной нагрузки *141, 305*
Защита от перегрузки *149, 306*
Защита от термической перегрузки *149, 306*
Защита от токов утечки с бака трансформатора *134, 139*
Защита шин *57, 58, 92*

И

IBS-инструментарий (IBS-tool) *203*
Измерение напряжения *199*
Измеряемые величины *199, 200, 201, 311*
Интерфейс SCADA *4, 279*
Интерфейсные модули *318*
Интерфейсный кабель *319*
Интерфейсы обмена данными *278*
Испытания ЭМС *282, 283*
Информация для заказа *316*
Испытания изоляции *282*
Источник питания *5, 227*

К

Квалифицированный персонал (определение) *ii*
Клеммные переключки *318*
Климатические испытания *284*
Код заказа *316*
Конструкция *286*
Контроль аппаратного обеспечения *178*
Контроль дифференциального тока *58, 63*
Контроль измеряемых величин *179*
Контроль напряжения питания *178*
Контроль программного обеспечения *179*
Контроль симметрии токов *179*
Контроль тока *58, 63*
Контроль тока присоединения *58, 63*
Контроль цепи отключения *180, 225*
Контроль чередования фаз *180*
Конфигурация *16*
 Набор функций *17*
Короткие линии *18, 26, 57, 291*
Кривые, определяемые пользователем *98, 120*

Л

Линии *18, 26, 48, 57, 291*
Логика обнаружения повреждения *190*
Логика отключения *191*

М

Максимальная токовая защита
 динамическая коррекция уставок *124*
 для тока нейтрали *111*
 для тока НП *83*
 для фазных токов *83*
 однофазная *130, 304*
 от замыканий на землю *111*
Механические испытания *283*
Модемный интерфейс *278*
Модули памяти *178*
Монтаж в стойке *221*
Монтаж в шкафу *221*
Монтажные рейки *319*
МТЗ с независимой выдержкой времени *83, 111*
МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени *86, 113*

Н

Набор функций *8, 16*
Навесной (поверхностный) монтаж *222*
Наименования параметров *iii*
Небольшие сборные шины *57*
Непоср. отключение *309*
Нет отключения - нет флага *192*
Номер заказа *316*
Номинальная частота *23*
Номинальный ток *27, 28, 29, 30, 31*
Номинальные токи, выбор *227, 234*

О

Области применения *6*
Область применения настоящего руководства *i*
Обнаружение повреждения *45, 190*
Обозначения по тексту *iii*
Обозначение символов *iii*
Обработка команд *211*
Обработка сообщений *195*
Обратная блокировка *92*
Общее обнаружение повреждения *190*
Общее срабатывание *190*

Общее отключение *191*
 Общие данные защиты *36*
 Общий опрос *198*
 Однофазная дифференциальная защита *58*
 Однофазная максимальная токовая защита *130, 304*
 Однофазные трансформаторы *18, 53*
 Опасно (определение) *ii*
 Опции параметров *iii*
 Основание нейтрали (заземл. реактор) *17, 50, 51, 56, 73*
 Относительное старение *155*
 Отображение измеряемых значений *199*
 Отображение спонтанных сообщений *198*
 Отстройка от бросков тока намагничивания *42, 91, 115*
 Ошибки при задании уставок *186*

П

Параметры трансформаторов тока *27, 29, 30, 31, 136*
 Передача измеренных величин *199*
 Переключение групп уставок *224*
 Переменное напряжение *277*
 Поверхностный (навесной) монтаж на панели *200*
 Поддержка *ii*
 Подтверждение команд *217*
 Полные схемы *321*
 Положение выключателя *32, 124*
 Поперечная дифференциальная защита *55*
 Последовательно включаемые реакторы *18, 25, 54, 290*
 Последовательность команд *212*
 Последовательные интерфейсы *4*
 Постоянное напряжение *276*
 Потенциальные пользователи руководства *i*
 Предупреждение (определение) *ii*
 Протокол отключения *197*
 Предварительно заданные конфигурации *335*
 Предостережение (определение) *ii*
 Предохранительные крышки клеммных блоков *318*
 Примеры схем подключения *323*
 Примечание (определение) *ii*
 Программное обеспечение DIGSI *319*
 Протокол событий *197*
 Программа графического анализа SIGRA *319*
 Пуск *43, 124, 150*

Р

RTD *20*
 Рабочие измеряемые величины *200, 201*
 Рабочие сообщения *197*
 Рабочий интерфейс *4, 278*
 Разборка устройства *229*
 Размеры *313*
 Расчет температуры наиболее нагретой точки *154, 308*
 Реакторы *17, 18, 25, 54, 56, 290*
 Реакции устройства на неисправности *183*
 Регистрация повреждений *204, 312*
 Режим работы нейтрали *24, 30, 48, 52, 53, 64*
 Режим тестирования *247*
 Резервная батарея *178*
 Резистивный датчик температуры (RTD) *20*
 Реле резкого увеличения давления *175*
 Розеточные разъемы *319*
 Ручное включение *115*

С

CFC *312, 290*
 SIGRA 4 *319*
 Самоконтроль (сторожевая схема) *179*
 Сборка устройства *240*
 Светодиод *4*
 Сервисный интерфейс *4, 278*
 Силовые трансформаторы *17, 23, 48, 288*
 автотрансформаторы *17, 52*
 однофазные трансформаторы *18, 53*
 с изолированными обмотками *17*
 Синхронизация времени *4, 281*
 Системный интерфейс *4, 279*
 Скорость старения *155*
 Совместимость *i*
 Согласование аппаратных средств *227*
 Сообщения о повреждениях *197*
 Сообщения от трансформатора *175*
 Соответствие уставок *186, 252*
 Список измеряемых величин *373*
 Список сообщений *353*
 Список уставок *338*
 Спонтанные сообщения *190, 198*
 Срабатывание устройства в целом *190*
 Сравнение токов *38*
 Стабилизация по сопротивлению *133*
 Стандартная блокировка *215*
 Статистические данные *192, 199, 312*
 Суммирующие ТТ *59*

- Т**
- Тактовая частота *179*
 - Температура *284*
 - Температура окружающей среды *284*
 - Тепловая модель *149, 306*
 - Тепловая постоянная времени *149*
 - Тепловое дифференциальное уравнение *149*
 - Термические величины *202*
 - Термоблок *20, 162*
 - Тестовые осциллограммы *271*
 - Типы команд *211*
 - Торможение по гармоникам *42*
 - Торможение по току *39*
 - Торможение
 - дифференциальная защита *39*
 - дополнит. торможения *41*
 - защита от замыканий на землю с ограниченной зоной *76*
 - отстройка от броска тока намагничивания *42, 91, 115*
 - стабилизация по сопротивлению *133*
 - торможение *39*
 - Трансформаторы *17, 23, 48, 288*
 - автотрансформаторы *17, 52*
 - однофазные трансформаторы *18, 53*
 - с изолированными обмотками *17*
 - силовые трансформаторы *48*
 - Трансформаторы тяговых подстанций *18, 53*
 - Требования к трансформаторам тока *276*
- У**
- Увеличение значения срабатывания при пуске *43, 124*
 - Удар и вибрация *283*
 - Узлы *18, 26, 57, 291*
 - Управление функциями *190*
 - Управление функциями защиты *190*
 - Условия работы *285*
 - Устанавливаемые точки *203*
 - Установка *220*
 - в шкафах *221*
 - в панелях (утопл.) *220*
 - в стойке *221*
 - в панели (навесной монтаж) *222*
 - Утопленный монтаж *220*
 - Утопленный монтаж на панели *220*
- Ф**
- Функции, зависящие от протокола *337*
 - Функции, заданные пользователем *312*
 - Функции мониторинга *178*
 - Функция УРОВ *170, 253, 309*
- Х**
- Характеристика срабатывания
 - дифференциальной защиты *45, 287*
 - защиты от замыканий на землю с ограниченной зоной *78, 294*
 - защиты от термической перегрузки *307*
 - максимальной токовой защиты (ANSI) *298, 299*
 - максимальной токовой защиты (МЭК) *297*
 - защиты от несимметричной нагрузки (ANSI) *298*
 - защиты от несимметричной нагрузки (МЭК) *297*
 - Характеристики *8*
 - Характеристики времени возврата
 - максимальная токовая защита (ANSI) *300*
 - защита от несимметричной нагрузки (ANSI) *300*
 - определяемое пользователем *19, 100*
- Ц**
- Цифровые клавиши и клавиши управления *4*
- Ч**
- Чередование фаз *23, 180*
- Ш**
- Шины *18, 26, 58, 291*
 - Шунтирующие реакторы *17, 18, 25, 56, 290*
- Щ**
- Предупреждение (определение) *ii*
 - Самоконтроль (сторожевая схема) *179*

Э

Элементы лицевой панели *4*

Электрические испытания *282*

Эмуляция диска *89, 114, 143*



Куда

Siemens AG
Dept. PTD EA D
D-13623 Berlin
Германия

От

Имя:

Компания/Отдел:

Адрес:

Телефон:

Факс:

Уважаемый читатель,

К сожалению, избежать ошибок при печати невозможно, поэтому, при обнаружении Вами каких-либо ошибок при чтении данного руководства, большая просьба внести их в предлагаемую форму вместе с любыми комментариями и предложениями.

Исправления/Предложения

Мы оставляем за собой право проводить любые технические изменения без дополнительного уведомления

Передача и тиражирование данного руководства, использование и разглашение его содержания запрещено. Нарушение данного условия влечет за собой возмещение ущерба. Все права защищены, в частности, в отношении патента на применение и использование торговой марки.