

# SIEMENS

## SIPROTEC

### Многофункциональное Устройство Защиты Электрических Машин 7UM62

**V4.6**

Руководство по эксплуатации

---

Предисловие

---

Содержание

---

Введение

1

Функции

2

Монтаж и ввод в эксплуатацию

3

Технические данные

4

Приложения

A

Список литературы

---

Словарь терминов

---

Алфавитный указатель

---



## Примечание

В целях обеспечения условий безопасной работы, пожалуйста, ознакомьтесь с инструкциями и предупреждениями, обозначенными в Предисловии.

---

### Ограничение ответственности

Мы проверили содержание данного руководства на предмет согласования с аппаратным и программным обеспечением устройства. Однако, не исключены отклонения, так что мы не гарантируем полного совпадения.

Информация, приведенная в настоящем руководстве, периодически проверяется и необходимые поправки будут внесены в следующие редакции. Мы принимаем любые пожелания по улучшению руководства.

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

Версия документа 04.01.00

Дата выпуска 03.2010

### Авторские права

Copyright © Siemens AG 2010. Все права защищены.

Передача и тиражирование этого руководства, использование и передача его содержания кому-либо не разрешается без соответствующего специального разрешения компании Siemens. Нарушение данного условия влечёт за собой возмещение убытков. Все права защищены, в том числе в отношении использования патентов и регистрации торговых знаков.

### Зарегистрированные торговые знаки

SIPROTEC, SINAUT, SICAM и DIGSI являются зарегистрированными торговыми знаками компании SIEMENS AG. Другие обозначения, встречающиеся в настоящем руководстве, могут являться торговыми знаками, использование которых третьей стороной в личных целях может нарушать права собственника.

# Предисловие

## Назначение настоящего руководства

В данном руководстве описаны функции, правила эксплуатации, монтажа и ввода в эксплуатацию устройств 7UM62 В частности, здесь можно найти:

- Описание функций, конфигурации и настроек устройства Глава 2;
- Указания по монтажу и вводу в эксплуатацию Глава 3;
- Технические данные Глава 4;
- А также подборку наиболее важных данных для опытных пользователей в Приложении.

Общая информация об устройстве, конфигурации и принципах действия приборов SIPROTEC 4 представлена в SIPROTEC 4 Системное описание /1/.


## Предполагаемые пользователи руководства

Инженеры в области устройств защиты, ввода в эксплуатацию, персонал, задействованный в настройке, проверке и обслуживании устройств защиты, автоматики и систем управления, а также персонал электроустановок и электростанций.

## Область применения настоящего руководства

Это руководство относится к Многофункциональному Устройству Защиты Электрических Машин 7UM62 версия V4.6.

## Данные по совместимости

	<p>Настоящее устройство отвечает директивам Совета Европейского Экономического Сообщества (ЕЭС) о тождественности 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).</p> <p>Соответствие устройства подтверждается результатами испытаний, проведенных Siemens AG в соответствии со статьей 10 Директивы Совета согласно основным стандартам EN 61000-6-2 и EN 61000-6-4 (по ЭМС) и стандарту EN 60255-6 (для низковольтных устройств).</p> <p>Данное устройство разработано и выпущено для промышленного использования.</p> <p>Изделие соответствует международным требованиям МЭК 60255 и немецкому стандарту VDE 0435.</p>
---	--

## Дополнительные стандарты Стандарт IEEE(ИИЭЭ) С37.90-\*

Данный продукт сертифицирован лабораторией по технике безопасности (организация UL США) в соответствии с Техническими Данными:



IND. CONT. EQ.  
69CA



IND. CONT. EQ.

### Дополнительная поддержка

За дополнительной информацией о Системе SIPROTEC 4 или при возникновении особых проблем, не рассмотренных в достаточном для покупателя объеме, необходимо обратиться в офис местной фирмы-представителя Siemens.

### Курсы обучения

Предложения об индивидуальных курсах можно найти в нашем Каталоге по Обучению (Training Catalogue), кроме того, вопросы могут быть направлены непосредственно в наш Центр Обучения в Нюрнберге.

### 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 смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу. В особенности последнее касается повреждений самого устройства и последующих, обусловленных неисправностью устройства, повреждений другого оборудования.

#### **Примечание**

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



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

При работе электрических устройств некоторые их части неизбежно находятся под опасным напряжением.

Несоблюдение мер предосторожности может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

С устройством и вблизи него должен работать только квалифицированный персонал. Указанный персонал должен в совершенстве знать все предупреждения и примечания по безопасности, приведенные в настоящем руководстве, а также соответствующие правила техники безопасности.

Исправное и безопасное функционирование устройства зависит от правильного обращения, монтажа, обслуживания и эксплуатации квалифицированным персоналом с соблюдением всех предупреждений и указаний, приведенных в настоящем руководстве.

В особенности должны соблюдаться общие требования по установке и безопасности работы на высоковольтном оборудовании (например, ANSI, IEC(МЭК), EN(EH), DIN(ГИС) или другие национальные или международные стандарты). Эти требования должны соблюдаться.

**Определение****КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ**

Применимо к настоящему руководству и торговым маркам, квалифицированным персоналом считаются специалисты, знакомые с монтажом, конструированием и обслуживанием оборудования и возможными опасностями, связанными с этим. Кроме того, этот персонал должен соответствовать следующим требованиям:

- Обучен и допущен к включению и отключению питания, заземлению, изменению подключения цепей и оборудования в соответствии с установленной практикой по безопасности.
- Обучен правильному уходу и обслуживанию защитного оборудования в соответствии с установленной практикой по безопасности.
- Обучен 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:

**Название параметров**

Обозначения параметров конфигурации и функционирования, которые отображаются на дисплее устройства или на экране ПК с помощью DIGSI, выделяются в тексте жирным шрифтом. То же относится к заголовкам меню.

**1234A**

Адреса параметров набраны тем же стилем, что и их названия. В том случае, если параметр можно ввести только через ПО DIGSI® в опции **Display additional settings (Отображать дополнительные параметры)**, адреса параметров в сводных таблицах содержат суффикс **A**.

**Parameter Options (Варианты параметров)**

Возможные значения текстовых параметров, которые отображаются пословно на дисплее устройства или на экране ПК (с системной программой DIGSI), дополнительно отображаются наклонным шрифтом. Также отображаются заголовки меню.

**„Annunciations (Сообщения)“**

Обозначения сигналов, которые могут выдаваться защитным реле или запрашиваться от других устройств или от распределительного устройства, отображаются шрифтом стиля Monospace (русский перевод приведен стилем Arial) и в кавычках.

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

В рисунках используются следующие символы:

	внутренний логический входной сигнал устройства
	внутренний логический выходной сигнал устройства
	внутренний входной сигнал конфигурируемой величины
	внешний дискретный входной сигнал с номером (дискретный вход, входная информация)
	внешний дискретный выходной сигнал с номером (информация от устройства)
	внешний дискретный выходной сигнал с номером (информация от устройства), используемый в качестве входного
	Пример программного переключателя <b>FUNCTION (Функция)</b> с адресом 1234 и возможными значениями <b>ON (ВКЛ)</b> и <b>OFF (ВЫКЛ)</b>

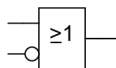
Кроме перечисленного, используются графические символы, соответствующие МЭК 60617-12 и МЭК 60617-13, или символы, производные из этих стандартов. Некоторые из наиболее часто используемых перечислены далее:



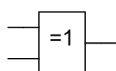
Входной сигнал аналоговой величины



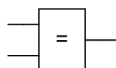
Элемент И



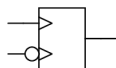
Элемент ИЛИ



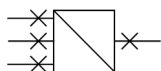
Блок исключаящего ИЛИ: выход активен, если активен **только один** из входов.



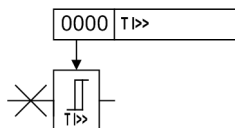
Блок равенства (эквивалентирование): выход активен если **оба** входа активны или неактивны в одно и то же время



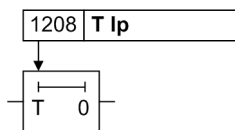
Динамические входы (срабатывание по фронту), верхний - по положительному фронту, нижний - по отрицательному



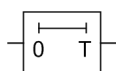
Формирование одного аналогового выходного сигнала из нескольких аналоговых входных сигналов



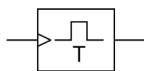
Пороговый элемент с адресом и наименованием (именем) параметра (уставки)



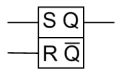
Таймер (выдержка на срабатывание Т, в данном примере - регулируемая) с параметром (уставкой), имеющим адрес и название (имя)



Таймер (выдержка на срабатывание Т, в данном примере - регулируемая) с уставкой, имеющей адрес и название (имя)



Динамически запускаемый импульсный таймер Т (монотриггер)



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



# Содержание

<b>1</b>	<b>Введение</b> .....	<b>21</b>
1.1	Общая информация о функционировании .....	22
1.2	Область применения .....	26
1.3	Характеристики устройства .....	29
<b>2</b>	<b>Функции устройства</b> .....	<b>37</b>
2.1	Введение, опорная энергосистема .....	39
2.1.1	Описание функции .....	39
2.2	Устройство .....	41
2.2.1	Примечания по вводу уставок .....	41
2.2.2	Сводная таблица параметров (уставок) .....	42
2.2.3	Сводная таблица сообщений .....	42
2.3	EN100-Модуль 1 .....	44
2.3.1	Описание функции .....	44
2.3.2	Примечания по вводу уставок .....	44
2.3.3	Сводная таблица сообщений .....	44
2.4	Набор функций .....	45
2.4.1	Описание функции .....	45
2.4.2	Примечания по вводу уставок .....	46
2.4.3	Сводная таблица параметров (уставок) .....	50
2.5	Данные энергосистемы 1 .....	55
2.5.1	Примечания по вводу уставок .....	55
2.5.2	Сводная таблица параметров (уставок) .....	61
2.5.3	Сводная таблица сообщений .....	63
2.6	Изменение группы .....	64
2.6.1	Примечания по вводу уставок .....	64
2.6.2	Сводная таблица параметров (уставок) .....	64
2.6.3	Сводная таблица сообщений .....	65
2.7	Данные энергосистемы 2 .....	66
2.7.1	Описание функции .....	66
2.7.2	Примечания по вводу уставок .....	66
2.7.3	Сводная таблица параметров (уставок) .....	66
2.7.4	Сводная таблица сообщений .....	67

2.8	МТЗ I> (с пуском по напряжению) . . . . .	68
2.8.1	Описание функции . . . . .	68
2.8.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	69
2.8.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	71
2.8.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	71
2.9	МТЗ I>> (с определением направления) . . . . .	72
2.9.1	Описание функции . . . . .	72
2.9.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	75
2.9.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	77
2.9.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	78
2.10	МТЗ с ИВВ . . . . .	79
2.10.1	Описание функции . . . . .	79
2.10.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	83
2.10.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	84
2.10.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	85
2.11	Защ. от термической перегрузки . . . . .	86
2.11.1	Описание функции . . . . .	86
2.11.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	90
2.11.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	94
2.11.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	95
2.12	Несимметр. нагрузка (обратная последов.) . . . . .	96
2.12.1	Описание функции . . . . .	96
2.12.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	98
2.12.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	101
2.12.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	102
2.13	МТЗ при пуске двигателя. . . . .	103
2.13.1	Описание функции . . . . .	103
2.13.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	104
2.13.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	106
2.13.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	106
2.14	Дифференциальная защита и защищаемые с ее помощью объекты. . . . .	107
2.14.1	Дифференциальная защита . . . . .	107
2.14.1.1	Описание функции. . . . .	107
2.14.1.2	Примечания по вводу уставок. . . . .	118
2.14.1.3	Сводная таблица параметров (уставок). . . . .	118
2.14.1.4	Сводная таблица сообщений . . . . .	119
2.14.2	Защищаемый объект - генератор или двигатель . . . . .	121
2.14.2.1	Описание функции. . . . .	121
2.14.2.2	Примечания по вводу уставок. . . . .	122
2.14.3	Защищаемый объект - трансформатор . . . . .	124
2.14.3.1	Описание функции. . . . .	124
2.14.3.2	Примечания по вводу уставок. . . . .	127
2.14.4	Требования к трансформаторам тока . . . . .	132
2.14.4.1	Описание функции. . . . .	132

2.15	Защ. от зам на землю с ограниченной зоной	134
2.15.1	Описание функции	134
2.15.2	Примечания по вводу уставок	140
2.15.3	Сводная таблица параметров (уставок)	141
2.15.4	Сводная таблица сообщений	142
2.16	Защита от потери возбуждения	143
2.16.1	Описание функции	143
2.16.2	Примечания по вводу уставок	146
2.16.3	Сводная таблица параметров (уставок)	151
2.16.4	Сводная таблица сообщений	152
2.17	Защита от реверса мощности.	153
2.17.1	Описание функции	153
2.17.2	Примечания по вводу уставок	154
2.17.3	Сводная таблица параметров (уставок)	155
2.17.4	Сводная таблица сообщений	156
2.18	Контроль протекания мощн. в напр. вперед	157
2.18.1	Описание функции	157
2.18.2	Примечания по вводу уставок	158
2.18.3	Сводная таблица параметров (уставок)	159
2.18.4	Сводная таблица сообщений	159
2.19	Дистанционная защита	160
2.19.1	Описание функции	160
2.19.2	Блокировка при качаниях мощности.	165
2.19.3	Примечания по вводу уставок	167
2.19.4	Сводная таблица параметров (уставок)	173
2.19.5	Сводная таблица сообщений	174
2.20	Защита от выпадения из синхронизма	175
2.20.1	Принцип измерения	175
2.20.2	Логика функционирования защиты от асинхронного хода	177
2.20.3	Примечания по вводу уставок	179
2.20.4	Сводная таблица параметров (уставок)	184
2.20.5	Сводная таблица сообщений	185
2.21	Защита от понижения напряжения.	186
2.21.1	Описание функции	186
2.21.2	Примечания по вводу уставок	187
2.21.3	Сводная таблица параметров (уставок)	188
2.21.4	Сводная таблица сообщений	188
2.22	Защита от повышения напряжения	189
2.22.1	Описание функции	189
2.22.2	Примечания по вводу уставок	190
2.22.3	Сводная таблица параметров (уставок)	191
2.22.4	Сводная таблица сообщений	191

2.23	Защита по частоте . . . . .	192
2.23.1	Описание функции . . . . .	192
2.23.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	193
2.23.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	195
2.23.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	196
2.24	Защита от перевозбуждения. . . . .	197
2.24.1	Описание функции . . . . .	197
2.24.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	199
2.24.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	201
2.24.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	202
2.25	Защита от понижения напряжения с инверсной выдержкой времени . . . . .	203
2.25.1	Описание функции . . . . .	203
2.25.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	204
2.25.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	205
2.25.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	205
2.26	Защита по скорости изменения частоты . . . . .	206
2.26.1	Описание функции . . . . .	206
2.26.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	207
2.26.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	209
2.26.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	210
2.27	Контроль скачка вектора напряжения . . . . .	212
2.27.1	Описание функции . . . . .	212
2.27.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	215
2.27.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	216
2.27.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	217
2.28	Защита статора от зам. на землю . . . . .	218
2.28.1	Описание функции . . . . .	218
2.28.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	223
2.28.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	225
2.28.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	226
2.29	Чувствительная защита от зам. на землю . . . . .	227
2.29.1	Описание функции . . . . .	227
2.29.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	229
2.29.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	231
2.29.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	231
2.30	Защита статора от зам. на землю по 3 гарм. . . . .	232
2.30.1	Описание функции . . . . .	232
2.30.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	235
2.30.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	238
2.30.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	238



2.31	100% защита статора от замыканий на землю	239
2.31.1	Описание функции	239
2.31.2	Примечания по вводу уставок	242
2.31.3	Сводная таблица параметров (уставок)	247
2.31.4	Сводная таблица сообщений	247
2.32	Чувствительная МТЗ В от замык. на землю	249
2.32.1	Описание функции	249
2.32.2	Примечания по вводу уставок	252
2.32.3	Сводная таблица параметров (уставок)	252
2.32.4	Сводная таблица сообщений	253
2.33	Защита от витковых КЗ	254
2.33.1	Описание функции	254
2.33.2	Примечания по вводу уставок	256
2.33.3	Сводная таблица параметров (уставок)	257
2.33.4	Сводная таблица сообщений	257
2.34	Защита ротора от замыканий на землю	258
2.34.1	Описание функции	258
2.34.2	Примечания по вводу уставок	260
2.34.3	Сводная таблица параметров (уставок)	263
2.34.4	Сводная таблица сообщений	263
2.35	Защ. ротора от зам. на землю 1-3 Гц	264
2.35.1	Описание функции	264
2.35.2	Примечания по вводу уставок	268
2.35.3	Сводная таблица параметров (уставок)	269
2.35.4	Сводная таблица сообщений	270
2.36	Контроль времени пуска	271
2.36.1	Описание функции	271
2.36.2	Примечания по вводу уставок	273
2.36.3	Сводная таблица параметров (уставок)	275
2.36.4	Сводная таблица сообщений	275
2.37	Число пусков	276
2.37.1	Описание функции	276
2.37.2	Примечания по вводу уставок	280
2.37.3	Сводная таблица параметров (уставок)	284
2.37.4	Сводная таблица сообщений	285
2.38	УРОВ	286
2.38.1	Описание функции	286
2.38.2	Примечания по вводу уставок	288
2.38.3	Сводная таблица параметров (уставок)	289
2.38.4	Сводная таблица сообщений	290

2.39	Защита от случайного включения. . . . .	291
2.39.1	Описание функции . . . . .	291
2.39.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	292
2.39.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	293
2.39.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	294
2.40	Защита по пост. току / напряжению . . . . .	295
2.40.1	Описание функции . . . . .	295
2.40.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	297
2.40.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	299
2.40.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	299
2.41	Аналоговые выходы. . . . .	300
2.41.1	Описание функции . . . . .	300
2.41.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	301
2.41.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	302
2.42	Функции контроля . . . . .	304
2.42.1	Контроль измеряемых величин . . . . .	304
2.42.1.1	Мониторинг аппаратного обеспечения . . . . .	304
2.42.1.2	Контроль программного обеспечения . . . . .	306
2.42.1.3	Контроль внешних измерительных цепей . . . . .	307
2.42.1.4	Примечания по вводу уставок. . . . .	309
2.42.1.5	Сводная таблица параметров (уставок). . . . .	310
2.42.1.6	Сводная таблица сообщений . . . . .	311
2.42.2	Контроль . . . . .	311
2.42.2.1	Блокировка при неисправностях цепей напряжения . . . . .	311
2.42.2.2	Реакции устройства на неисправности . . . . .	313
2.42.2.3	Примечания по вводу уставок. . . . .	315
2.42.2.4	Сводная таблица параметров (уставок). . . . .	315
2.42.2.5	Сводная таблица сообщений . . . . .	316
2.43	Контроль цепи отключения . . . . .	317
2.43.1	Описание функции . . . . .	317
2.43.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	322
2.43.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	324
2.43.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	324
2.44	Контроль порогового значения . . . . .	325
2.44.1	Описание функции . . . . .	325
2.44.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	330
2.44.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	331
2.44.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	336
2.45	Внешние отключения. . . . .	337
2.45.1	Описание функции . . . . .	337
2.45.2	Примечания по вводу уставок . . . . .	337
2.45.3	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	338
2.45.4	Сводная таблица сообщений. . . . .	338

2.46	RTD-блок	340
2.46.1	Описание функции	340
2.46.2	Примечания по вводу уставок	341
2.46.3	Сводная таблица параметров (уставок)	342
2.46.4	Сводная таблица сообщений	347
2.47	Функция контроля изменения чередования фаз	349
2.47.1	Описание функции	349
2.47.2	Примечания по вводу уставок	350
2.48	Управление функциями защиты	351
2.48.1	Логика срабатывания устройства в целом	351
2.48.1.1	Описание функции	351
2.48.2	Логика отключения устройства в целом	352
2.48.2.1	Описание функции	352
2.48.2.2	Примечания по вводу уставок	353
2.49	Дополнительные функции	354
2.49.1	Обработка сообщений	354
2.49.1.1	Описание функции	354
2.49.2	Статистика	356
2.49.2.1	Описание функции	356
2.49.2.2	Сводная таблица сообщений	357
2.49.3	Измерения	358
2.49.3.1	Описание функции	358
2.49.3.2	Сводная таблица сообщений	362
2.49.4	Термические измерения	364
2.49.4.1	Определение	364
2.49.4.2	Сводная таблица сообщений	365
2.49.5	Дифференциальный ток и ток торможения	365
2.49.5.1	Сводная таблица сообщений	365
2.49.6	Настройка измерения Мин/Макс значений	366
2.49.6.1	Сводная таблица сообщений	366
2.49.7	Энергия	366
2.49.7.1	Сводная таблица сообщений	367
2.49.8	Контрольные точки (измер. величины)	367
2.49.8.1	Примечания по вводу уставок	368
2.49.8.2	Сводная таблица сообщений	368
2.49.9	Контрольные точки (статистика)	368
2.49.9.1	Сводная таблица сообщений	368
2.49.10	Регистрация аварийных режимов	368
2.49.10.1	Описание функции	368
2.49.10.2	Примечания по вводу уставок	370
2.49.10.3	Сводная таблица параметров (уставок)	370
2.49.10.4	Сводная таблица сообщений	371
2.49.11	Метки даты и времени	371
2.49.11.1	Описание функции	371
2.49.12	Вспомогательные средства для ввода в эксплуатацию	372
2.49.12.1	Тестовые сообщения на интерфейс SCADA при тестировании	373
2.49.12.2	Проверка системного интерфейса	373
2.49.12.3	Проверка дискретных входов и выходов	373
2.49.12.4	Создание тестового аварийного сообщения	374

2.50	Обработка команд	375
2.50.1	Объект управления	375
2.50.1.1	Описание	375
2.50.2	Типы команд	376
2.50.2.1	Описание	376
2.50.3	Обработка команд	377
2.50.3.1	Описание	377
2.50.4	Взаимоблокировка	378
2.50.4.1	Описание	378
2.50.5	Протоколирование / подтверждение команд	386
2.50.5.1	Описание	386
<b>3</b>	<b>Монтаж и ввод в эксплуатацию</b>	<b>389</b>
3.1	Монтаж и подключение	390
3.1.1	Конфигурирование устройства	390
3.1.2	Модификации аппаратных средств	393
3.1.2.1	Общие положения	393
3.1.2.2	Разборка	395
3.1.2.3	Элементы переключения на печатных платах	398
3.1.2.4	Интерфейсные модули	411
3.1.2.5	Сборка устройства	414
3.1.3	Монтаж устройства	414
3.1.3.1	Утопленный монтаж на панели	414
3.1.3.2	Монтаж на стойке или в шкафу	416
3.1.3.3	Навесной монтаж устройства на релейной панели	418
3.2	Проверка подключений устройства	419
3.2.1	Проверка подключения последовательных интерфейсов	419
3.2.2	Системный интерфейс	420
3.2.3	Оконечная нагрузка	420
3.2.4	Аналоговый выход	421
3.2.5	Интерфейс синхронизации времени	421
3.2.6	ВОЛС	422
3.2.7	Контроль внешних соединений устройства	422
3.2.8	Контроль соединений с электроустановкой	426

3.3	Ввод в эксплуатацию . . . . .	429
3.3.1	Тестовый режим / блокировка передачи . . . . .	430
3.3.2	Тестирование системных интерфейсов . . . . .	430
3.3.3	Проверка дискретных входов и выходов . . . . .	432
3.3.4	Проверка функции УРОВ . . . . .	435
3.3.5	Проверка аналоговых выходов . . . . .	435
3.3.6	Тестирование функций, определяемых пользователем . . . . .	436
3.3.7	Проверка защиты ротора от замыканий на землю в состоянии останова машины . . . . .	436
3.3.8	Проверка работы функции 100 % защиты статора от замыканий на землю . . . . .	440
3.3.9	Проверка цепей постоянного тока / напряжения . . . . .	443
3.3.10	Проверка включения/выключения сконфигурированных коммутационных устройств . . . . .	443
3.3.11	Пуско-наладочный тест с электрической машиной . . . . .	444
3.3.12	Проверка цепей тока . . . . .	449
3.3.13	Тестирование дифференциальной защиты . . . . .	452
3.3.14	Тестирование дифференциальной защиты от замыкания на землю . . . . .	455
3.3.15	Проверка цепей напряжения . . . . .	460
3.3.16	Проверка функции защиты статора от повреждений на землю . . . . .	462
3.3.17	Проверка работы функции 100 % защиты статора от замыканий на землю . . . . .	471
3.3.18	Проверка чувствительной защиты от замыкания на землю при использовании ее для защиты . . . . .	473
3.3.19	Проверка защиты ротора от замыкания на землю в процессе работы машины . . . . .	474
3.3.20	Проверка функции защиты от витковых КЗ . . . . .	476
3.3.21	Тестирование в сети . . . . .	477
3.3.22	Создание тестового аварийного сообщения . . . . .	482
3.4	Окончательная подготовка устройства . . . . .	484
<b>4</b>	<b>Технические данные . . . . .</b>	<b>485</b>
4.1	Общие положения . . . . .	487
4.1.1	Аналоговые входы / выходы . . . . .	487
4.1.2	Напряжение питания . . . . .	488
4.1.3	Дискретные входы и выходы . . . . .	489
4.1.4	Интерфейсы обмена данными . . . . .	491
4.1.5	Электрические испытания . . . . .	496
4.1.6	Механические испытания . . . . .	498
4.1.7	Испытания климатическими воздействиями . . . . .	499
4.1.8	Условия работы . . . . .	499
4.1.9	Сертификация . . . . .	499
4.1.10	Конструктивное исполнение . . . . .	500
4.2	МТЗ с независимой выдержкой времени (ступень I>, I>>) . . . . .	501
4.3	МТЗ с ИВВ . . . . .	503
4.4	Защ. от термической перегрузки . . . . .	509
4.5	Несимметр. нагрузка (обратная последов.) . . . . .	512
4.6	МТЗ при пуске двигателя . . . . .	514

4.7	Дифференциальная защита генераторов и двигателей. . . . .	515
4.8	Дифференциальная защита трансформаторов . . . . .	518
4.9	Защ. от зам на землю с ограниченной зоной . . . . .	522
4.10	Защита от потери возбуждения . . . . .	523
4.11	Защита от реверса мощности. . . . .	524
4.12	Контроль протекания мощн. в направлении вперед. . . . .	525
4.13	Дистанционная защита . . . . .	526
4.14	Защита от выпадения из синхронизма. . . . .	528
4.15	Защита от понижения напряжения. . . . .	530
4.16	Защита от повышения напряжения . . . . .	532
4.17	Защита по частоте . . . . .	533
4.18	Защита от перевозбуждения. . . . .	534
4.19	Защита по скорости изменения частоты . . . . .	536
4.20	Контроль скачка вектора напряжения . . . . .	537
4.21	Защита статора от зам.на землю . . . . .	538
4.22	Чувствительная защита от зам.на землю . . . . .	539
4.23	Защ.статора от зам.на землю по 3 гарм.. . . . .	540
4.24	100%защита статора от замыканий на землю. . . . .	541
4.25	Чувствительная МТЗ В от замык. на землю . . . . .	542
4.26	Защита от витковых КЗ . . . . .	543
4.27	Защита ротора от замыканий на землю. . . . .	544
4.28	Защ. ротора от зам.на землю 1-3 Гц . . . . .	546
4.29	Контроль времени пуска . . . . .	547
4.30	Число пусков . . . . .	548
4.31	УРОВ. . . . .	549
4.32	Защита от случайного включения. . . . .	550
4.33	Защита по пост. току / напряжению . . . . .	551
4.34	RTD-блок. . . . .	552
4.35	Контроль порогового значения . . . . .	553
4.36	Дополнительные функции. . . . .	554
4.37	Рабочие диапазоны функций защиты . . . . .	560

4.38	Размерные эскизы . . . . .	562
4.38.1	Корпус для встраиваемого монтажа устройства в шкаф / панель (размер корпуса <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ) . . . . .	562
4.38.2	Корпус для встраиваемого монтажа устройства в шкаф / панель (размер корпуса <sup>1</sup> / <sub>1</sub> ) . . . . .	563
4.38.3	Корпус для навесного монтажа устройства на панели (размер корпуса <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ) . . . . .	564
4.38.4	Корпус для навесного монтажа устройства на панели (размер корпуса <sup>1</sup> / <sub>1</sub> ) . . . . .	564
4.38.5	Размерные эскизы блока связи 7XR6100-0CA0 для встраиваемого монтажа . . . . .	565
4.38.6	Размерные эскизы блока связи 7XR6100-0BA0 для навесного монтажа на панели . . . . .	566
4.38.7	Размерные эскизы модуля ЗПП13 . . . . .	567
4.38.8	Размерные эскизы последовательного устройства 7XT7100-0BA00 для навесного монтажа на панели . . . . .	568
4.38.9	Размерные эскизы последовательного устройства 7XT7100-0EA00 для встраиваемого монтажа . . . . .	569
4.38.10	Размерные эскизы модуля сопротивления 7XR6004-0CA00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф . . . . .	570
4.38.11	Размерные эскизы модуля сопротивления 7XR6004-0BA00 для навесного монтажа на панели . . . . .	571
4.38.12	Размерные эскизы генератора 20Гц 7XT3300-0CA00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф . . . . .	572
4.38.13	Размерные эскизы генератора 7XT3300-0BA00 для навесного монтажа на панели . . . . .	573
4.38.14	Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 7XT3400-0CA00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф . . . . .	574
4.38.15	Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 7XT3400-0BA00 для навесного монтажа на панели . . . . .	575
<b>A</b>	<b>Приложения . . . . .</b>	<b>577</b>
A.1	Спецификации заказа устройства и дополнительного оборудования . . . . .	578
A.1.1	Спецификации заказа устройства . . . . .	578
A.1.1.1	Коды заказа . . . . .	578
A.1.2	Дополнительное оборудование . . . . .	583
A.2	Назначение зажимов . . . . .	587
A.2.1	Конструктивное исполнение для утопленного монтажа на панель или монтажа в шкаф . . . . .	587
A.2.2	Конструктивное исполнение для навесного монтажа на панели . . . . .	589
A.3	Примеры схем подключения . . . . .	591
A.3.1	7UM62 - Примеры схем подключения . . . . .	591
A.3.2	Примеры схем подключения RTD-блока . . . . .	599
A.3.3	Принципиальные схемы дополнительного оборудования . . . . .	600
A.4	Предустановки . . . . .	603
A.4.1	Светодиодные индикаторы (LED) . . . . .	603
A.4.2	Дискретные входы . . . . .	604
A.4.3	Дискретные выходы . . . . .	605
A.4.4	Функциональные клавиши . . . . .	606
A.4.5	Начальное состояние дисплея . . . . .	607
A.4.6	Предварительно определенные схемы свободно программируемой логики CFC . . . . .	608

A.5	Зависимые от выбора коммуникационного протокола функции . . . . .	610
A.6	Обзор функций . . . . .	612
A.7	Сводная таблица параметров (уставок) . . . . .	617
A.8	Сводная таблица сообщений . . . . .	636
A.9	Группы аварийных сообщений . . . . .	664
A.10	Измеряемые величины . . . . .	665
	<b>Список литературы . . . . .</b>	<b>669</b>
	<b>Словарь терминов . . . . .</b>	<b>671</b>
	<b>Алфавитный указатель . . . . .</b>	<b>683</b>



# Введение

# 1

В этой главе дается краткое представление устройства SIPROTEC 7UM62. Она содержит обзор области применения, основных свойств и выполняемых функций устройства.

1.1	Общая информация о функционировании	22
1.2	Область применения	26
1.3	Характеристики устройства	29

## 1.1 Общая информация о функционировании

Цифровое многофункциональное устройство защиты 7UM62 снабжено высокопроизводительным микропроцессором. Все задачи, начиная от ввода измеряемых величин и заканчивая выдачей команд управления на выключатели и другое коммутационное оборудование, реализуются с помощью цифровых методов обработки. На рисунке 1-1 представлена обобщенная структурная схема устройства.

### Аналоговые Входы

Секция измерительных входов устройства (ИзмВх) состоит из трансформаторов тока и напряжения. Они преобразуют сигналы, получаемые от трансформаторов электроустановки, и согласуют их уровень с внутренним уровнем обработки устройства.

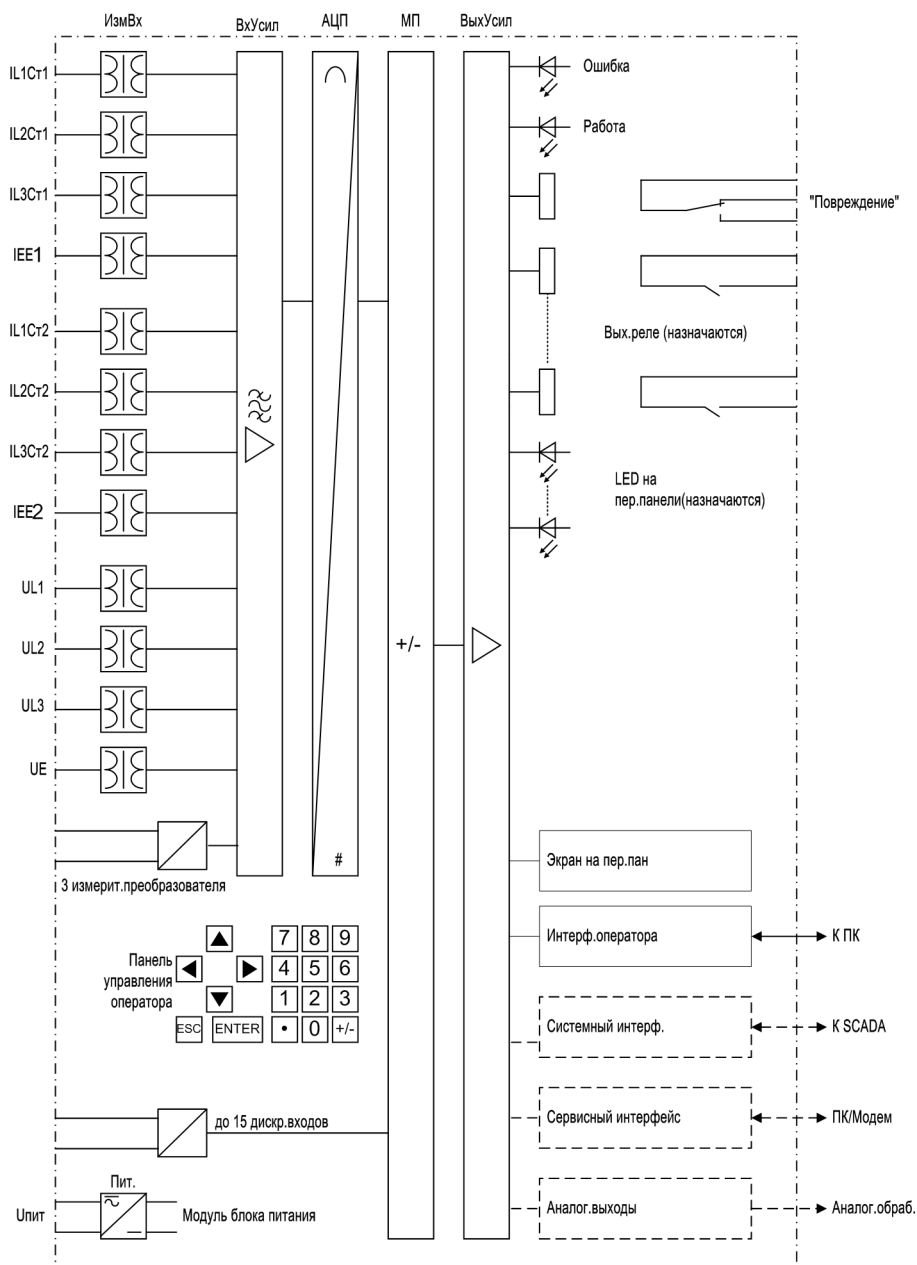


Рисунок 1-1 Структурная схема цифрового многофункционального устройства защиты 7UM62 (Максимальная конфигурация)

Устройство имеет 8 токовых входов и 4 входа напряжения. Три входа используются с каждой стороны защищаемого объекта для измерения фазных токов. Два токовых входа оборудованы чувствительными входными трансформаторами ( $I_{EE}$ ) и могут измерять вторичные токи в диапазоне мА. На три входа напряжения поступают фазные напряжения (возможно также подключение линейных напряжений и трансформаторов напряжения в соединении разомкнутым треугольником). Четвертый вход напряжения предназначен для измерения напряжения смещения при защите от замыканий на землю статора и ротора.

Группа входных усилителей ВхУсил дает возможность высокоомного подключения для входных аналоговых величин и содержит оптимизированные по скорости и полосе пропускания для обработки измеряемых величин фильтры.

Группа АЦП аналоговых преобразователей состоит из цифровых преобразователей высокого разрешения  $\Sigma\Delta$  (22 бита) и компонентов памяти для передачи данных на микрокомпьютер.

### Микропроцессорная система

Встроенное программное обеспечение обрабатывается в микропроцессорной системе (МП). Можно выделить следующие функции:

- Фильтрация и первичная обработка измеряемых величин,
- Непрерывный контроль достоверности измеряемых величин,
- Контроль условий срабатывания для отдельных функций защиты,
- Проверка граничных условий и временных последовательностей,
- Обработка сигналов логических функций,
- Формирование команд на отключение/включение,
- Выдача сигналов функций защиты на светодиоды, ЖК-индикаторы, реле и последовательные интерфейсы,
- Регистрация сообщений, мгновенных значений данных о повреждении и значений величин для анализа повреждений,
- Администрирование операционной системы и ее функций, например, функция хранения данных, часы реального времени, коммуникации, интерфейсы, т.д.

### Адаптация тактовой частоты

Частота измеряемых величин постоянно измеряется и используется для подстройки фактической тактовой частоты. Это гарантирует выдачу функциями защиты и измерения корректных результатов в широком диапазоне частот, а также точность проведения измерений в диапазоне частоты 11 - 69 Гц.

Подстройка тактовой частоты, однако, может осуществляться только в случае наличия на одном из аналоговых входов устройства как минимум одной измеряемой величины переменного тока, с амплитудой, равной как минимум 5 % от номинальной величины („режим работы 1“).

При отсутствии применимых измеренных величин или если величина частоты ниже 11 Гц или выше 70 Гц, устройство функционирует в „режиме работы 0“.

### Дискретные входы и выходы

Ввод/вывод дискретной информации в микропроцессор осуществляется через блоки дискретных входов/выходов устройства. Через дискретные входы в устройство вводится информация от электроустановки (например, о состоянии коммутационных аппаратов) или от других средств управления (например, команды запрета или разрешения). Через дискретные выходы в основном выдаются команды для коммутационных аппаратов и сообщения для удаленной сигнализации событий и состояний.

### Интегрированные средства управления

Светодиодные индикаторы (LED) и жидкокристаллический дисплей (LCD) на лицевой панели представляют информацию о функционировании устройства и сообщают о событиях, состояниях и измеряемых параметрах. Через встроенные функциональные и цифровые клавиши, в совокупности с жидкокристаллическим дисплеем, осуществляется локальное обслуживание и настройка устройства. При этом можно запрашивать всю информацию, содержащуюся в устройстве: параметры настройки (уставки), рабочие сообщения и сообщения о повреждениях (см. также Системное Описание SIPROTEC 4 /1/), а также можно изменять значения параметров настройки (уставок).

## Последовательные интерфейсы

Через последовательный интерфейс обслуживания на лицевой панели устройства с помощью программы DIGSI можно выполнять удобное управление всеми функциями устройства с персонального компьютера.

Через последовательный сервисный интерфейс также возможно подключиться к ПК с запущенной программой DIGSI, обеспечивающей обмен данными между ПК и устройством. Этот порт особенно хорошо подходит для постоянного подключения устройства к ПК или осуществления режима удаленного обслуживания и управления через модем. Сервисный интерфейс может также использоваться для подключения блока RTD (см. дальше).

Через последовательный системный интерфейс осуществляются коммуникации устройства с системой контроля и управления (центральным координирующим устройством, АСУТП). В зависимости от варианта использования, коммуникации с системой управления могут осуществляться в соответствии с различными типами и протоколами передачи данных.

Для синхронизации времени внутренних часов при помощи внешних источников синхронизации используется дополнительный интерфейс.

Дополнительные протоколы связи могут реализовываться на дополнительных интерфейсных модулях.

## Аналоговые выходы / Температурный вход

В зависимости от версии и конфигурации устройства порты В и D могут быть снабжены аналоговыми выходными модулями для вывода значений измеряемых величин (0 - 20 мА). Если эти порты вместо этого оборудованы входными модулями (RS485 или оптическими), через них могут приниматься температурные значения, поступающие с внешнего температурного датчика.

## Источник питания

Все блоки аппаратного обеспечения устройства снабжаются электропитанием от блока питания необходимой мощностью на различных уровнях напряжения. Кратковременные перерывы напряжения, которые могут возникнуть при КЗ или обрывах в цепях оперативного питания электроустановки, компенсируются зарядовой емкостью конденсаторов блока питания (см. также раздел Технические данные).

## 1.2 Область применения

Цифровое устройство защиты электрических машин SIPROTEC 4 7UM62 принадлежит к семейству цифровых устройств защиты 7UM6. Оно содержит в себе все функции, необходимые для защиты генераторов, двигателей и трансформаторов. Все функции устройства 7UM62 являются настраиваемыми, они применимы для защиты небольших, средних и больших генераторов.

Устройство удовлетворяет требованиям, предъявляемым к защитам двух типичных основных способов соединения:

- Присоединение напрямую к шинам,
- Соединение в блок генератор-трансформатор.

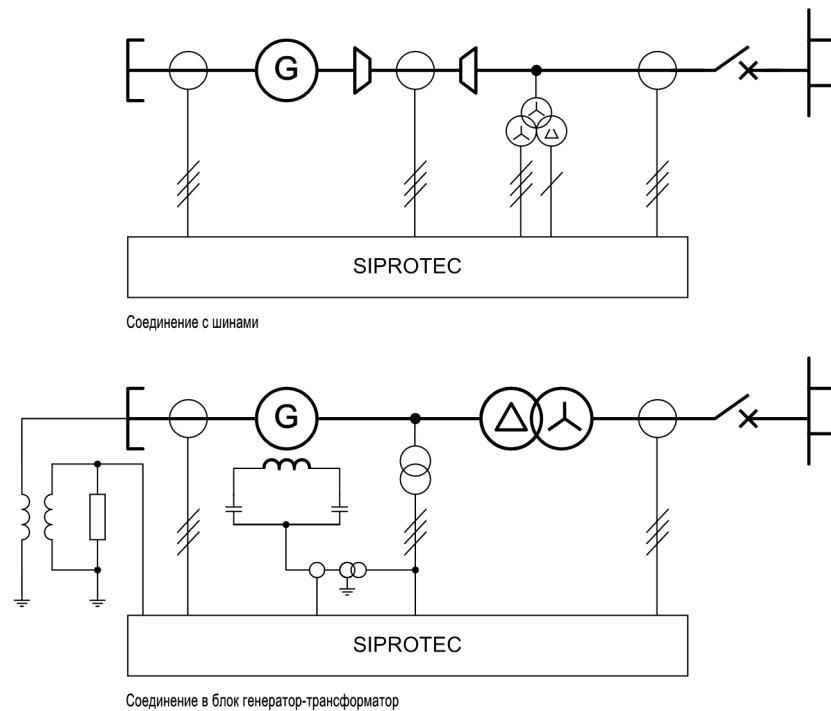


Рисунок 1-2 Основные способы соединений

Интегрированная функция дифференциальной защиты может использоваться в качестве продольной и поперечной дифференциальной защиты генератора, для защиты блочного трансформатора или для дифференциальной защиты в целом.

Расширяемое программное обеспечение дает возможность широкого применения устройства, для каждого конкретного случая можно выбрать соответствующий набор функций. Например, устройство 7UM62 дает возможность реализовать полную и надежную защиту генераторов в диапазоне мощностей от минимальных до средних (прибл. 5 МВт).

Кроме того, устройство формирует основу для защиты генераторов от средней до большой мощности. В совокупности с устройством 7UM61 (также из семейства 7UM6), на практике могут реализовываться все аспекты защиты машин мощностью от самой малой до самой большой. Это позволяет реализовывать надежную концепцию резервной защиты.

Устройство 7UM62 применимо для следующих целей:

- Защита трансформаторов, поскольку устройство 7UM62 располагает дополнительно к функциям дифференциальной и максимальной токовой защиты еще и большим количеством других функций защиты, что позволяет, например, контролировать нагрузку по частоте и напряжению.
- Защита синхронных и асинхронных двигателей.

### **Сообщения и измеряемые величины; регистрация данных повреждений**

Последовательность рабочих сообщений дает информацию о состоянии энергосистемы и непосредственно устройства. Измеряемые величины и вычисляемые из них значения отображаются на дисплее устройства и могут передаваться через последовательный интерфейс на верхний уровень управления.

Формируемые устройством сообщения с помощью настраиваемых светодиодов (LED) на лицевой панели устройства можно выводить через дискретные выходы для внешней обработки, обрабатывать внутри устройства с помощью определяемых пользователем логических функций, и/или передавать через последовательный интерфейс (см. раздел Обмен данными ниже).

При повреждении генератора или при возникновении повреждения в сети, важные события и изменения состояний первичного оборудования сохраняются в памяти (буфере) аварийных сообщений. Мгновенные или действующие значения, измеренные в режиме повреждения, также сохраняются в памяти устройства и впоследствии доступны для считывания для обеспечения возможности проведения анализа.

### **Обмен данными**

Для реализации обмена данными с системами управления, контроля и хранения данных используются последовательные интерфейсы устройства.

### **Интерфейс обслуживания на лицевой панели устройства**

9- полюсный DSUB–разъем на лицевой панели устройства используется для локального обслуживания устройства с помощью ПК. Средствами устройства SIPROTEC 4 и программы DIGSI все задачи функционирования и расчетов, такие как чтение и изменение параметров функционирования (уставок), реализация определяемых пользователем логических функций, чтение рабочих сообщений, сообщений о повреждениях и параметров измеренных величин, считывание и вывод на дисплей записей повреждений (осциллограмм), опрос состояний устройства и измеренных величин - могут выполняться через этот интерфейс обслуживания.

### **Интерфейсы на задней панели устройства**

В зависимости от версии устройства, на задней его панели размещаются дополнительные интерфейсы, обеспечивающие возможность универсального соединения с другими микропроцессорными устройствами контроля, управления и хранения данных.

Сервисный интерфейс используется для организации централизованного обслуживания и настройки устройства с использованием электрических или оптических линий связи. Кроме того, к этому интерфейсу может быть подключен модем. В этом случае возможна реализация удаленного режима обслуживания и настройки через ПК и программу DIGSI.

Системный интерфейс используется для связи устройства защиты с системой контроля и управления (АСУТП). В качестве физических каналов передачи могут использоваться электрические или волоконно-оптические линии связи. Для передачи данных могут использоваться различные стандартизованные протоколы:

- МЭК 61850

Модуль EN 100 позволяет интегрировать устройство в сети обмена данными 100 Мбит Ethernet, которые используются при обработке управляющих воздействий и системами автоматизации, а также при работе с протоколами МЭК 61850. Параллельно интегрированию устройства в управление обработкой команд, этот интерфейс может также использоваться для взаимодействия с программой DIGSI и для взаимодействия между реле с использованием GOOSE.

- IEC (МЭК) 60870-5-103

Этот протокол также интегрирует устройство в системы автоматизации подстанций SINAUT LSA и SICAM

- Profibus DP

Этот протокол автоматизации дает возможность передачи сообщений и значений измеряемых величин.

- Modbus ASCII/RTU

Этот протокол автоматизации дает возможность передачи сообщений и значений измеряемых величин.

- DNP 3.0

Этот протокол автоматизации дает возможность передачи сообщений и значений измеряемых величин.

- Также можно использовать аналоговый выход (2 x 20 мА) для вывода значений измеряемых величин.



## 1.3 Характеристики устройства

### Основные особенности

- Высокопроизводительная 32-разрядная микропроцессорная система.
- Обработка измеряемых величин и реализация управления строится целиком на цифровом принципе, от дискретизации и аналого-цифрового преобразования измеряемых величин до выдачи команд управления.
- Полное гальваническое и помехозащищенное разделение внутренних цепей устройства от внешних измерительных, управляющих и питающих цепей электроустановки на основе специального построения модулей дискретных входов/выходов и преобразователей постоянного тока.
- Удобное обслуживание через интегрированную панель управления и/или с помощью присоединенного персонального компьютера (ПК).
- Постоянный расчет и выдача значений измеряемых величин.
- Регистрация аварийных событий, а также мгновенных значений токов и напряжений повреждений (цифровое осциллографирование).
- Постоянный контроль измеряемых величин, а также аппаратного и программного обеспечения устройства.
- Взаимодействие с центральной системой управления и устройствами хранения данных через электрические линии передачи данных, модем или оптические линии.
- Питаемые от батарей часы, синхронизируемые с помощью спутниковой системы IRIG-B или DCF77, с помощью ввода дискретных входных сигналов или через команду системного интерфейса.
- Хранение статистических данных: запись количества сигналов срабатывания, выданных устройством, значений токов при последнем отключении и суммированных токов повреждений на каждом контакте выключателя.
- Счетчик часов в работе: отслеживание количества часов работы оборудования под нагрузкой (являющегося защищаемым объектом).
- Вспомогательные средства при пуско-наладке: проверка присоединения, проверка вращения поля, показ состояния всех дискретных входов и выходов и регистрация тестовых измерений.

### Токвая защита с независимой выдержкой времени ( $I>$ ) с пуском по напряжению

- Две мгновенные (с независимой выдержкой времени) ступени,  $I>$  и  $I>>$ , для 3 фазных токов ( $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$ ) на стороне 1 или стороне 2.
- Ступень  $I>$  с подхватом по напряжению для синхронных машин, напряжение возбуждения на которые поступает через их контакты;
- Возможность дополнительного определения направления с помощью ступени  $I>>$  (имеется опционально);
- Возможность блокировки любой ступени, например, при обратной блокировке защиты шин.

**Токовая защита с инверсно-зависимой выдержкой времени и пуском по напряжению**

- Возможность выбора различных характеристик (МЭК, ANSI).
- Опционально имеется возможность выбора поведения защиты (управляемого напряжением или зависящего от напряжения) при пуске по току при пониженном напряжении;
- Влияние напряжения может быть заблокировано функцией контроля исчезновения напряжения Fuse-failure-monitor или при помощи защитного выключателя TN.

**Защита от термической перегрузки 49**

- Температурная модель текущих потерь тепла (защита от термической перегрузки с возможностью запоминания, однокорпусная тепловая модель).
- Дополнительные настраиваемые сигнальные ступени, основанные на значениях роста температуры и величины тока.
- Рассмотрение возможных температур охладителя и окружающей среды.

**Защита обратной последовательности 46-1, 46-2, 46-ТОС**

- Точное вычисление компонента обратной последовательности трех фазных токов.
- Наличие сигнальной ступени, выдающей предупреждающие сообщения при превышении заданного порога несимметричной нагрузки.
- Тепловая характеристика с настраиваемыми коэффициентом обратной последовательности и временем охлаждения.
- Высокоскоростная ступень отключения при высоких несимметричных нагрузках (может использоваться для защиты от КЗ).

**Токовая защита при пуске**

- Ступень  $I >$  для диапазонов низких скоростей (например, при пуске генератора со стартовым преобразователем).

**Дифференциальная защита**

- Возможность использования для защиты **генераторов, двигателей или трансформаторов**
- Характеристика отключений с использованием тока торможения.
- Высокая чувствительность.
- Нечувствительность к апериодическим составляющим постоянного тока и насыщению трансформатора.
- Высокая степень стабильности даже при разных уровнях насыщения трансформаторов тока.
- Возможность торможения при бросках тока намагничивания по 2-ой гармонике.
- Возможность торможения против аварийных токов переходного и установившегося режимов по 3-ей и 5-ой гармоникам.
- Высокоскоростное отключение повреждений с высоким током.
- Интегрированный модуль согласования векторных групп трансформаторов.

- Интегрированный модуль согласования коэффициентов трансформации с учетом различных номинальных токов трансформаторов тока.

#### **Дифференциальная защита от замыкания на землю**

- Характеристика отключений с использованием тока торможения.
- Возможность выбора различных измеряемых величин для любых нормальных условий работы сети.
- Высокая чувствительность.
- Дополнительные возможности торможения против избыточного функционирования при внешних аварийных событиях.

#### **Защита от потери возбуждения**

- Измерение проводимости на основе компонентов прямой последовательности.
- Многоступенчатая характеристика для установившегося режима и пределов динамической устойчивости.
- Учет величины напряжения возбуждения.

#### **Защита от обратного направления мощности**

- Расчет мощности на основе компонентов прямой последовательности.
- Высокочувствительное и точное измерение активной мощности (обнаружение небольших двигательных мощностей даже при низком коэффициенте мощности  $\cos \varphi$ , компенсация угловой ошибки).
- Нечувствительна к качаниям мощности.
- Медленная и быстродействующая ступени (активны при закрытом клапане аварийного отключения).

#### **Контроль протекания мощности в прямом направлении**

- Расчет мощности на основе компонентов прямой последовательности.
- Контроль повышения ( $P >$ ) и / или понижения ( $P <$ ) напряжения выхода активной мощности с отдельно настраиваемыми пределами мощности.
- Опциональная возможность высокоскоростного или высокоточного измерения.

#### **Дистанционная защита**

- Пуск по максимальному току с пуском по напряжению (для синхронных машин с подачей напряжения возбуждения через контакты).
- 2 ступени дистанционной защиты, 1 расширенная ступень (переключаются через дискретный вход), 4 ступени времени.
- Прямоугольная характеристика отключений.
- Блокировка качаний мощности (необходимо активировать отдельно).

### **Защита от выпадения из синхронизма**

- Основана на хорошо проверенном методе измерения полного сопротивления.
- Измерение запускается компонентом прямой последовательности, блокируется - компонентом обратной последовательности.
- Определение направления вектора комплексного полного сопротивления.
- Оптимальное согласование условий энергосистемы путем изменения угла наклона прямоугольной характеристики.
- Надежное разделение ситуаций: возникновения центра качаний мощности в сети энергосистемы или в области генератора.

### **Защита от понижения напряжения 27**

- Двухступенчатое измерение пониженного напряжения по компоненту прямой последовательности напряжений.
- Дополнительная ступень с настраиваемой, зависимой от напряжения временной характеристикой.

### **Защита от повышения напряжения 59**

- Двухступенчатое измерение повышенного напряжения по максимальному из трех напряжений.
- Опционально по фазным или линейным напряжениям.

### **Защита по частоте 81 О/У**

- Контроль на падение ниже ( $f <$ ) и / или превышение ( $f >$ ) четырех пределов частоты, независимо настраиваемые выдержки времени.
- Нечувствительна к гармоникам и внезапным изменениям углов фаз.
- Задаваемый порог пониженного напряжения.

### **Защита от перевозбуждения**

- Расчет коэффициента  $U$ .
- Настраиваемые сигнальная ступень и ступень отключения.
- Стандартная характеристика или характеристика независимого отключения для расчета термического стресса, по выбору.

### **Защита по скорости изменения частоты**

- Проверяет превышает ли частота ( $df/dt >$ ) и / или она меньше ( $df/dt <$ ) заданного предельного значения, 4 индивидуально настраиваемых предельных значений и выдержки времени.
- Различные диапазоны измерений.
- Взаимосвязь с пуском частотной защиты.
- Задаваемый порог пониженного напряжения.

### **Контроль скачка вектора напряжения**

- Чувствительное обнаружение скачка фаз, используемое для отключения сети.

### 90% Защита статора от замыканий на землю

- Для генераторов, работающих в блоке генератор-трансформатор, и непосредственно подключенных к шинам.
- Измерение напряжения смещения через нейтральный или заземляющий трансформатор или при помощи расчета на основании напряжений "фаза-земля".
- Чувствительное обнаружение тока на землю, опционально - с или без определения направления по компонентам нулевой последовательности ( $I_0$ ,  $U_0$ ).
- Настраиваемая направленная характеристика.
- Обнаружение поврежденной замыканием на землю фазы.

### Чувствительная защита от замыканий на землю

- Две ступени измерения тока замыкания на землю:  $I_{EE}>>$  и  $I_{EE}>$ .
- Высокая чувствительность (настраивается на вторичной стороне, от 2 мА).
- Может использоваться для защиты от замыканий на землю статора или ротора.
- Контроль цепей измерений на минимальный ток при использовании в качестве защиты ротора от замыканий на землю.

### 100 % Защита статора от замыканий на землю по 3-ей гармонике

- Обнаружение 3-ей гармоники напряжения на нейтрали или подключенной открытым треугольником обмотке заземляющего трансформатора.
- При защите всей обмотки статора комбинируется с 90 % защитой статора от замыканий на землю (диапазон защиты 100%).

### 100% Защита статора от замыканий на землю с напряжением смещения (20Гц)

- Оценка измерения напряжения 20 Гц (устройства 7ХТ33 и 7ХТ34).
- Сигнальная ступень и ступень отключения  $R<$  и  $R<<$ .
- Ступень отключения по току замыкания на землю.
- Высокая чувствительность даже при высокой емкости статора относительно земли.

### Чувствительная токовая защита от замыканий на землю В

- Для различных вариантов применения, например, для контроля тока статора, любых видов контроля тока на землю или защиты от подшипниковых токов при обнаружении повреждений подшипников.
- Возможность выбора различных методов измерения (по основной составляющей, 3-ей гармонике или 1-ой и 3-ей гармоникам).
- Высокая чувствительность (выше 0,5 мА) благодаря фильтру с конечной импульсной характеристикой.

### Защита от витковых КЗ

- Обнаружение витковых КЗ в генераторах путем измерения напряжения смещения, противоположного нейтрали генератора.
- Высокая чувствительность (выше 0,3 В).
- Подавление помех при помощи фильтра с конечной импульсной характеристикой.

### **Защита ротора от замыканий на землю (R, fn)**

- 100 % защита всей цепи возбуждения.
- Симметричная емкостная подача переменного напряжения системной частоты в цепь возбуждения
- с определением рабочих полных сопротивлений относительно земли и сопротивлений щеток.
- Расчет сопротивления КЗ по полному сопротивлению.
- Сигнальная ступень и ступень отключения, настраиваемые непосредственно в Омах (сопротивление ротора относительно земли).
- Контроль измерительных цепей с выдачей сообщений.

### **Чувствительная защита статора от замыканий на землю с приложением прямоугольного напряжения 1-3 Гц**

- Оценка инжектируемого в цепь ротора прямоугольного напряжения 1 - 3 Гц (блок 7ХТ71).
- Сигнальная ступень и ступень отключения  $R <$  и  $R <<$ .
- Высокая чувствительность (максимум 80 К $\Omega$ ).
- Интегрированная функция тестирования.

### **Контроль времени пуска двигателя**

- Отключение с инверсно-зависимой характеристикой на основе оценки величины пускового тока двигателя.
- Независимая выдержка времени отключения при заблокированном роторе.

### **Запрет перезапуска двигателя 66**

- Приблизительный расчет превышения температуры ротора.
- Пуск разрешается только в том случае, если ротор имеет достаточный тепловой резерв для полноценного пуска.
- Расчет страховочного времени до разрешения следующего пуска.
- Принимаются в расчет различные варианты увеличения постоянных времени охлаждения для периодов простоя и функционирования.
- Если необходим аварийный пуск машины, данную функцию можно отключить.

### **УРОВ**

- Защита осуществляется при помощи проверки величины тока или оценки положения блок-контактов выключателя.
- Инициирование работы всех интегрированных функций защиты, назначенных на выключатель.
- Инициирование можно осуществить через дискретный вход от внешнего устройства защиты.

### **Защита от ошибочного включения**

- Ограничение повреждений от случайного включения стационарного генератора путем быстрого выключения его выключателя.
- Сбор мгновенных значений фазных токов.
- Критерии включения функции: результаты работы модуля контроля исчезновения напряжения (fuse-failure-monitor) и контроль напряжения и рабочего состояния.

### **Защита по постоянному току / напряжению**

- Сбор величин постоянного напряжения через интегрированный изолирующий усилитель.
- Подходит для измерения небольших постоянных токов.
- Может быть настроена на контроль увеличения или уменьшения величин.
- Подходит также для измерения величин переменных напряжений (действующих значений).

### **Аналоговые выходы**

- Вывод до 4-х аналоговых измеренных величин (в зависимости от заказанного варианта устройства).

### **Контроль порогового значения**

- Наличие 10-ти свободно ранжируемых сообщений для контроля пороговых величин.
- Программирование задач скоростного контроля при помощи логики CFC.

### **Определение температуры при помощи блоков RTD**

- Оценка любых температур охладителя или окружающей среды с использованием блоков RTD и внешних температурных датчиков.

### **Чередование фаз**

- Выбор порядка чередования фаз L1, L2, L3 или L1, L3, L2 заданием уставки (статический) или через дискретный вход (динамический).

### **Определяемые пользователем функции**

- Внешние и внутренние сигналы могут комбинироваться логически для создания определяемых пользователем логических функций.
- Возможна реализация всех общих логических функций ("И", "ИЛИ", "НЕ", "исключающее ИЛИ", и т.д.).
- Наличие выдержек времени и опросов граничных значений величин.
- Обработка измеренных величин, включая подавление нуля, с добавлением коленной характеристики для входа преобразователя, и контролем действующего нуля.

### **Управление выключателем**

- Выключатели могут включаться и выключаться вручную при помощи программируемых функциональных клавиш, через системный интерфейс (например, SICAM или LSA), или через интерфейс обслуживания (с помощью ПК и DIGSI).
- Обратная информация о состоянии выключателя поступает через блок-контакты выключателя.
- Контроль достоверности положения выключателя и условий взаимной блокировки для операций переключения.

### **Измерительный преобразователь**

- Если в устройстве имеется 3 измерительных преобразователя, и они не нужны для нужд функций защиты, их можно использовать для подключения аналоговых сигналов любого типа ( $\pm 10$  В,  $\pm 20$  мА).
- Возможна обработка пороговых величин и осуществление логических связей с сигналами измерений.

### **Контроль измеряемых величин**

- Увеличение надежности за счет контроля внутренних измерительных цепей, источника питания, программного и аппаратного обеспечения.
- Вторичные цепи трансформаторов тока и напряжения контролируются с использованием тестов симметрии.
- Возможен контроль цепей отключения через внешние цепи.
- Наличие процедуры проверки чередования фаз.





# Функции устройства

# 2

В этом разделе описываются отдельные функции устройства SIPROTEC 4 7UM62. Раздел иллюстрирует возможности задания параметров для каждой функции в максимальной конфигурации устройства. Даются рекомендации по заданию параметров, где это необходимо - приводятся примеры расчета.

Кроме того, на основе следующей информации, можно определить, какие функции должны использоваться.

2.1	Введение, опорная энергосистема	39
2.2	Устройство	41
2.3	EN100-Модуль 1	44
2.4	Обзор функций	45
2.5	Данные энергосистемы 1	55
2.6	Изменение группы	64
2.7	Данные энергосистемы 2	66
2.8	МТЗ I> (с пуском по напряжению)	68
2.9	МТЗ I>> (с определением направления)	72
2.10	МТЗ с ИВВ	79
2.11	Защ. от термической перегрузки	86
2.12	Несимметр. нагрузка (обратная последов.)	96
2.13	МТЗ при пуске двигателя	103
2.14	Дифференциальная защита и защищаемые с ее помощью объекты	107
2.15	Защ. от зам на землю с ограниченной зоной	134
2.16	Защита от потери возбуждения	143
2.17	Защита от реверса мощности	153
2.18	Контроль протекания мощности в направлении вперед	157
2.19	Дистанционная защита	160
2.20	Защита от выпадения из синхронизма	175
2.21	Защита от понижения напряжения	186
2.22	Защита от повышения напряжения	189
2.23	Защита по частоте	192
2.24	Защита от перевозбуждения	197

2.25	Защита от понижения напряжения с инверсной выдержкой времени	203
2.26	Защита по скорости изменения частоты	206
2.27	Контроль скачка вектора напряжения	212
2.28	Защита статора от зам. на землю	218
2.29	Чувствительная защита от зам. на землю	227
2.30	Защита статора от зам. на землю по 3 гарм	232
2.31	100% защита статора от замыканий на землю (20 Гц)	239
2.32	Чувствительная МТЗ-В от замык. на землю	249
2.33	Защита от витковых КЗ	254
2.34	Защита ротора от замыканий на землю	258
2.35	Защ. ротора от зам. на землю 1-3 Гц	264
2.36	Контроль времени пуска	271
2.37	Число пусков	276
2.38	УРОВ	286
2.39	Защита от случайного включения	291
2.40	Защита по пост. току / напряжению	295
2.41	Аналоговые выходы	300
2.42	Функции контроля	304
2.43	Контроль цепи отключения	317
2.44	Контроль порогового значения	325
2.45	Внешние отключения	337
2.46	RTD-блок	340
2.47	Функция контроля изменения чередования фаз	349
2.48	Управление функциями защиты	351
2.49	Дополнительные функции	354
2.50	Обработка команд	375

## 2.1 Введение, опорная энергосистема

Следующие главы содержат информацию об отдельных защитных и дополнительных функциях и дают информацию о значениях уставок.

### 2.1.1 Описание функций

#### Генератор

Примеры расчета основаны на данных двух опорных энергосистем с двумя типовыми основными соединениями, т.е. **соединением с шинами** и **соединением в блок генератор-трансформатор**. Соответственно этому выбраны значения уставок по умолчанию. Места снятия значений измеряемых величин на сторонах 1 и 2 соответственно показаны на следующем рисунке.

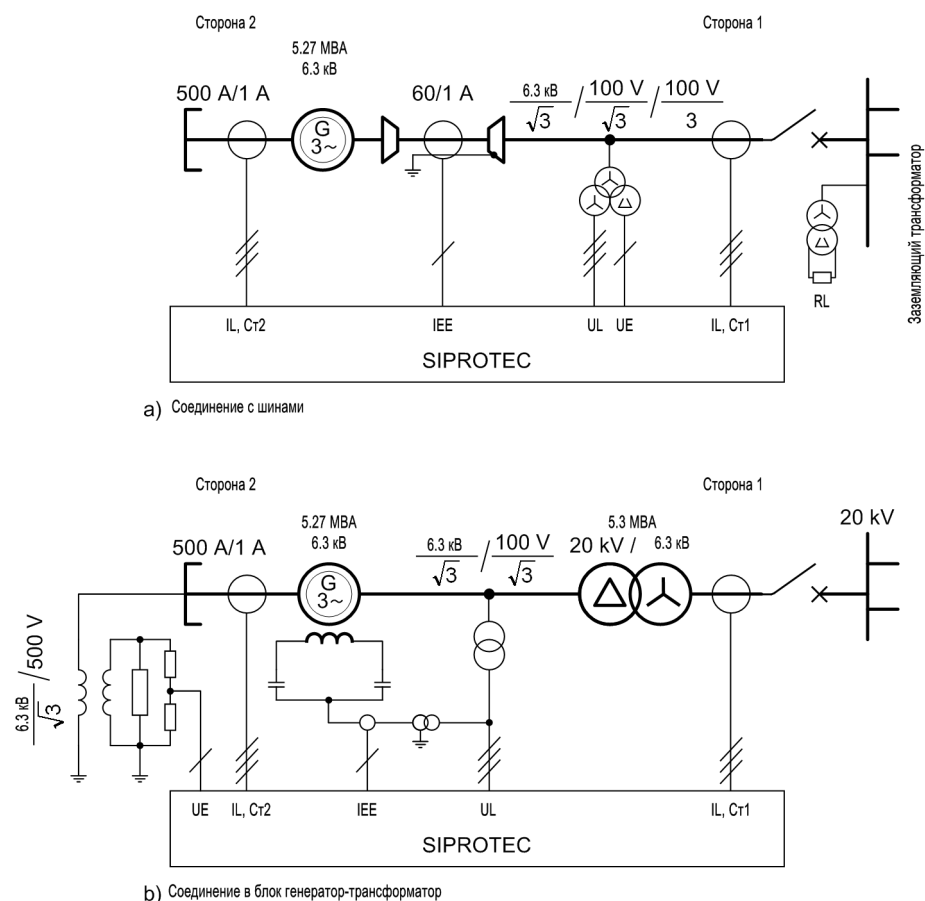


Рисунок 2-1 Опорные энергосистемы

### Технические данные опорных энергосистем

Генератор	$S_{Н\text{ ген}} = 5,27 \text{ МВА}$	
	$U_{Н\text{ ген}} = 6,3 \text{ кВ}$	
	$I_{Н\text{ ген}} = 483 \text{ А}$	
	$\cos \varphi = 0.8$	
Трансформатор тока:	$I_{Н\text{ перв}} = 500 \text{ А};$	$I_{Н\text{ втор}} = 1 \text{ А}$
Тороидальный трансформатор тока:	$I_{Н\text{ перв}} = 60 \text{ А};$	$I_{Н\text{ втор}} = 1 \text{ А}$
Трансформатор напряжения:	$U_{Н\text{ перв}} = (6,3/3) \text{ кВ}$	$U_{Н\text{ втор}} = (100/3) \text{ В}$
		$U_{ен}/3 = (100/3) \text{ В}$

### Трансформатор

Трансформатор:	$S_{Н\text{ транс}} = 5,3 \text{ МВА}$
	$U_{OS} = 20 \text{ кВ}$
	$U = 6,3 \text{ кВ}$
	$u_K = 7\%$
Трансформатор нулевой точки:	$\delta = \frac{6,3 \text{ кВ}}{\sqrt{3}} / 500 \text{ В}$
Делитель сопротивления:	5 : 1

### Двигатель

Двигатель	$U_{Н\text{ двиг}} = 6600 \text{ В}$	
	$I_{Н\text{ двиг}} = 126 \text{ А}$	
	$I_{\text{пуск}} = 624 \text{ А}$	(Пусковой ток)
	$I_{\text{макс}} = 135 \text{ А}$	(Допустимый продолжительный пусковой ток)
	$T_{\text{пуск}} = 8.5 \text{ с}$	(Время пуска при $I_{\text{пуск}}$ )
Трансформатор тока:	$I_{Н\text{ перв}} = 200 \text{ А};$	$I_{Н\text{ втор}} = 1 \text{ А}$

Представленные ниже технические данные касаются спецификаций уставок отдельных функций защиты.

Расчетные значения уставок являются вторичными, зависят от версии устройства и могут быть немедленно изменены локально.

Для настройки устройства рекомендуется использование программы DIGSI. В этом случае пользователь может задавать не только вторичные уставки, но и первичные значения. Для устройства 7UM62 задание первичных значений выполняется относительно номинальных значений защищаемого объекта ( $I_{Н\text{ ген}}$ ;  $U_{Н\text{ ген}}$ ;  $S_{Н\text{ ген}}$ ). При этом преимуществом является тот факт, что независимые от системы, стандартные настройки функций защиты можно определять заранее. Данные отдельной энергосистемы обновляются в параметрах **Данные энергосистемы 1** или **Параметры энергосистемы 2** и конвертация вторичных значений происходит путем простого щелчка мышью. Все необходимые формулы конвертации для каждой отдельной функции хранятся в операционной системе.

## 2.2 Устройство

Устройство может выдавать серию сообщений о состоянии подстанции и своем собственном состоянии. Список этих сообщений приведен ниже в таблице сигналов. Большинство из сообщений не требуют дополнительных разъяснений. Некоторые особенные случаи:

**Сбросить:** Настройки устройства сбрасываются при каждом отключении питания.

**Начальный запуск:** Начальный запуск происходит при инициализации устройства через DIGSI.

**Перезапуск:** Перезапуск происходит после загрузки набора параметров или после перезагрузки параметров (уставок).

Запись сообщений, заведенных на локальные светодиоды и удерживание спонтанных сообщений можно выполнить в зависимости от посылки устройством команды отключения. Эти сообщения не выдаются если, при возникновении повреждения, одна или более функций защиты только лишь сработала, но сигнал отключения устройством 7UM62 выдан не был, т.к. повреждение было ликвидировано другим устройством (например, вне его защищаемой зоны). Эти сообщения при этом выдаются только при возникновении повреждений в пределах защищаемой зоны устройства.

### 2.2.1 Примечания по вводу уставок

#### Оповещения о повреждениях

После возникновения повреждения существует возможность выбора режима выдачи спонтанных сообщений - выдавать ли заданные сообщения о повреждении на светодиодные индикаторы и дисплей при срабатывании защиты на новое повреждение или только при выдаче ею сигнала отключения. Для выбора желаемого режима используйте подменю Устройство меню УСТАВКИ. Для адреса **610 ИндПовр СД/Дсп** предлагается две альтернативы ввода уставок: **Сообщ. при ПУСК** и **Сообщ. при ОТКЛ** (Нет отключения - нет оповещения).

Для устройств с графическим дисплеем используйте параметр **611 СпонтОтобрПовр** для выбора, выдавать ли сообщение о повреждении на дисплей автоматически (**ДА**) или нет (**НЕТ**). Для устройств с текстовым дисплеем такие сообщения будут появляться на дисплее после повреждения в системе в любом случае.

Срабатывание новой функции защиты отключает все заданные до этого световые индикации, т.е. в любой момент времени на устройстве сохраняется индикация о последнем повреждении. По адресу **615 Тмин удерж LED** Вы можете задать время задержки, в течение которого светодиодная индикация не будет сбрасываться. По истечении этого времени информация будет сброшена со светодиодных индикаторов. Все единицы информации объединяются через элемент ИЛИ.

#### Состояние по умолчанию для 4-строчного дисплея

После запуска устройства, снабженного 4-строчным (текстовым) дисплеем, на нем начинают отображаться измеряемые величины. Клавишами со стрелками на передней панели устройства можно выбирать те измеряемые величины, значения которых будут выдаваться на дисплей. Содержание стартовой страницы дисплея, которое будет отображаться по умолчанию при запуске устройства, можно задать через параметр **640 Дисп по Умолч**. Возможные варианты представления измеряемых величин представлены в Приложении.

### 2.2.2 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
610	ИндПовр СД/Дсп	Сообщ. при ПУСК Сообщ. при ОТКЛ	Сообщ. при ПУСК	Индикация повреждений: светодиод/дисплей
611	СпонтОтобрПовр	ДА НЕТ	НЕТ	Спонтанное отображ.сообщений о поврежд.
615	Тмин удерж LED	0 .. 60 мин	5 мин	Мин. время удержания Пуск светодиода
640	Дисп по Умолч	ОснЭкран 1 ОснЭкран 2 ОснЭкран 3 ОснЭкран 4	ОснЭкран 1	Дисплей по умолчанию

### 2.2.3 Сводная таблица сообщений

№.	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	СветДиКвит	IntSP	Показания светодиодов квитировано
-	РежимПров.	IntSP	Режим проверки
-	ДанныеСТОП	IntSP	Останов передачи данных
-	ДеблокПерД	IntSP	Деблокир. передачи данных через Дискр.вх
-	>Подсв ВКЛ	SP	>Подсветка включена
-	СинхрВремя	IntSP_Ev	Синхронизация времени
-	РежПрАППрл	IntSP	Режим проверки аппаратного обеспечения
-	Неиспр CFC	OUT	Неисправность CFC
1	Не конфигур.	SP	Не конфигур.
2	Недоступна	SP	Недоступна
3	>СинхВремени	SP_Ev	>СинхВремени
5	>СбросСветодиод	SP	Сброс светодиодов
15	>Режим проверки	SP	>Режим проверки
16	>Блок Рег/Изм	SP	>Блокир.функций регистрации и измерения
51	Устройство ОК	OUT	Устройство исправно
52	Защ АКТИВ	IntSP	Активна хотя бы одна защ.функция
55	Сброс	OUT	Сброс
56	Инициализация	OUT	Инициализация
67	Повт Пуск	OUT	Повторный пуск
69	Летнее время	OUT	Летнее время
70	ЗагрузкаУставок	OUT	Идет загрузка уставок
71	ПроверкаУставок	OUT	Проверка уставок
72	Измен.Уровня-2	OUT	Изменение установок Уровня-2
73	МестноеИзмен.	OUT	Местное изменение уставки
125	Дребезг ВКЛ	OUT	Блокировка дребезга включена
301	Поврежд в ЭС	OUT	Повреждение в энергосистеме
302	Авар.Событие	OUT	Аварийное событие

<b>№.</b>	<b>Сообщение</b>	<b>Тип сообщения</b>	<b>Комментарии</b>
320	ПредупрПамДанн	OUT	Предупрежд, порог памяти данных превышен
321	ПредупрПамПрл	OUT	Предупрежд, порог памяти пар-ров превыш.
322	ПредупрПамОбсл	OUT	Предупрежд, порог операц. памяти превыш.
323	ПредупрПамNEW	OUT	Предупрежд, порог памяти NEW превышен
545	T Пуск	VI	Время от пуска до возврата
546	T Откл	VI	Время от пуска до отключения

## 2.3 EN100-Модуль 1

### 2.3.1 Описание функции

**EN100-Модуль 1** позволяет интегрировать устройство 7UM62 в сети обмена данными 100 Мбит Ethernet, которые используются системами автоматизации и управления АСУТП, а также при работе с протоколами МЭК 61850. Этот стандарт обеспечивает постоянный обмен данными между устройствами без использования шлюзов или конверторов протоколов, что позволяет получить доступ к совместному использованию устройств SIPROTEC 4 даже в различных условиях. Параллельно интегрированию устройства в систему управления процессами обработки команд, этот интерфейс также можно использовать для обмена данными с DIGSI и для обмена данными между реле посредством пакета GOOSE.

### 2.3.2 Примечания по вводу уставок

#### Выбор интерфейса

Для работы модуля интерфейса системы Ethernet (МЭК 61850, **EN100-Модуль 1**) не требуется задания каких-либо уставок. Если устройство оборудовано таким модулем (смотри код заказа), то модуль автоматически конфигурируется под доступный для этого интерфейс, а именно под **Порт В**.

### 2.3.3 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
009.0100	Неиспр Модуль	IntSP	Неисправность Модуля EN100
009.0101	Неиспр канал 1	IntSP	Неисправность EN100 канал 1
009.0102	Неиспр канал 2	IntSP	Неисправность EN100 канал 2



## 2.4 Набор функций

Устройство 7UM62 снабжено целым рядом функций защиты и дополнительных функций. Аппаратные и программные средства устройства разработаны специально для реализации этого набора функций. Тем не менее, существует ряд ограничений по использованию входов тока и напряжения замыкания на землю ( $I_{EE}$  и  $U_E$ ) соответственно. На один и тот же вход нельзя одновременно подавать значения различных измеряемых величин, например, для защиты от замыкания на землю ротора и защиты от замыкания на землю статора. В Главе 2.4.2 дан обзор определенных входов, доступных для использования различными функциями защиты.

Кроме того, командные функции можно настраивать под конкретные условия системы. Также на этапе конфигурирования отдельные функции можно активировать или деактивировать, неиспользуемые функции при этом деактивируются.

Имеющиеся функции защиты и дополнительные функции можно задать как **Введено** или **Выведено**. Для некоторых функций возможны и другие варианты, как это описано ниже.

Функции, заданные как **Выведенные** не обрабатываются устройством 7UM62. При этом не выдается никаких оповещений, соответствующие уставки (функции, предельные значения) не отображаются на дисплее в процессе задания уставок.

### 2.4.1 Описание функции

#### Конфигурация набора функций

Конфигурацию уставок можно осуществить с использованием ПК и программного обеспечения DIGSI, а передача уставок в устройство осуществляется через передний последовательный порт или через задний сервисный интерфейс. Эта процедура детально описана в Системном описании SIPROTEC 4/1/.

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.

Набор функций и их возможные уставки для настраивания на требования конкретного оборудования представлены в диалоговом окне Конфигурация устройства.



#### Примечание

Наличие конкретных функций и их уставки по умолчанию зависят от варианта заказа устройства (см. Приложение А.1). Кроме того, по причине существования определенных ограничений со стороны оборудования, возможны не все комбинации функций защиты (см. Раздел 2.4.2).

## 2.4.2 Примечания по вводу уставок

### Особенности

Большинство уставок не требуют дополнительных разъяснений. Некоторые особые случаи описаны ниже.

Если необходимо изменение целой группы уставок, параметр по адресу **103 Переключ Группы** должен быть задан как существующий. В этом случае можно задать сразу один из двух наборов параметров (уставок) функции (см. также Раздел 2.6), что позволяет быстро и правильно переключаться между этими наборами уставок. Уставка **Выведено** подразумевает, что можно использовать только одну группу уставок.

Параметр **104 Значения Поврежд** используется для определения того, что будет фиксироваться при осциллографической регистрации - **МгновЗнач** или **СреднеквадрЗнач**. Если фиксируется **СреднеквадрЗнач**, возможное время записи умножается на 16.

Для некоторых функций защиты Вы также можете определить на какой из измерительных входов она будет назначена (на стороне 1 или 2); для других функций место назначения фиксировано (см. таблицу 2-1).

Например, по адресу **112 МТЗ I>** можно осуществить такой выбор для ступени I> максимальной токовой защиты (= **Сторона 1**, **Сторона 2** или **Выведено**).

Для ступени максимального тока I>> максимальной токовой защиты адрес **113 МТЗ I>>** определяет режим работы ступени: **Ненаправл Стр1** или **Ненапр Стр2**, или **НаправлСтр1** или **Направл Стр2**. При выборе уставки **Выведено** эта ступень МТЗ будет полностью выведена из работы. Для зависимой МТЗ (адрес **114 МТЗ Ip**) существуют разные группы зависимых характеристик, в зависимости от варианта заказа; все они соответствуют стандартам МЭК и ANSI. Эта функция аналогично может быть ранжирована как на стороне 1, так и на стороне 2 (= **МЭК хар-ка Стр1**, **ANSI хар-ка Стр1**, **МЭК хар-ка Стр2**, **ANSI хар-ка Стр2**). Токовая защита с инверсно-зависимой выдержкой времени может также быть выведена из работы заданием уставки **Выведено**.

Ниже приведена таблица ранжирования входов устройства для различных функций защиты. Эти данные нужно учитывать при конфигурировании энергосистемы. Это касается входа  $U_E$ , двух чувствительных токовых входов  $I_{ee1}$  и  $I_{ee2}$ , а также 3 входов измерительных преобразователей (TD). Если вход  $U_E$  используется, например, функциями защиты статора от замыканий на землю, на него уже нельзя ранжировать функцию защиты от замыканий на землю ротора (R, fn). Те же правила распространяются и на входы трансформаторов измеряемых величин. Они могут использоваться в каждом конкретном случае только одной функцией защиты. Если входы измерительных преобразователей TD не используются никакой функцией защиты, их можно использовать для блоков измеряемых величин в CFC.

Таблица 2-1 Ранжирование входов устройства функциям защиты

Функция защиты	Сторона 1				Сторона 2		
	$U_{L1}; U_{L2}; U_{L3}$	$I_{L1S1}; I_{L2S1}; I_{L3S1}$	$I_{ee1}$	$U_{EE}$	$I_{L1S2}; I_{L2S2}; I_{L3S2}$	$I_{ee1}$	TD
Независимая I>, I>> /ненаправленная	Фикс.	Выбирается	–	–	Выбирается	–	–
Независимая I>> /направленная	Фикс.	Выбирается	–	–	Выбирается	–	–
Инверсно-зависимая токовая защита	Фикс.	Выбирается	–	–	Выбирается	–	–
Защита от термической перегрузки	–	–	–	–	Фикс.	–	TD2
Защита от несимметричной нагрузки (обратной последовательности)	–	–	–	–	Фикс.	–	–
Токовая защита при пуске	–	Выбирается	–	–	Выбирается	–	–

Функция защиты	Сторона 1				Сторона 2		
	$U_{L1}; U_{L2}; U_{L3}$	$I_{L1S1}; I_{L2S1}; I_{L3S1}$	$I_{ee1}$	$U_{EE}$	$I_{L1S2}; I_{L2S2}; I_{L3S2}$	$I_{ee1}$	TD
Дифференциальная защита (ANSI 87G/87M/87T)	–	Фикс.	–	–	Фикс.	–	–
Дифференциальная защита от замыканий на землю	$U_0$ (расчетное)	Выбирается	–	–	Выбирается	Фикс.	–
Защита от потери возбуждения (ANSI 40)	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	TD3
Защита от обратного направления мощности (ANSI 32R)	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	–
Контроль прямого направления мощности	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	–
Дистанционная защита	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	–
Защита от выпадения из синхронизма (ANSI 78)	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	–
Защита от понижения напряжения	Фикс.	–	–	–	–	–	–
Защита от повышения напряжения	Фикс.	–	–	–	–	–	–
Защита по частоте	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	–
Защита от перевозбуждения $U/f$	Фикс.	–	–	–	–	–	–
Инверсно-зависимая защита от понижения напряжения	Фикс.	–	–	–	–	–	–
Защита по скорости изменения частоты	Фикс.	–	–	–	–	–	–
Контроль скачка вектора напряжения	Фикс.	–	–	–	–	–	–
90% Защита статора от замыканий на землю	$U_0$ рассчитывается при использовании REFP	–	Выбирается	–	–	Фикс.	–
Чувствительная Защита от замыканий на землю (ANSI 51GN, 64R)	–	–	Выбирается	–	–	Выбирается	–
100% Защита статора от замыканий на землю по 3-ей гармонике	Фикс.	–	–	Фикс.	Фикс.	–	–
100% Защита статора от замыканий на землю с напряжением смещения 20 Гц	–	–	Фикс.	Фикс.	–	–	–
Защита от замыканий на землю В (IEE-B)	–	–	Выбирается	–	–	Выбирается	–
Защита от витковых КЗ	–	–	–	Фикс.	–	–	–
Защита ротора от замыканий на землю	–	–	Фикс.	Фикс.	–	–	–
Чувствительная защита статора от замыканий на землю с приложением прямоугольного напряжения 1-3 Гц	–	–	–	–	–	–	MU1 MU2
Контроль времени пуска двигателя	–	–	–	–	Фикс.	–	–
Запрет перезапуска двигателя	–	–	–	–	Фикс.	–	–
УРОВ	–	Выбирается	–	–	Выбирается	–	–
Ошибочное включение (ANSI 50, 27)	Фикс.	–	–	–	Фикс.	–	–
Защита по постоянному току/напряжению	–	–	–	–	–	–	TD1

Функция защиты	Сторона 1				Сторона 2		
	$U_{L1}; U_{L2}; U_{L3}$	$I_{L1S1}; I_{L2S1}; I_{L3S1}$	$I_{ee1}$	$U_{EE}$	$I_{L1S2}; I_{L2S2}; I_{L3S2}$	$I_{ee1}$	TD
Блокировка при неисправности цепей напряжения	Фикс.	—	—	—	Фикс.	—	—
Контроль цепи отключения	—	—	—	—	—	—	—
Контроль порогового значения	Фикс.	—	—	—	Фикс.	—	—
Внешние отключения	—	—	—	—	—	—	—

Для функции дифференциальной защиты по адресу **120 ДиффЗащита** можно определить тип защищаемого объекта (*Генерат/Двигат* или *3-фТрансформ*); функция может быть полностью выведена заданием уставки *Выведено*.

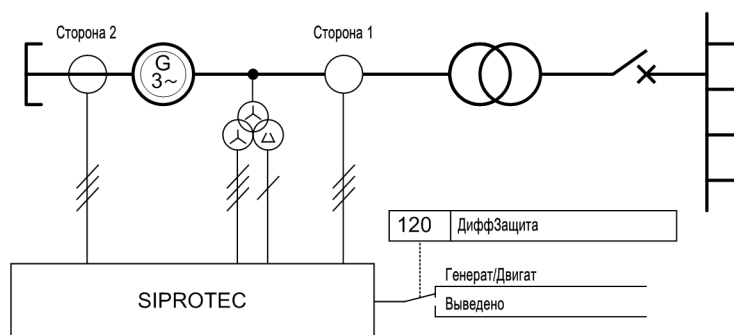


Рисунок 2-2 Использование функции для дифференциальной защиты генератора

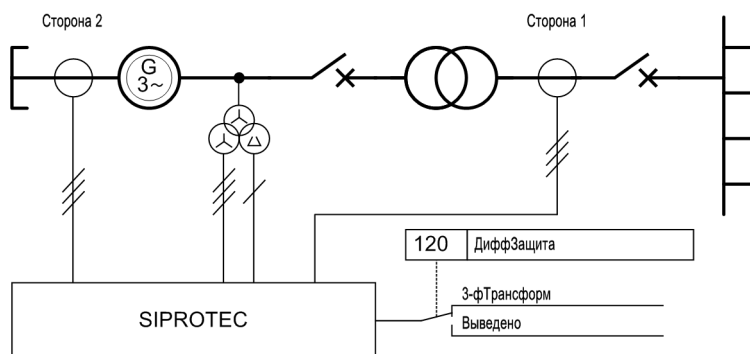


Рисунок 2-3 Использование функции в качестве дифференциальной защиты блока (общей защиты)

Для случая, представленного на рисунке ниже уставки по данным генератора, вводимые в **Данные ЭС1**, будут аналогичными уставкам по данным трансформатора на стороне 2:

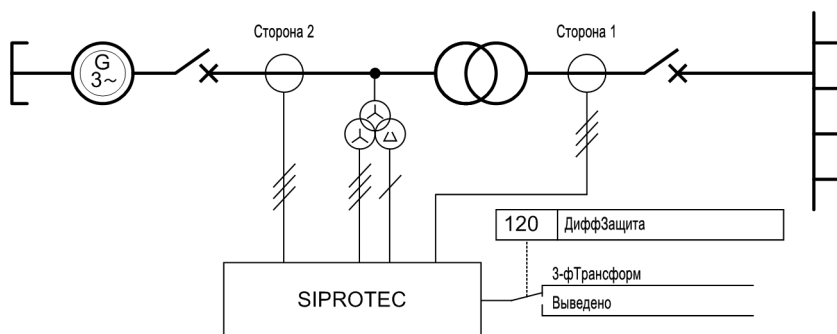


Рисунок 2-4 Использование в качестве функции дифференциальной защиты трансформатора

Для случая, представленного на рисунке ниже, для функции дифференциальной защиты устройства **A** должно быть установлено **Генерат/Двигат** для устройства **B** - **3-фТрансформ**. Кроме того, уставки по данным генератора, вводимые в **Данные ЭС1**, будут аналогичными уставкам по данным трансформатора на стороне 2:

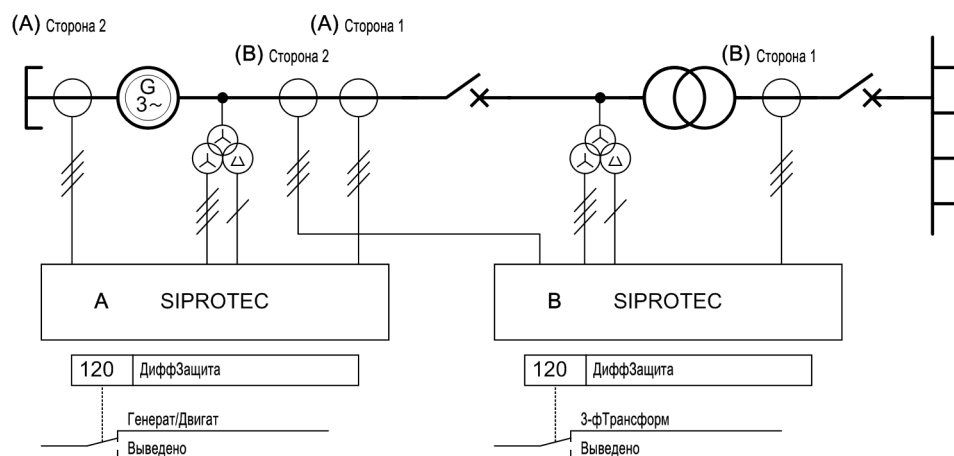


Рисунок 2-5 Использование в качестве общей резервной функции общей защиты

Для функции защиты от замыканий на землю, уставка по адресу **150 ЗащСтат 33** имеет следующие варианты: **Ненапр.U0**, **Ненапр.U0 и I0** и **Направленная**, либо вся функция может быть **Выведено**. В первом случае оценивается только напряжение смещения (используется для блочного соединения генератор-трансформатор). Во втором дополнительно к напряжению смещения оценивается и величина тока замыкания на землю (или разница между током нейтрали и общим током тороидального трансформатора тока в системах шин с низкоомными переключаемыми сопротивлениями нейтрали). Если в случае защиты машин с присоединением к шинам значений напряжения смещения и тока замыкания на землю недостаточно для распознавания типа повреждения (КЗ в системе или КЗ машины), то в качестве дополнительного критерия определения направления тока замыкания на землю используется третий вариант уставки.

По адресу **151 MT3 Iee>** определяют какой из входов будет использоваться для измерения тока замыкания на землю (**c Iee1** или **c Iee2**).

По адресу **170 УРОВ** определяется, на какой стороне будет применяться защита от отказа выключателя - **Сторона 1** или **Сторона 2**.

Если устройство 7UM62 снабжено аналоговыми выходами и Вы хотите их использовать, адреса **173, 174, 175 и 176** можно использовать для назначения подачи значений измеряемых величин на соответствующие аналоговые выходы. Все параметры аналоговых выходов содержатся в блоке адресов с **7301 по 7308**.

Для контроля цепи отключения по адресу **182 Контр.цепи откл** определяют, будут ли при этом использоваться два дискретных входа (**2 ДискрВхода**) или один (**1 ДискрВход**). Иначе функция должна быть конфигурирована как **Выведено**.

### 2.4.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
103	Переключ Группы	Выведено Введено	Выведено	Опция переключения группы уставок
104	Значения Поврежд	Выведено МгновЗнач СреднеквадрЗнач	МгновЗнач	Значения при повреждении
112	МТЗ I>	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Сторона 2	МТЗ I>
113	МТЗ I>>	Выведено Ненаправл Стор1 Ненапр Стр2 НаправлСтр1 Направл Стр2	Ненапр Стр2	МТЗ I>>
114	МТЗ Ip	Выведено МЭК хар-ка Стр1 ANSI хар-каСтр1 МЭКхар-ка Стр2 ANSIхар-ка Стр2	Выведено	МТЗ с завис выдержкой времени
116	ТермЗащПерегруз	Выведено Введено	Введено	Защита от термической перегрузки
117	Несимм Нагрузка	Выведено Введено	Введено	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)
118	Пуск МТЗ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Пуск МТЗ
120	ДиффЗащита	Выведено Генерат/Двигат 3-фТрансформ	Генерат/Двигат	Дифференциальная защита
121	Огр 3З	Выведено Ген/Двиг с IEE2 Ген/Дв с 3I0Ст2 Стр1 Трансформ Стр2 Трансформ	Выведено	Огранич земл. защита
130	Защ от Недовозб	Выведено Введено	Введено	Защита от недовозбуждения
131	ЗащРевМощн	Выведено Введено	Введено	Защита от реверса мощности
132	КонтрМощнВперед	Выведено Введено	Введено	Контроль протекания мощн. в напр. вперед

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
133	ДистЗащ	Выведено Введено	Введено	Дистанционная защита
135	ЗащАсинхрХод	Выведено Введено	Введено	Защита от асинхронного хода
140	ЗащПонижНапр	Выведено Введено	Введено	Защита от понижения напряжения
141	ЗащПовышНапр	Выведено Введено	Введено	Защита от повышения напряжения
142	ЧастотнаяЗащита	Выведено Введено	Введено	Защита от повышения/понижения частоты
143	ЗащОтПеревозб	Выведено Введено	Введено	Защита от перевозбуждения (U/f)
144	ЗащПонижНапрUr<	Выведено Введено	Введено	Степень Ur< с ИВВ ЗащПонижНапр
145	Защита df/dt	Выведено 2 ступени df/dt 4 ступени df/dt	2 ступени df/dt	Защита по скорости изменения частоты
146	Скачок Вектора	Выведено Введено	Введено	Скачок вектора напряжения
150	ЗащСтат 33	Выведено Ненапр. U0 Ненапр. U0 и I0 Направленная	Ненапр. U0 и I0	Защита статора от замык. на землю
151	MT3 Iee>	Выведено с Iee1 с Iee2	с Iee2	Чувствительная MT3 Iee>
152	ЗащСтат 3гарм	Выведено Введено	Введено	Защ. статора от замык. на землю по 3 гарм.
153	100% ЗащСтат33	Выведено Введено	Введено	100% защита статора от замыканий на землю
154	ЧувЗемMT3 IEE-B	Выведено с Iee1 с Iee2	с Iee2	Чувствительная MT3 B от замык. на землю
155	ЗащВиткКЗ	Выведено Введено	Введено	Защита от витковых замыканий
160	ЗащРотЗамЗемл	Выведено Введено	Введено	Защита ротора от зам. на землю (R, fn)
161	ЗащРот(1-3 Гц)	Выведено Введено	Введено	Защ. ротора от зам. на землю (1-3 Гц)
165	Контр Врем Пуск	Выведено Введено	Введено	Контроль времени пуска
166	Запр Повт Пуска	Выведено Введено	Введено	Запрет повторного пуска двигателя
170	УРОВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Сторона 2	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
171	ЗащСлучВключ	Выведено Введено	Введено	Защита от случайного включения
172	ЗащПостНапр/Ток	Выведено Введено	Введено	Защита по постоянному напряжению/току

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
173	АналогВыходВ1/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]   P   [%]   Q   [%]   S   [%] f [%] U/f [%] φ [%]   КоэффМощн   [%] ΘR/ΘRмакс [%] Θ/Θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход В1/1 (Порт В)
174	АналогВыходВ2/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]   P   [%]   Q   [%]   S   [%] f [%] U/f [%] φ [%]   КоэффМощн   [%] ΘR/ΘRмакс [%] Θ/Θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход В2/1 (Порт В)



Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
175	АналогВыходD1/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]  P  [%]  Q  [%]  S  [%] f [%] U/f [%] φ [%]  КоэффМощн  [%] θR/θRмакс [%] θ/θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход D1/1 (Порт D)
176	АналогВыходD2/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]  P  [%]  Q  [%]  S  [%] f [%] U/f [%] φ [%]  КоэффМощн  [%] θR/θRмакс [%] θ/θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход D2/1 (Порт D)
180	БНН	Выведено Введено	Введено	Блокировка неисправных цепей напряжения
181	КонтрИзмерВелич	Выведено Введено	Введено	Контроль измеряемых величин
182	Контр.цепи откл	Выведено 2 ДискрВхода 1 ДискрВход	Выведено	Контроль цепи отключения
185	КонтрПорогЗнач	Выведено Введено	Введено	Контроль порогового значения
186	ВнешнОткл1	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 1
187	ВнешнОткл2	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 2
188	ВнешнОткл3	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 3

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
189	ВнешнОткл4	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 4
190	Вх Датчика Темп	Выведено Порт C Порт D	Выведено	Вход внешнего датчика температуры
191	ТИП ПОДКЛ RTD	6RTDсимплекс 6RTDполудупл 12RTDполудупл	6RTDсимплекс	Тип подключения RTD-блока
200	АналогВыходВ1/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход В1/2 (порт В)
201	АналогВыходВ2/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход В2/2 (порт В)
202	АналогВыходD1/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход D1/2 (порт D)
203	АналогВыходD2/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход D2/2 (порт D)

## 2.5 Данные энергосистемы 1

В устройство необходимо ввести некоторые данные сети и энергосистемы, чтобы согласовать с предполагаемыми функциями устройства в соответствии с его применением. Сюда относятся, например, номинальные значения параметров электроустановки и измерительных трансформаторов, полярность подключения цепей токов и напряжений, характеристики силового выключателя и др. Также существуют определенные параметры, являющиеся общими для всех функций, т.е. не связанные с конкретными функциями защиты, управления или мониторинга. Данные обо всем этом содержатся в Разделе **Данные ЭС1**.

### 2.5.1 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Данные энергосистемы 1 можно изменять через служебный или сервисный интерфейсы с использованием ПК и программы DIGSI.

В программе DIGSI нужно дважды щелкнуть мышью на **Установки**, и на дисплее появятся существующие данные.

#### Подключение групп трансформаторов тока

По адресу **201 ОбщТчТТ->Об Ст1** определяется полярность подключения трансформаторов тока на стороне 1 объекта, т.е. положение точки звезды трансформаторов тока по отношению к защищаемому объекту. По адресу **210 ОбщТчТТ->Об Ст2** определяется полярность подключения трансформаторов тока на стороне 2 объекта. Этот параметр определяет направление включения защиты (**ОбщТчТТ->Об Ст2 = ДА** = Вперед = в направлении линии). На рисунке ниже представлен пример включения даже для случая отсутствия трансформаторов тока в нейтрали машины.

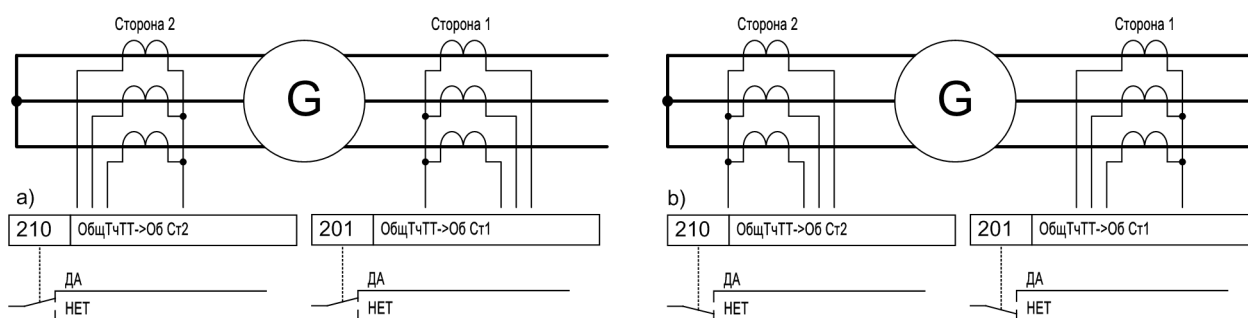


Рисунок 2-6 Расположение точек звезды для трансформаторов тока S1 и S2 - адреса **201** и **210**

Если устройство используется для поперечной дифференциальной защиты генераторов или двигателей, 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 одного из трансформаторов тока. Части обмоток электрической машины соответствуют "сторонам".

На рисунке ниже представлен пример. Хотя нейтрали обоих трансформаторов тока направлены в сторону защищаемого объекта, "сторона 2" настроена наоборот: **ОбщТчТТ->Об Ст2 = НЕТ**.

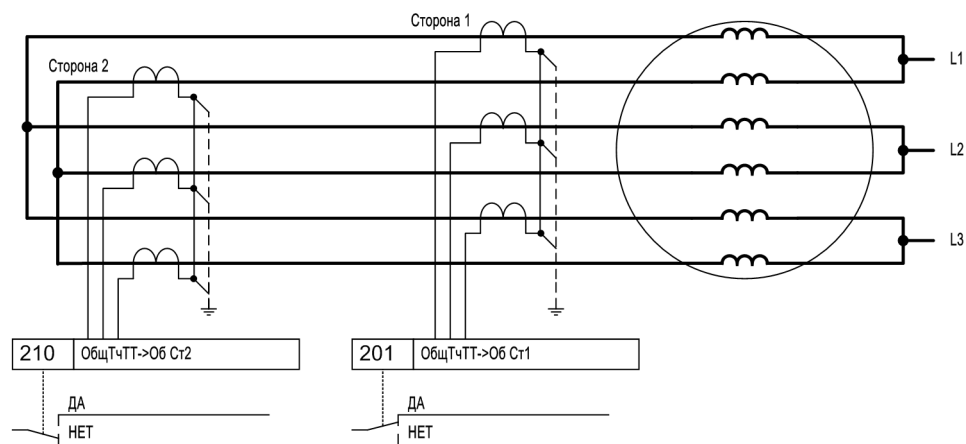


Рисунок 2-7 Нейтрали трансформаторов тока для поперечной дифференциальной защиты - пример

### Номинальные значения параметров трансформаторов на стороне 1

По адресам **202 Ин-перв ТТ Ст1** и **203 Ин-втор ТТ Ст1** вводятся значения первичного и вторичного номинального тока трансформаторов тока на стороне 1. Обратите внимание на то, чтобы номинальный вторичный ток трансформаторов тока соответствовал номинальному току устройства защиты, иначе устройство будет вычислять неверные первичные величины.

### Номинальные значения параметров трансформаторов на стороне 2

По адресам **211 Ин-перв ТТ Ст2** и **212 Ин-втор ТТ Ст2** вводятся значения первичного и вторичного номинального тока трансформаторов тока на стороне 2. Обратите внимание на то, чтобы номинальный вторичный ток трансформаторов тока соответствовал номинальному току устройства защиты, иначе устройство будет вычислять неверные первичные величины.

### Угол корректировки $W0$

Корректировка угловых погрешностей трансформаторов тока и напряжения особенно важна для функции защиты от обратного направления мощности, т.к. в этом случае очень низкая активная мощность будет рассчитываться на основе очень высокой полной мощности (для маленького  $\cos \varphi$ ).

По адресу **204 ТТ угол  $W0$**  можно ввести постоянное значение угла корректировки для трансформаторов тока на стороне 2.

Угловая погрешность  $\Delta\varphi$  между трансформаторами тока и напряжения особенно важна по следующим причинам. В качестве коррекции задается сумма средних угловых ошибок трансформаторов тока и напряжения. Корректирующее значение можно определить при пуско-наладке (см. Раздел Монтаж и ввод в эксплуатацию).

### Коэффициенты трансформации $I_{ee}$

Для перевода токов на землю  $I_{ee}$  в первичные единицы устройству необходим коэффициент трансформации. Коэффициент трансформации для входа 1 вводится по адресу **205 Коэфф  $I_{EE1}$** , для входа 2 - по адресу **213 Коэфф  $I_{EE2}$** .

### Номинальные значения трансформаторов напряжения

По адресам **221 Уном Первич** и **222 Уном Вторич** вводятся значения номинального первичного напряжения и номинальных вторичных (линейных) напряжений подключенных трансформаторов напряжения.

## Подключение $U_E$

По адресу **223 Подключ UE** пользователь дает устройству информацию о типе напряжения, подключенного ко входу  $U_E$ . По этой информации устройство определяет тип обработки информации. Вход  $U_E$  может использоваться как различными функциями защиты статора от замыканий на землю, так и функцией защиты ротора от замыканий на землю (с использованием метода измерения номинальной частоты) (см. Раздел 2.34). В следующей таблице приведены зависимости для каждой функции защиты.

Таблица 2-2 Варианты уставок для входа  $U_E$  и их связь с функциями защиты

Уставка для Подключ UE	90% Защита статора от замыканий на землю	Защита статора от замыканий на землю по 3-ей гармонике	100% Защита статора от замыканий на землю с напряжением смещения (20Гц)	Защита ротора от замыканий на землю (R, fn)	Защита от витковых КЗ
(Адрес 223)	(Раздел 2.28)	(Раздел 2.30)	(Раздел 2.31)	(Раздел 2.34)	(Раздел 2.33)
Не подключен	Обработка расчетного значения $U_0$ (точно: $\sqrt{3} U_0$ )	3-я гармоника определяется из расчетного напряжения $U_0$ (может использоваться только ступень $U_0$ 3rd harm>).	–	–	–
НагрузСопр	Обработка расчетного значения $U_0$ (точно: $\sqrt{3} U_0$ )	–	Обработка входа $U_E$	–	–
Любой ТН	Обработка входа $U_E$ (например, для защиты от замыканий на землю на стороне трансформатора)	–	–	–	–
РазомкнТреуг	Обработка входа $U_E$	Обработка входа $U_E$	Обработка входа $U_E$	–	–
Ротор	Обработка расчетного значения $U_0$ (точно: $\sqrt{3} U_0$ )	–	–	Обработка входа $U_E$	–
НейтрТрансф	Обработка входа $U_E$	Обработка входа $U_E$	Обработка входа $U_E$	–	–
Uen-обм	Обработка расчетного значения $U_0$ (точно: $\sqrt{3} U_0$ )	3-з гармоника определяется из расчетного напряжения $U_0$ (может использоваться только ступень $U_0$ 3rd harm>).	–	–	Обработка входа $U_E$

## Коэффициент трансформации UE

Для конвертации значения напряжения смещения  $U_E$  в первичные единицы устройству необходим коэффициент трансформации первичных / вторичных единиц для трансформатора, на который поступает напряжение  $U_E$ . За исключением функции защиты ротора от замыканий на землю, параметр **224 Коэфф UE** оказывает влияние на те функции защиты, которые напрямую используют  $U_E$  в соответствии с Таблицей 2-2. Для этого коэффициента (**224 Коэфф UE**) справедлива формула:

$$0224 \text{ Коэфф UE} = \frac{U_{\text{ТН, перв}}}{U_{\text{Е, втор}}}$$

где  $U_{\text{ТН, перв}}$  - первичное напряжение (обычно фазное напряжение) и  $U_{\text{Е, втор}}$  - вторичное напряжение смещения, приложенное к устройству. При использовании делителя напряжения также играет роль его коэффициент деления. Следующее уравнение приведено в качестве примера в Разделе 2.1 на рис. 2-1 "Присоединение устройства" для выбранной там энергосистемы с коэффициентом деления 1:5.

$$0224 \text{ Коэфф UE} = \frac{6.3 \text{ кВ} / (\sqrt{3})}{500 \text{ В} / 5} = 36.4$$

## Коэффициент адаптации Uph/Udelta

Адрес **225** служит для хранения коэффициента адаптации между фазным напряжением и напряжением смещения устройства. Его значение важно для контроля измеряемых величин.

Если группа трансформаторов напряжения имеет соединенные разомкнутым треугольником обмотки и эти обмотки подключены к устройству (вход  $U_E$ ), это должно быть указано по адресу **223** (см. выше). Т.к. для трансформации между трансформаторами напряжения справедливо следующее выражение:

$$\frac{U_{\text{ном перв}}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{\text{ном втор}}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{\text{ном втор}}}{3}$$

коэффициент  $U_{\text{ф}}/U_{\text{треуг}}$  (вторичное напряжение, адрес **225 Uф / Uтреуг**) в соотношении  $3\sqrt{3} = \sqrt{3} = 1.73$  нужно использовать при подключении напряжения  $U$ . Для других коэффициентов трансформации, например, при формировании напряжения смещения через группу взаимосвязанных трансформаторов, этот коэффициент должен быть соответственно откорректирован.

## Защищаемый объект: Трансформатор

Если при конфигурировании функции дифференциальной защиты трансформатор был объявлен в качестве защищаемого объекта, то в Данных энергосистемы 1 появится параметр **241 Un перв Ст1**. Он определяет номинальное первичное напряжение на стороне 1 защищаемого объекта (трансформатора).

По адресу **242 Общ.Тч Ст1** вы определяете состояние нейтрали (*Глухозаземл*; *Изолированная*) на стороне 1. Эта уставка имеет значение при контроле измеряемых величин (контроле суммы токов); для дифференциальной защиты трансформатора она также важна при коррекции векторной группы и обработке тока нулевой последовательности.

Если нейтраль не заземлена, нужно использовать уставку *Изолированная*. Если нейтраль трансформатора подключена к катушке Петерсена или к устройству компенсации скачков напряжения, нужно выбрать уставку *Глухозаземл*. То же самое относится и к низкоомному или глухому заземлению нейтрали.

Параметры **243 Un первич Ст2** и **244 Общ.Тч Ст2** определяют соответственно номинальное первичное напряжение и состояние нейтрали трансформатора на стороне 2.

Параметр **246 ГрСоедОбмСт2** используется для определения номера векторной группы, относящегося к стороне 1 трансформатора. При этом нет необходимости определять, является ли соединение соединением треугольником, звездой или зигзагом.

По адресу **249 Sn Трансф** задается номинальная полная мощность. Из нее номинальные токи на сторонах 1 и 2 рассчитываются по следующим формулам:

$$I_{\text{ном ст1}} = \frac{S_{\text{ном трансф}}}{U_{\text{ном ст1}} \cdot \sqrt{3}} \quad I_{\text{ном ст2}} = \frac{S_{\text{ном трансф}}}{U_{\text{ном ст2}} \cdot \sqrt{3}}$$

Эти номинальные токи рассматриваются только при дифференциальной защите и могут отличаться от указанных в паспортных данных генератора.

Для функций МТЗ (Разделы 2.8, 2.9 и 2.10) и функции УРОВ стороны 1 и 2 могут быть свободно ранжированы. Если дифференциальная защита назначена на **120 3-фТрансформ**, для уставок защиты первичной стороны в DIGSI применяются следующие нормализующие коэффициенты:

Сторона 1:	Сторона 2:
$I_{\text{ном ст1}} = \frac{S_{\text{ном трансф}}}{U_{\text{ном ст1}} \cdot \sqrt{3}}$	$I_{\text{ном ст2}} = \frac{S_{\text{ном генер}}}{U_{\text{ном генер}} \cdot \sqrt{3}}$

При этом уставки:

S <sub>н трансф</sub>	<b>249 Sn Трансф</b>
U <sub>н ст1</sub>	<b>241 Un перв Ст1</b>
S <sub>н генер</sub>	<b>252 Sn Ген/Двиг</b>
U <sub>н генер</sub>	<b>251 Un Ген/Двиг</b>

Эти нормализующие коэффициенты применяются для функций защиты трансформатора и полной защиты (см. Раздел 2.4.2, рис. 2-3 "Дифференциальная защита блока" и рис. 2-4 "Дифференциальная защита трансформатора").

### Защищаемый объект: генератор / двигатель

Вне зависимости от конфигурации и предполагаемого использования функции дифференциальной защиты, необходимо ввести в систему паспортные данные генератора/двигателя. Параметр **251 Un Ген/Двиг** задает первичное номинальное напряжение защищаемого генератора или двигателя. По адресу **252 Sn Ген/Двиг** вводится значение номинальной полной мощности. На основе этих номинальных значений рассчитывается ток генератора / двигателя на стороне 2 объекта:

$$I_{\text{ном генер}} = \frac{S_{\text{ном генер}}}{U_{\text{ном генер}} \cdot \sqrt{3}}$$

При этом уставки:

S <sub>н генер</sub>	<b>252 Sn Ген/Двиг</b>
U <sub>н генер</sub>	<b>251 Un Ген/Двиг</b>

Вышеуказанная формула также используется программой DIGSI для расчета нормализующих коэффициентов для уставок защиты первичной стороны функций МТЗ (Разделы 2.8, 2.9 и 2.10), а также функцией УРОВ, для которой стороны 1 и 2 могут выбираться свободно. Нормализация активна, если в наборе функций дифференциальная защита установлена как **120 Выведено** или **Генерат/Двигат**. Это относится как к стороне 1, так и к стороне 2.

По адресам **242 Общ.Тч Ст1** и **244 Общ.Тч Ст2** задают виды нейтралей. В случае защиты генератора введите **Изолированная**. Это значение используют даже в том случае, если к нейтрали генератора подключено нагрузочное сопротивление. Исключение здесь составляют низковольтные машины с глухозаземленной нейтралью.

### Номинальная частота системы

Номинальная частота сети задается по адресу **270 Номин Частота**. Значение частоты, заданное на заводе-изготовителе в соответствии с вариантом заказа, нужно менять только в том случае, если устройство должно использоваться в другой области, а не в той, которая была предусмотрена в заказе.

### Чередование фаз

По адресу **271 Чередование фаз** Вы можете изменить значение, установленное по умолчанию (**L1 L2 L3** - прямое чередование фаз), в случае, если ваша электрическая установка работает с обратным вращением поля (**L1 L3 L2**). Временно изменить направление чередования фаз можно через дискретные входы (см. Раздел 2.47).

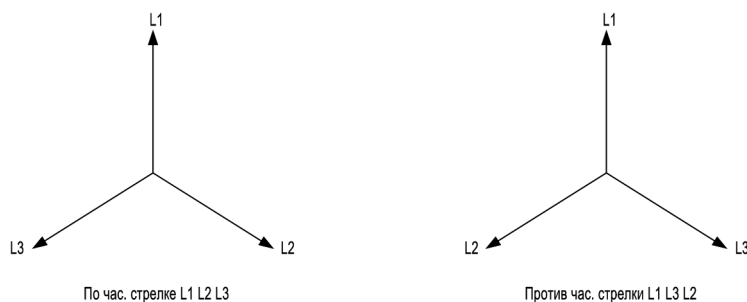


Рисунок 2-8 Последовательности фаз

### Режим работы

Уставка по адресу **272 Схема** определяет, в каком режиме работает защищаемый генератор - **БлокТранс** или **Сборные Шины**. Это важно определить для работы функций защиты статора от замыканий на землю и токовой защиты с инверсно-зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению, поскольку здесь используются разные напряжения, в зависимости от соответствующего режима работы (см. "Пониженное напряжение" в Разделе 2.10).

### ATEX100

Параметр **274 ATEX100** задает соответствие устройства требованиям РТВ по тепловым моделям (специальные требования на территории Германии). Если параметр установлен на **ДА**, все тепловые модели хранятся в устройстве 7UM62 даже при сбое в работе его источника питания. При появлении напряжения питания тепловые модели продолжают использоваться совместно с другими сохраненными значениями. Если параметр установлен на **НЕТ**, расчетные значения перегрева всех тепловых моделей при сбое источника питания сбрасываются в ноль.

### Длительность команд отключения

По адресу **280** задается минимальная длительность команды отключения **Тмин Ком Откл.** Эта длительность действительна для всех функций защиты, которые могут выдавать команды отключения.



## Контроль протекания тока

По адресу **281** **Имин ВЫКЛ: Вкл** вводится значение, соответствующее пороговому значению интегрированной функции контроля тока. Эта уставка используется функциями счётчика времени работы и защиты от перегрузки. Если пороговое значение тока превышает, выключатель рассматривается как замкнутый, и сеть считается работающей. Для функции защиты от перегрузки этот критерий служит для различения состояния покоя и состояния функционирования защищаемой электрической машины.

## Измерительный Преобразователь 1

Измерительный преобразователь 1 используется в работе функции защиты по постоянному току/напряжению или функции защиты ротора от замыканий на землю с частотой 1-3 Гц ( $U_{Control}$ ). В зависимости от конфигурации, выберите и введите по адресу **295 ИзмерПреобраз1** один из вариантов: **10 В**, **4-20 мА** или **20 мА**. В первом случае диапазон измерения будет находиться между -10В и +10В. Диапазон **4-20 мА** подразумевает работу со знаком, т.е. ток в 12 мА будет соответствовать входному значению 0. Токи ниже 2 мА сигнализируют обрыв линии. Сигнал о повреждении пропадает при токах более 3 мА. При выборе уставки **20 мА** диапазон измерений будет составлять от -20 мА до +20 мА.

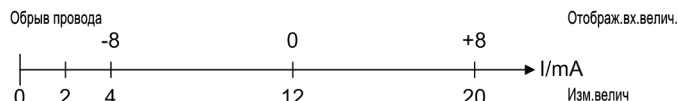


Рисунок 2-9 Зависимость между измеренной величиной и представленным входным значением на измерительном преобразователе 1 (выбранная уставка - 4-20 мА)

## Измерительный Преобразователь 2

Измерительный преобразователь 2 используется в работе функции защиты от перегрузки или функции защиты ротора от замыканий на землю с частотой 1-3 Гц ( $U_{Control}$ ). Совместно с внешним сенсором температуры и измерительным преобразователем он дает возможность ввода значений температуры окружающей среды и температуры охладителя. Он будет соответствовать описанному выше преобразователю после ввода по адресу **296 ИзмерПреобраз2** одного из вариантов уставок: **10 В**, **4-20 мА** или **20 мА**.

## Измерительный Преобразователь 3

Измерительный преобразователь 3 предназначен для использования функцией защиты от потери возбуждения и поэтому рассчитан на вход напряжения (10В). Напряжение возбуждения подается на измерительный преобразователь через делитель напряжения. Если напряжение возбуждения постоянного тока может содержать лишние гармоники (например, из-за тиристорного управления), необходимо использовать цифровой фильтр. Это определяется по адресу **297 ИзмерПреобраз3** вводом уставки **С фильтрацией**.

## 2.5.2 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
201	ОбщТчТТ->Об Ст1		ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ Стор.1 в направлении объекта
202	Ин-перв ТТ Ст1		1 .. 100000 А	500 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 1
203	Ин-втор ТТ Ст1		1А 5А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 1
204	ТТ угол W0		-5.00 .. 5.00 °	0.00 °	Угол корректировки ТТ W0
205	Кэфф IEE1		1.0 .. 100000.0	60.0	Кэфф ТТ Перв/Втор IEE1
210	ОбщТчТТ->Об Ст2		ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ Стор.2 в направлении объекта
211	Ин-перв ТТ Ст2		1 .. 100000 А	500 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 2
212	Ин-втор ТТ Ст2		1А 5А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 2
213	Кэфф IEE2		1.0 .. 100000.0	60.0	Кэфф ТТ Перв/Втор IEE2
214	КлемЗаземл IEE2		Клемма Q7 Клемма Q8	Клемма Q7	Клемма заземления ТТ IEE2
221	Уном Первич		0.10 .. 800.00 кВ	6.30 кВ	Первичное номинальное напряжение
222	Уном Вторич		100 .. 125 В	100 В	Вторичное номинальное напряжение
223	Подключ UE		ТН в нейтр РазомкнТреуг Не подключен Любой ТН Ротор НагрузСопр Уеп-обм	ТН в нейтр	Подключение UE
224	Кэфф UE		1.0 .. 2500.0	36.4	Кэфф. тран ТН Перв/Втор Ue
225A	Уф / Утреуг		1.00 .. 3.00	1.73	Кэффциента согласования Уф к Утреуг.
241	Ун перв Ст1		0.40 .. 800.00 кВ	20.00 кВ	Номин. первич. напряжение стороны 1
242	Общ.Тч Ст1		Изолированная Глухозаземл	Изолированная	Нейтраль стороны 1
243	Ун первич Ст2		0.40 .. 800.00 кВ	6.30 кВ	Номин. первич. напряжение стороны 2

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
244	Общ.Тч Ст2		Изолированная Глухозаземл	Изолированная	Нейтраль стороны 2
246	ГрСоедОбмСт2		0 .. 11 30°	0 30°	Группа соединения обмоток стороны 2
249	Sn Трансф		0.20 .. 5000.00 МВА	5.30 МВА	Ном.полная мощность трансформатора
251	Un Ген/Двиг		0.40 .. 800.00 кВ	6.30 кВ	Ном. напряжение генератора/двигателя
252	Sn Ген/Двиг		0.20 .. 5000.00 МВА	5.27 МВА	Ном.полная мощность генератора/двигателя
270	Номин Частота		50 Гц 60 Гц	50 Гц	Номинальная частота
271	Чередование фаз		A B C A C B	A B C	Порядок чередования фаз
272	Схема		Сборные Шины БлокТранс	Сборные Шины	Конфигурация схемы
274А	АТЕХ100		ДА НЕТ	НЕТ	Сохранение температур при отключении напряжения
275	Кэфф R ЗащСтат		1.0 .. 200.0	37.0	Кэфф. Перв/Втор для R ЗащСтат33
276	Ед измер темп		Град Цельсия Град Фаренгейта	Град Цельсия	Единица измерения температуры
280	Тмин Ком Откл		0.01 .. 32.00 сек	0.15 сек	Мин. длительность команды отключения
281	Имин ВЫКЛ: Вкл	5А	0.20 .. 5.00 А	0.20 А	Контроль влеч полож выключателя по Имин
		1А	0.04 .. 1.00 А	0.04 А	
295	ИзмерПреобраз1		10 В 4-20 мА 20 мА	10 В	Измерительный преобразователь 1
296	ИзмерПреобраз2		10 В 4-20 мА 20 мА	10 В	Измерительный преобразователь 2
297	ИзмерПреобраз3		С фильтрацией Без фильтрации	С фильтрацией	Измерительный преобразователь 3

### 2.5.3 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
361	>Автом ТН: откл	SP	>Неисп: автомат ТН отключен
5002	Раб Усл	OUT	Присутств.подходящих изм.велич.
5145	>ОбрЧередФаз	SP	>Обратное чередование фаз
5147	Черед.ФазL1L2L3	OUT	Чередование фаз L1L2L3
5148	Черед.ФазL1L3L2	OUT	Чередование фаз L1L3L2

## 2.6 Изменение группы

Для функций устройства можно задать две независимые группы параметров (уставок). Во время эксплуатации они могут переключаться на месте с панели управления, через дискретный вход (если он ранжирован соответствующим образом), с персонального компьютера через интерфейс обслуживания или через системный интерфейс.

Группа уставок включает значения уставок для всех функций, которые были выбраны как **Введенные** во время конфигурирования набора функций (см. Раздел 2.4). В устройстве 7UM62 возможно наличие двух независимых групп уставок (А и В). Несмотря на то, что уставки могут меняться, выбранные для каждой группы уставок функции остаются неизменными.

В случае, когда по соображениям эксплуатации необходимы различные уставки, например, в бассейнах ГАЭС, где электрические машины могут работать поочередно в качестве генератора или двигателя, эти уставки задаются в качестве групп уставок и хранятся в устройстве. В зависимости от режима эксплуатации активируется необходимая группа уставок, обычно через дискретный вход.

Если нет необходимости в использовании нескольких групп уставок, то действующей остается уставка по умолчанию - **Группа А**. Тогда остальной частью этого раздела в рассмотрении можно пренебречь.

### 2.6.1 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Если желательна опция переключения групп уставок, должно быть введено следующее значение параметра **Переключ Группы = Введено** (адрес **103**). При введении уставок функций в первую очередь вводится группа уставок А, затем - группа В. Для получения информации о работе с группами уставок, о том, как копировать и сбрасывать группы, а также о том, как переключаться между группами при работе, см. также Системное Описание SIPROTEC /1/.

Процедура внешнего переключения групп уставок через дискретные входы подробно описана в разделе "Монтаж и Подключение" Главы 3.

### 2.6.2 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
302	Изменить группу	Группа А Группа В Дискретный вход Протокол	Группа А	Активировать другую группу уставок

### 2.6.3 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	Группа А	IntSP	Уставки Группы А активны
-	Группа В	IntSP	Уставки Группы В активны
7	>ГрУставок Бит0	SP	>Выбор группы уставок (Бит 0)

## 2.7 Данные энергосистемы 2

Общие данные защиты (**Параметры ЭС2**) содержат параметры, связанные со всеми функциями защиты, кроме специфических функций защиты и контроля. Уставки параметров **Параметры ЭС2** могут быть переключены с использованием опции переключения групп уставок.

### 2.7.1 Описание функции

#### Группы уставок

В устройстве 7UM62 возможно наличие двух независимых групп уставок (А и В). Несмотря на то, что уставки могут меняться, выбранные для каждой группы уставок функции остаются неизменными.

### 2.7.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Для ввода этих специфических групп общих данных защиты (**Параметры ЭС2**), выберите в меню **УСТАНОВКИ** значение **Группа А**, и далее **Параметры ЭС2**. Другой группе уставок соответствует **Группа В**.

#### Направление активной мощности

Адрес **1108 Акт Мощность** используется для задания направления активной мощности в нормальном режиме (**Генератор** = на выход или **Двигатель** = на вход) или для адаптирования условий энергосистемы без отключения и повторного подключения устройства.

### 2.7.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1108	Акт Мощность	Генератор Двигатель	Генератор	Измерение активной мощности для

## 2.7.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
501	ОБЩИЙ ПУСК	OUT	Общий пуск защиты
511	ОБЩЕЕ ОТКЛ	OUT	Общее отключение устройства
576	IL1C1:	VI	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 1
577	IL2C1:	VI	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 1
578	IL3C1:	VI	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 1
579	IL1C2:	VI	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 2
580	IL2C2:	VI	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 2
581	IL3C2:	VI	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 2
5012	UL1E=	VI	Напряж UL1E при отключ.
5013	UL2E=	VI	Напряж UL2E при отключ.
5014	UL3E=	VI	Напряж UL3E при отключ.
5015	P=	VI	Активная мощность при отключ
5016	Q=	VI	Реактивная мощность при отключ
5017	f=	VI	Частота при отключении

## 2.8 МТЗ I> (с пуском по напряжению)

Максимальная токовая защита используется в качестве резервной при защите объекта от КЗ. Она также обеспечивает резервную защиту при нисходящих повреждениях в сети, которые не могут быть быстро устранены по из-за опасности повреждения защищаемого объекта.

Устройство 7UM62 дает возможность выбирать, где располагать функцию МТЗ - на входах трансформаторов на стороне 1 или 2. Этот выбор осуществляют в процессе конфигурирования (см. Раздел 2.4).

Токи сначала проходят цифровую фильтрацию, поэтому для измерений уже используются токи только основной частоты. Это делает процесс измерения нечувствительным к переходным состояниям в точке возникновения КЗ и к асимметричным токам КЗ (их постоянной составляющей).

Поскольку напряжение возбуждения генераторов снимается с их контактов, в случае возникновения смежных повреждений (например, в области расположения генератора или блочного трансформатора) их токи КЗ убывают очень быстро по причине отсутствия напряжения возбуждения. В течение нескольких секунд значение тока КЗ падает ниже значения срабатывания МТЗ. Во избежание нового возврата реле, ступень I> отслеживает составляющую прямой последовательности напряжений и использует ее в качестве дополнительного критерия распознавания КЗ. Эту функцию можно отключить и сделать неработающей через дискретный вход.

### 2.8.1 Описание функции

#### Ступень I>

Каждый фазный ток на стороне 1 или 2 (в зависимости от конфигурации) индивидуально сравнивается с общим значением уставки I> и в случае превышения этого значения передается специальный сигнал. Этот сигнал отключения передается в логический блок устройства сразу по истечении соответствующего времени задержки T I>. При этом величина тока для возврата реле устанавливается на  $\pm 95\%$  ниже величины срабатывания. В особых случаях величину возврата можно установить и более высокой.

#### Пуск по напряжению

Ступень I> содержит также ступень защиты от понижения напряжения. Эта ступень выдает сигнал срабатывания в течение задаваемого времени блокировки в том случае, если значение напряжения падает ниже выбранного порогового значения составляющей напряжения прямой последовательности после срабатывания защиты по максимальному току - даже если значение тока уже стало ниже значения срабатывания МТЗ. Таким образом страховочно удлиняется время срабатывания защиты и отключения соответствующих выключателей. Если напряжение восстанавливается до истечения времени удерживания или если функция удерживания при пониженном напряжении отключена через дискретный вход, например, в случае отключения защитного выключателя трансформатора напряжения или в случае остановки машины, защитное реле осуществляет мгновенный возврат.

Логика блокировки пуска по напряжению работает независимо для каждой фазы. Первое срабатывание запускает таймер **Тудерж**.

На рисунке ниже представлена логическая схема МТЗ I> с пуском по напряжению.



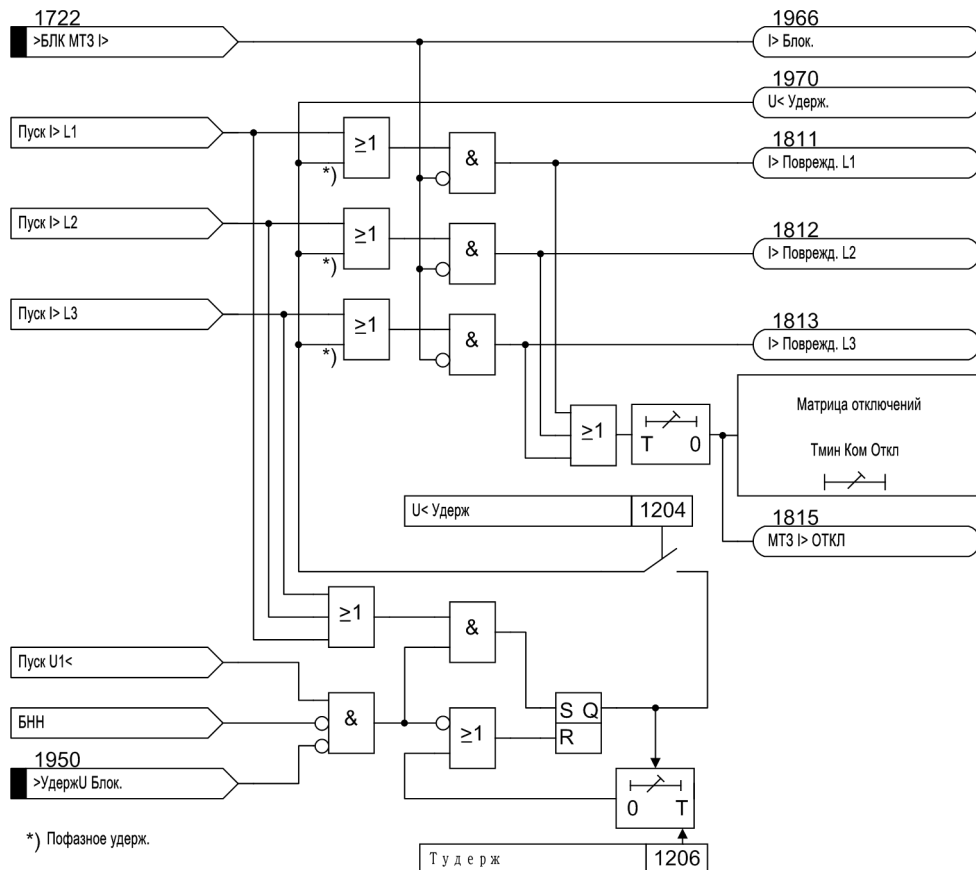


Рисунок 2-10 Логическая схема МТЗ I> (с пуском по напряжению)

## 2.8.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

МТЗ может работать только в том случае, если в процессе конфигурирования по адресу **112 МТЗ I>** было задано значение **Сторона 1** или **Сторона 2**. Если в работе функции нет необходимости, здесь устанавливают **Выведено**.

### Ступень МТЗ I>

Адрес **1201 МТЗ I>** служит для ввода и вывода независимой ступени МТЗ I> (**ВКЛ / ОТКЛ**), а также для блокировки команды отключения (**РелеБлокировано**). Уставка ступени I> в основном определяется на основе максимального рабочего тока. Срабатывания при перегрузке никогда не произойдет, т.к. защита может сработать только при установке коротких длительностей срабатывания команд. По этой причине для генераторов рекомендуется устанавливать значение в 20-30% от ожидаемой пиковой нагрузки, для трансформаторов и двигателей - приблизительно 40%.

Выдержка времени на отключение (параметр **1203 Т I>**) должна быть согласована с отстройкой сети по времени с целью добиться того, чтобы ближайшее к повреждению защитное устройство сработало первым (соблюдение принципа селективности).

Задаваемое время - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, время возврата). Эту задержку можно задать равной  $\infty$ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет

выдавать команду отключения. Если в использовании ступени I> нет необходимости, по адресу **1201 МТЗ I>** вводится значение **ОТКЛ**. Ввод данной уставки препятствует выдаче сигнала отключения и созданию сообщения о срабатывании.

### Пуск по напряжению

Значение напряжения для ступени блокировки пуска по напряжению (прямой последовательности) устанавливается по адресу **1205 U<** ниже, чем значение минимального разрешенного при эксплуатации объекта напряжения, например, 80 В.

Время блокировки подхвата **1206 Тудерж** ограничивает время блокировки удерживания пуска, осуществляемой МТЗ или защитой от понижения напряжения. Его нужно устанавливать большим, чем выдержка **T I>**.

Коэффициент возврата  $\gamma = I_{\text{возвр}}/I_{\text{сраб}}$  ступени I> задают по адресу **1207 КоэффВозвр I>**. Рекомендуемое значение  $\gamma = 0,95$ . В особых случаях, например, при вероятной перегрузке, его можно установить и на более высокое значение (0,98).

Пример:

Пороговое значение пуска	$1,4 \cdot I_{\text{Н маш}}$		
Выдержка времени на отключение	3 с		
Удерживание при пониженном напряжении	$0,8 \cdot U_{\text{Н маш}}$		
Время удерживания U<	4 с		
Коэффициент возврата	0,95		
Номинальный ток $I_{\text{Н маш}}$	483 А	Номинальное напряжение $U_{\text{Н маш}}$	6,3 кВ
$I_{\text{Н, ТТ, перв}}$	500 А	Номинальное напряжение $U_{\text{Н, ТН, перв}}$	6,3 кВ
Номинальный ток $I_{\text{Н втор}}$	1 А	Номинальное напряжение $U_{\text{Н втор}}$	100 В

На основе данной спецификации рассчитываются следующие вторичные величины:

$$I> = \frac{1,4 \cdot I_{\text{ном ген}}}{I_{\text{ном ТТ перв}}} \cdot I_{\text{ном втор}} = \frac{1,4 \cdot 483 \text{ А}}{500 \text{ А}} \cdot 1 \text{ А} = 1,35 \text{ А}$$

$$U< = \frac{0,8 \cdot U_{\text{ном ген}}}{U_{\text{ном ТН втор}}} \cdot U_{\text{ном втор}} = \frac{0,8 \cdot 6,3 \text{ кВ}}{6,3 \text{ кВ}} \cdot 100 \text{ В} = 80 \text{ В}$$

### 2.8.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1201	МТЗ I>		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	МТЗ I>
1202	I>	1А	0.05 .. 20.00 А	1.35 А	Уставка по току ступени МТЗ I>
		5А	0.25 .. 100.00 А	6.75 А	
1203	Т I>		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени МТЗ I>
1204	U< Удерж		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Состояние удерживания ЗащПонижНапр
1205	U<		10.0 .. 125.0 В	80.0 В	Действие удерживания ЗащПонижНапр
1206	Тудерж		0.10 .. 60.00 сек	4.00 сек	Длительность удерживания ЗащПонижНапр
1207А	КозэффВозвр I>		0.90 .. 0.99	0.95	Козэфф. возврата для I>

### 2.8.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
1722	>БЛК МТЗ I>	SP	>Блокировать ступень МТЗ I>
1811	I> Поврежд. L1	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L1
1812	I> Поврежд. L2	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L2
1813	I> Поврежд. L3	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L3
1815	МТЗ I> ОТКЛ	OUT	Отключение ступенью МТЗ I>
1950	>УдержU Блок.	SP	>МТЗ: заблокировать удерживание по напр.
1965	I> Вывед	OUT	Ступень МТЗ I> выведена
1966	I> Блок.	OUT	Ступень МТЗ I> заблокирована
1967	I> Введ	OUT	Ступень МТЗ I> введена
1970	U< Удерж.	OUT	Удерж. МТЗ по сниж.напряжения

## 2.9 МТЗ I>> (с определением направления)

Максимальная токовая защита используется в качестве резервной при защите объекта от КЗ. Она также обеспечивает резервную защиту при нисходящих повреждениях в сети, которые не могут быть быстро устранены из-за опасности повреждения защищаемого объекта.

Устройство 7UM62 дает возможность выбирать, где располагать функцию МТЗ - на входах трансформаторов на стороне 1 или 2. Этот выбор осуществляют в процессе конфигурирования (см. Раздел 2.4).

Для гарантии того, что защита всегда сработает, даже при внутренних повреждениях, устройство защиты - для генераторов - обычно подключается к группе трансформаторов тока, подключенных к нулевому проводу машины. Если осуществляется защита не отдельной энергосистемы, то ступень I>> может работать совместно с процедурой определения направления КЗ и отключать КЗ на генераторе без выдержки времени; принцип селективности при этом нарушаться не будет.

Токи сначала проходят цифровую фильтрацию, поэтому для измерений уже используются токи только основной частоты. Это делает процесс измерения нечувствительным к переходным состояниям в точке возникновения КЗ и к асимметричным токам КЗ (их постоянной составляющей).

### 2.9.1 Описание функции

#### Ступень I>>

Каждый фазный ток на стороне 1 или 2 (в зависимости от конфигурации) индивидуально сравнивается с общим значением уставки срабатывания  $T_{I>>}$ , и в случае превышения этого значения передается специальный сигнал. Этот сигнал отключения передается в логический блок устройства сразу по истечении соответствующего времени задержки  $T_{I>>}$ . Значение возврата реле на  $\pm 95\%$  ниже величины срабатывания.

#### Определение направления повреждения

Если эта функция защиты была назначена на входные трансформаторы стороны 1, ступень I>> оборудуется отключаемым элементом определения направления КЗ, который осуществляет разрешение отключения только обратноподанных КЗ (т.е. в сторону машины).

По этой причине эта ступень используется только в тех случаях, когда на нейтрали генератора нет трансформаторов тока и при повреждениях на генераторе тем не менее необходимо отключение без выдержки времени.

Определение направления тока, представленное на рис.2-11 относится к случаям расположения трансформатора тока на стороне 1. Если используется трансформатор тока на стороне 2, для определения направления тока нужно ввести **В прям напр.**

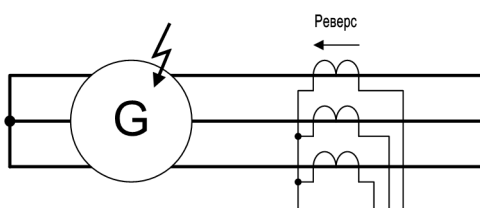


Рисунок 2-11 Осуществление принципа селективности с помощью определения направления КЗ

Направление определяется пофазно на основе направления поперечно-поляризованного напряжения. Линейное напряжение, обычно перпендикулярное вектору тока КЗ, используется в качестве неповрежденного напряжения (рис. 2-12). При расчетах вектора направления при вращении поля в направлении часовой стрелки это учитывается как поворот на  $+90^\circ$ , при вращении поля против часовой стрелки - как поворот на  $-90^\circ$ . В случае междуфазных КЗ положение прямой направления может меняться из-за лавины напряжения КЗ.

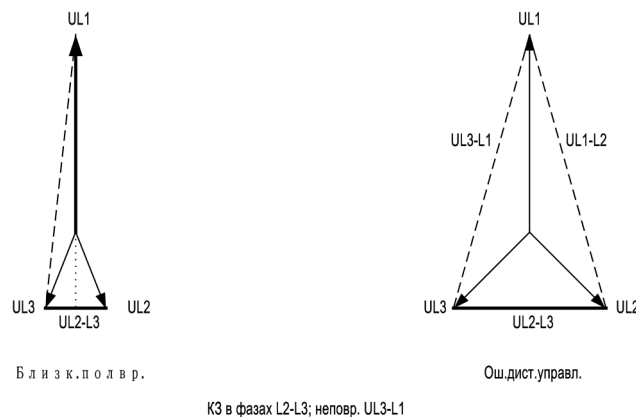


Рисунок 2-12 Использование поперечно-поляризованных напряжений при определении направления повреждения

Для определения направления используется фаза с самым высоким напряжением. При одинаковых значениях тока выбирают фазу с наименьшим номером ( $I_{L1}$  перед  $I_{L2}$  перед  $I_{L3}$ ). В таблице ниже дано соответствие различных измеряемых величин различным типам КЗ.

Таблица 2-3 Соответствие измеряемых величин при определении направления повреждения

Пуск	Выбранное значение тока	Соответствующее напряжение
L1	$I_{L1}$	$U_{L2} - U_{L3}$
L2	$I_{L2}$	$U_{L3} - U_{L1}$
L3	$I_{L3}$	$U_{L1} - U_{L2}$
L1, L2 при $I_{L1} > I_{L2}$	$I_{L1}$	$U_{L2} - U_{L3}$
L1, L2 при $I_{L1} = I_{L2}$	$I_{L1}$	$U_{L2} - U_{L3}$
L1, L2 при $I_{L1} < I_{L2}$	$I_{L2}$	$U_{L3} - U_{L1}$
L2, L3 при $I_{L2} > I_{L3}$	$I_{L2}$	$U_{L3} - U_{L1}$
L2, L3 при $I_{L2} = I_{L3}$	$I_{L2}$	$U_{L3} - U_{L1}$
L2, L3 при $I_{L2} < I_{L3}$	$I_{L3}$	$U_{L1} - U_{L2}$
L3, L1 при $I_{L3} > I_{L1}$	$I_{L3}$	$U_{L1} - U_{L2}$
L3, L1 при $I_{L3} = I_{L1}$	$I_{L1}$	$U_{L2} - U_{L3}$
L3, L1 при $I_{L3} < I_{L1}$	$I_{L1}$	$U_{L2} - U_{L3}$
L1, L2, L3 при $I_{L1} > (I_{L2}, I_{L3})$	$I_{L1}$	$U_{L2} - U_{L3}$
L1, L2, L3 при $I_{L2} > (I_{L1}, I_{L3})$	$I_{L2}$	$U_{L3} - U_{L1}$

Если междуфазное напряжение, используемое для определения направления КЗ, ниже минимального значения (прибл. 7 В), напряжение берется из памяти. Это напряжение дает возможность точного определения направления в случае лавинообразного напряжения КЗ (если КЗ возникает близко к контактам генератора). После истечения времени хранения (2 цикла) рассчитанное направление хранится в памяти до тех пор, пока не появится

необходимое измеренное напряжение. Если КЗ уже существует при пуске генератора (или подключенного двигателя или трансформатора), в памяти не будет находиться никакого напряжения, и определение направления будет невозможно, будет выдан сигнал отключения.

Процедура определения направления может быть выведена через дискретный вход.

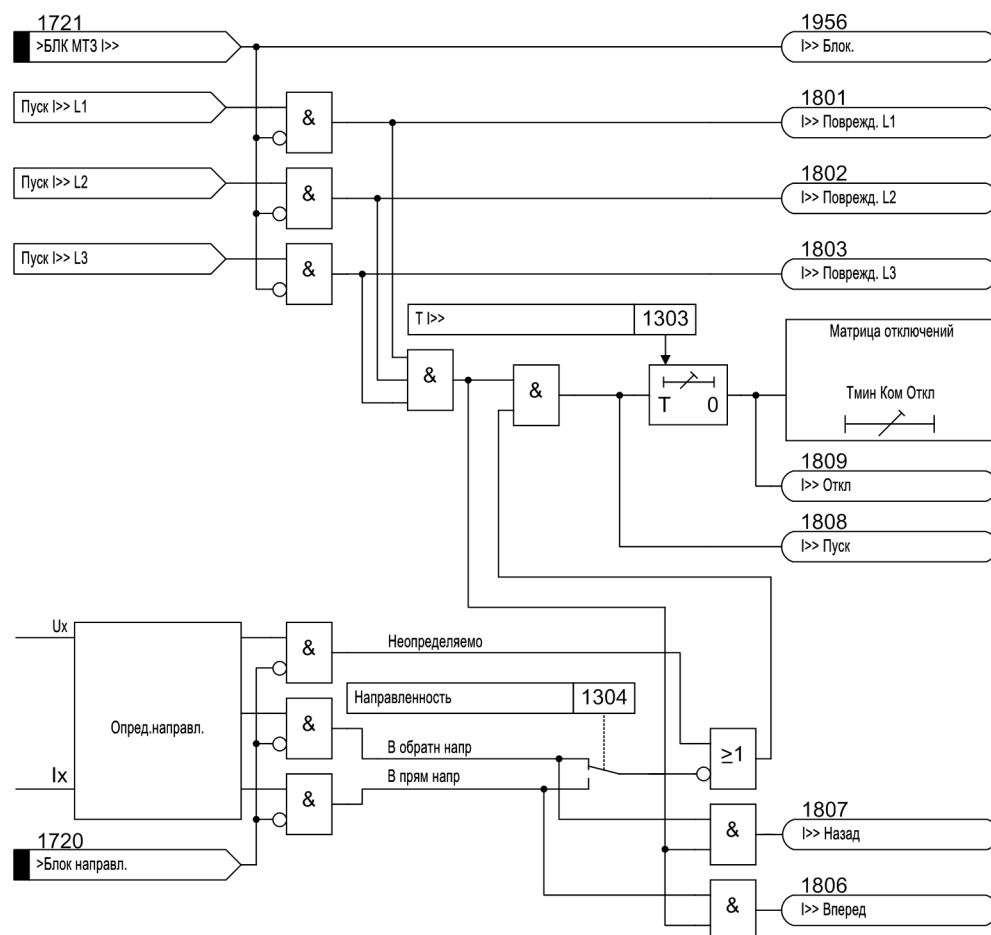


Рисунок 2-13 Логическая схема ступени I>> с функцией определения направления

## 2.9.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Степень максимального тока I>> МТЗ будет работать только в том случае, если это было задано в процессе конфигурирования устройства на стороне 1 или 2, т.е. по адресу **113 МТЗ I>>** было введено **Ненаправл Стор1, Ненапр Стр2, НаправлСтр1** или **Направл Стр2**. Если в работе функции нет необходимости, здесь устанавливают **Выведено**.

При использовании функции определения направления убедитесь, что группы трансформаторов тока и напряжения согласованы.

### Степень максимального тока I>>

Адрес **1301 МТЗ I>>** служит для ввода и вывода независимой степени МТЗ I>> для фазных токов (**ВКЛ** и **ОТКЛ**), а также для блокировки команды отключения (**РелеБлокировано**). Степень максимального тока I>> (параметр **1302** и соответствующая выдержка времени **T I>>**, адрес **1303**) используются для выравнивания токов по большому полному сопротивлению, существующему, например, в трансформаторах, двигателях и генераторах. Это необходимо для достижения гарантированного срабатывания защиты при КЗ с величиной сопротивления до значения этого полного сопротивления.

### Трансформатор тока на нейтрали (без определения направления)

Пример: Блочное соединение генератор-трансформатор

Номинальная полная мощность - генератор	$S_{Н\text{ ген}}$	= 5,27 МВА
Номинальное напряжение - генератор	$U_{Н\text{ ген}}$	= 6,3 кВ
Переходное реактивное сопротивление по продольной оси	$x'_d$	= 29%
Переходное синхронное сгенерированное напряжение (явнополюсный генератор)	$U'_p$	= 1,2 · $U_{N\text{ маш.}}$
Номинальная полная мощность - трансформатор	$S_{Н\text{ транс}}$	= 5,3 МВА
Номинальное напряжение на стороне генератора	$U_{Н\text{ ТТ перв}}$	= 6,3 кВ
Напряжение КЗ	$u_k$	= 7%
Трансформатор тока	$I_{Н\text{ перв}}$	= 500 А
	$I_{Н\text{ втор}}$	= 1 А

а) Расчет КЗ

Трехфазное КЗ

$$I_{\text{симм.ток 3ф}} \approx \frac{U'_p / (\sqrt{3})}{\frac{x'_d}{100\%} \cdot \frac{U_{\text{ном ген}}^2}{S_{\text{ном ген}}} + 0,5 \cdot \frac{u_{\text{симм.тока}}}{100\%} \cdot \frac{U_{\text{ном ТН перв}}^2}{S_{\text{ном ген}}}} \approx \frac{1,2 \cdot 6,3 \text{ кВ} / (\sqrt{3})}{2,18 \text{ Ом} + 0,26 \text{ Ом}} \approx 1789 \text{ А}$$

б) Уставка:

Значение уставки получается путем конвертации на вторичной стороне. С целью исключить нежелательное действие, вызванное перенапряжениями или переходными процессами, рекомендуется ввести дополнительный коэффициент отстройки 1,2 - 1,3.

$$I_{>>} = 1,2 \cdot \frac{I_{\text{симм.ток 3ф}}}{I_{\text{ном ТТ перв}}} \cdot I_{\text{ном втор}} = 1,2 \cdot \frac{1789 \text{ А}}{500 \text{ А}} \cdot 1 \text{ А} = 4,3 \text{ А}$$

В качестве выдержки времени отключения рекомендуется задавать  $T_{I>>} = 0,1$  (с целью получить более предпочтительное отключение от дифференциальной защиты).

### Трансформатор тока на выходной стороне (с определением направления)

Если по адресу **113 МТЗ I>>** была задана направленная ступень, становятся доступными адреса **1304 Направленность** и **1305 Угол Линии**. Угол наклона прямой направления (см. рис.2-14), представляющей собой линию, разделяющую зоны отключения и блокировки, может быть согласован с условиями сети с помощью параметра **Угол Линии**. Для этого устанавливается угол наклона сети. Прямая направления перпендикулярна установленному углу направления. Вместе с параметром **1304 Направленность = В прям напр** или **В обратн напр** этот параметр полностью охватывает уровень полного сопротивления. Это будет **обратное** направление, при условии что защитное реле было подключено согласно рис.2-11. Между областями прямого и обратного направлений имеется небольшая зона, где по причине наличия углов смещения трансформаторов, однозначное определение направления повреждения невозможно. В этой зоне отключение в заранее заданном при конфигурировании предпочтительном направлении невозможно.

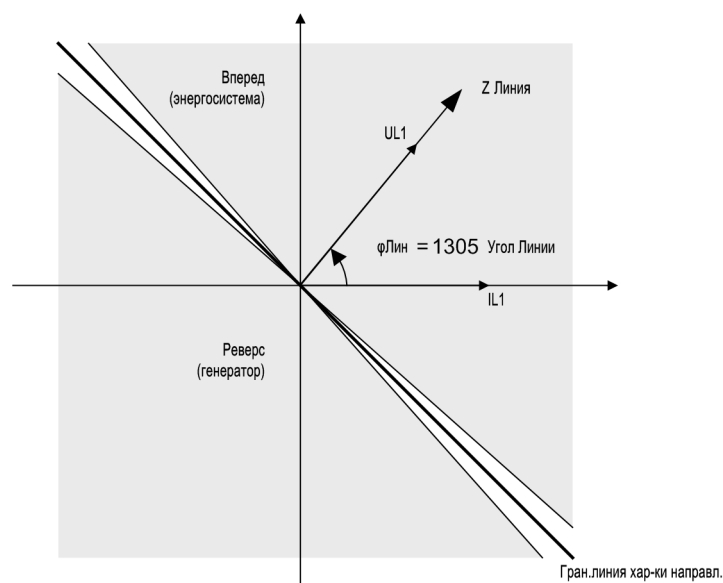


Рисунок 2-14 Определение параметров 1304 и 1305

Значение уставки угла прямой направления получается из угла КЗ питающей сети. Как правило, он будет более  $60^\circ$ . Текущее значение срабатывания защиты получают из расчета тока КЗ. Реальные рабочие значения пуска равны примерно  $(от 1,5 до 2) \cdot I_{Н \text{ ген}}$ . Время выдержки отключения ( $T_{I>>}$  от 0.05 до 0.1 с) необходимо для гарантированного исключения влияния переходных процессов.



Корректирующее значение можно определить при пусконаладке (см. Раздел Монтаж и ввод в эксплуатацию "Тестирование сети").

### Пример применения: Защита двигателя

Для двигателей, у которых нет отдельных трансформаторов тока на нейтрали, на следующем рисунке приведен пример использования ступени I>> в качестве "дифференциальной защиты". Конфигурация функции защиты зависит от трансформаторов. Так как эта схема, вероятнее всего, будет использоваться для замен в существующей системе, уставки этой системы должны быть выбраны согласно этому примеру.

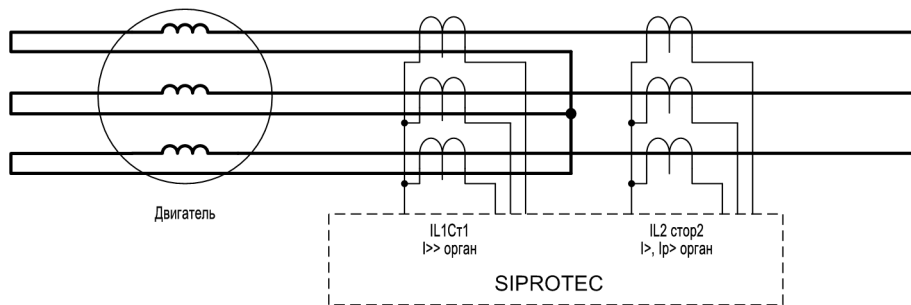


Рисунок 2-15 Пример использования ступени I>> в качестве "дифференциальной защиты"

### 2.9.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1301	МТЗ I>>		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	МТЗ I>>
1302	I>>	1А	0.05 .. 20.00 А	4.30 А	Уставка по току ступени МТЗ I>>
		5А	0.25 .. 100.00 А	21.50 А	
1303	Т I>>		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выдержка времени ступени МТЗ I>>
1304	Направленность		В прям напр В обратн напр	В обратн напр	Направленность МТЗ ф:
1305	Угол Линии		-90 .. 90 °	60 °	Угол линии

#### 2.9.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
1720	>Блок направл.	SP	>Блокир.направленность ступени I>>
1721	>БЛК МТЗ I>>	SP	>Блокировать ступень МТЗ I>>
1801	I>> Поврежд. L1	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ I>> в фазе L1
1802	I>> Поврежд. L2	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ I>> в фазе L2
1803	I>> Поврежд. L3	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ I>> в фазе L3
1806	I>> Вперед	OUT	Направленность "вперед" для ступ.МТЗ I>>
1807	I>> Назад	OUT	Направленность "назад" для ступ.МТЗ I>>
1808	I>> Пуск	OUT	Пуск ступени МТЗ I>>
1809	I>> Откл	OUT	Отключение от ступени МТЗ I>>
1955	I>> Вывед	OUT	Ступень МТЗ I>> выведена
1956	I>> Блок.	OUT	Ступень МТЗ I>> блокирована
1957	I>> Введ	OUT	Ступень МТЗ I>> введена

## 2.10 МТЗ с ИВВ

МТЗ с ИВВ представляет собой защиту от КЗ для небольших или низковольтных машин. Для больших машин она используется в качестве резервной защиты от КЗ (дифференциальной защиты и/или дистанционной защиты). Она обеспечивает резервную защиту при повреждениях в сети, которые не могут быть быстро устранены из-за опасности повреждения защищаемого объекта.

Устройство 7UM62 дает возможность выбирать, где располагать функцию зависимой МТЗ - на входах трансформаторов стороны 1 или 2. Этот выбор осуществляют в процессе конфигурирования (см. Раздел 2.4).

Поскольку напряжение возбуждения генераторов снимается с их контактов, в случае возникновения смежных повреждений (например, в области расположения генератора или блочного трансформатора) их токи КЗ убывают очень быстро по причине отсутствия напряжения возбуждения. В течение нескольких секунд значение тока КЗ падает ниже значения срабатывания МТЗ. Во избежание возврата реле дополнительно контролируется компонент прямой последовательности, который может влиять на процесс обнаружения максимального тока двумя способами. Влияние пониженного напряжения может быть исключено.

Функция защиты работает, в зависимости от варианта заказанного устройства, на основе обратозависимых характеристик с отключением по току согласно стандартам МЭК или ANSI. Графики характеристик и соответствующие им формулы приведены в разделе "Технические данные". Если в процессе конфигурирования была задана одна из зависимых характеристик (МЭК или ANSI), в работу могут быть дополнительно введены независимые ступени  $I_{>>}$  и  $I_{>}$  (см. Раздел 2.8).

### 2.10.1 Описание функции

#### Пуск и отключение

Каждый фазный ток отдельно сравнивается со значением общей уставки  $I_p$ . Если ток в 1.1 раза превышает заданное значение, ступень срабатывает и выдается пофазный сигнал о срабатывании. Для пуска используется среднеквадратическое значение 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 команда отключения.

#### Возврат

Возврат сработавшей ступени осуществляется сразу, как только величина упадет ниже приблизительно 95% от значения пуска (т.е. 0.95 от 1,1 = 1,045 от значения уставки). Таймер будет запущен снова - для следующих срабатываний.

**Пуск по напряжению**

МТЗ с обратной зависимой характеристикой снабжена функцией определения пониженного напряжения, которая, в свою очередь, может быть отключена. Эта функция может оказывать влияние на процесс определения максимального тока следующими способами:

- **С контролем напряжения:** если напряжение падает ниже устанавливаемого значения, вводится ступень МТЗ с более низким значением пуска.
- **С торможением напряжения:** пороговое значение пуска защиты зависит от уровня напряжения; пониженное значение напряжения уменьшает и значение тока срабатывания защиты (см. рис.2-16). Линейная прямо пропорциональная зависимость реализуется в области между  $U / U_H = 1.00$  и  $0.25$ . Соответственно, Применимо следующее:

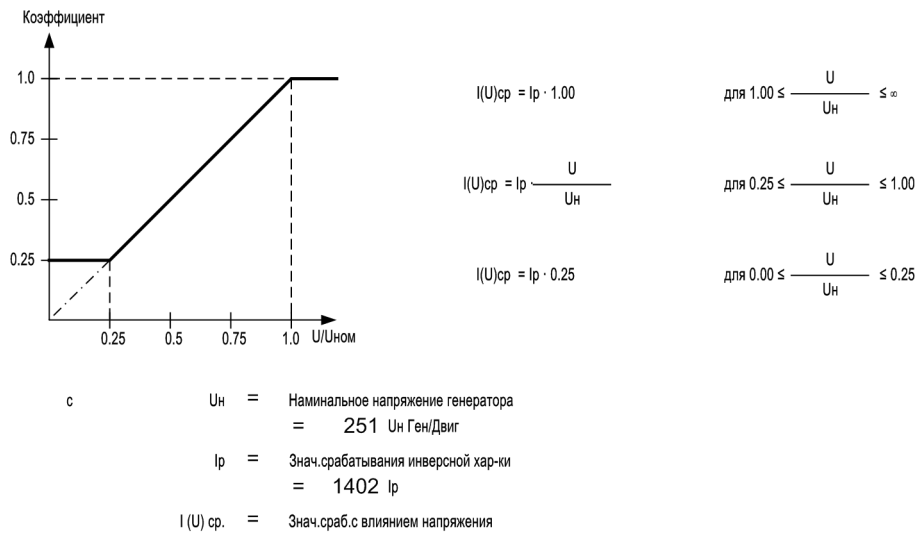


Рисунок 2-16 Зависимость значения пуска от значения напряжения

Опорная величина  $I_p$  уменьшается пропорционально уменьшению напряжения. Соответственно, для постоянного значения тока  $I$  коэффициент  $I/I_p$  увеличивается, а выдержка времени отключения уменьшается. В сравнении со стандартной характеристикой, приведенной в главе "Технические данные", характеристика отключения сдвигается влево в зависимости от уменьшения напряжения.

Переход на более низкое значение пуска или уменьшение порога срабатывания осуществляется пофазно. В таблице ниже приведены соответствия напряжений фазам тока. Поскольку защита генератора интегрирована в карту селективности сети, необходимо учитывать преобразование напряжения блочным трансформатором. Поэтому, в принципе, нужно различать варианты блочного соединения генератор-трансформатор и соединения генератора со сборными шинами, о чем устройству сообщается через параметр **272 Схема**. Поскольку в любом случае функционирование защиты основано на междуфазных напряжениях, ошибочные измерения во время повреждения исключены.

Таблица 2-4 Соответствие управляющих напряжений аварийным токам

Ток	Напряжение	
	Соединение с шинами	Блочное соединение
$I_{L1}$	$U_{L1} - U_{L2}$	$((U_{L1} - U_{L2}) - (U_{L3} - U_{L1})) / \sqrt{3}$
$I_{L2}$	$U_{L2} - U_{L3}$	$((U_{L2} - U_{L3}) - (U_{L1} - U_{L2})) / \sqrt{3}$
$I_{L3}$	$U_{L3} - U_{L1}$	$((U_{L3} - U_{L1}) - (U_{L2} - U_{L3})) / \sqrt{3}$

С целью избежать излишнего срабатывания во время повреждения трансформатора напряжения, вводится блокировка функции через дискретные входы, управляемая автоматом трансформатора напряжения, а также от функции блокировки при неисправности цепей напряжения (БНН, см. Раздел 2.42.1).

На следующем рисунке показана логическая схема МТЗ с инверсной выдержкой времени без контроля понижения напряжения (пуска по напряжению), на рисунках 2-18 и 2-19 представлены логические диаграммы работы функции с учетом влияния напряжения.

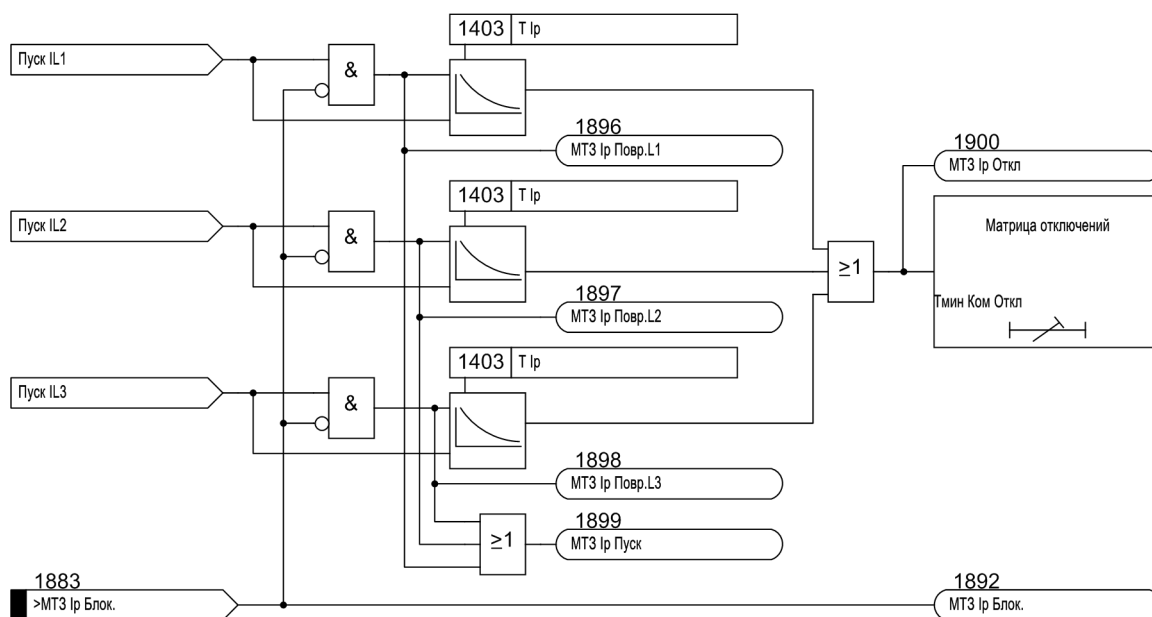


Рисунок 2-17 Логическая схема работы МТЗ с обратозависимой характеристикой без учета понижения напряжения

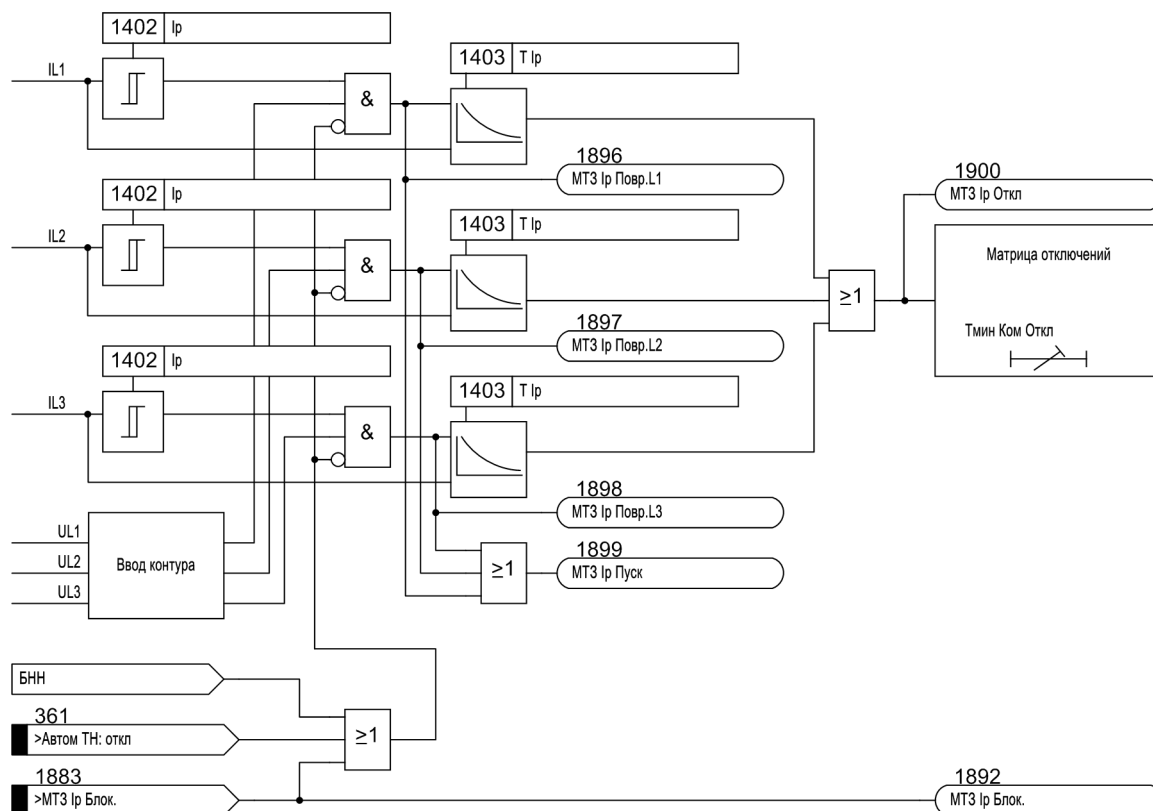


Рисунок 2-18 Логическая схема работы МТЗ с обратнозависимой характеристикой с контролем напряжения

Переход на более низкое значение тока срабатывания защиты при уменьшении напряжения происходит пофазно в соответствии с таблицей 2-4.

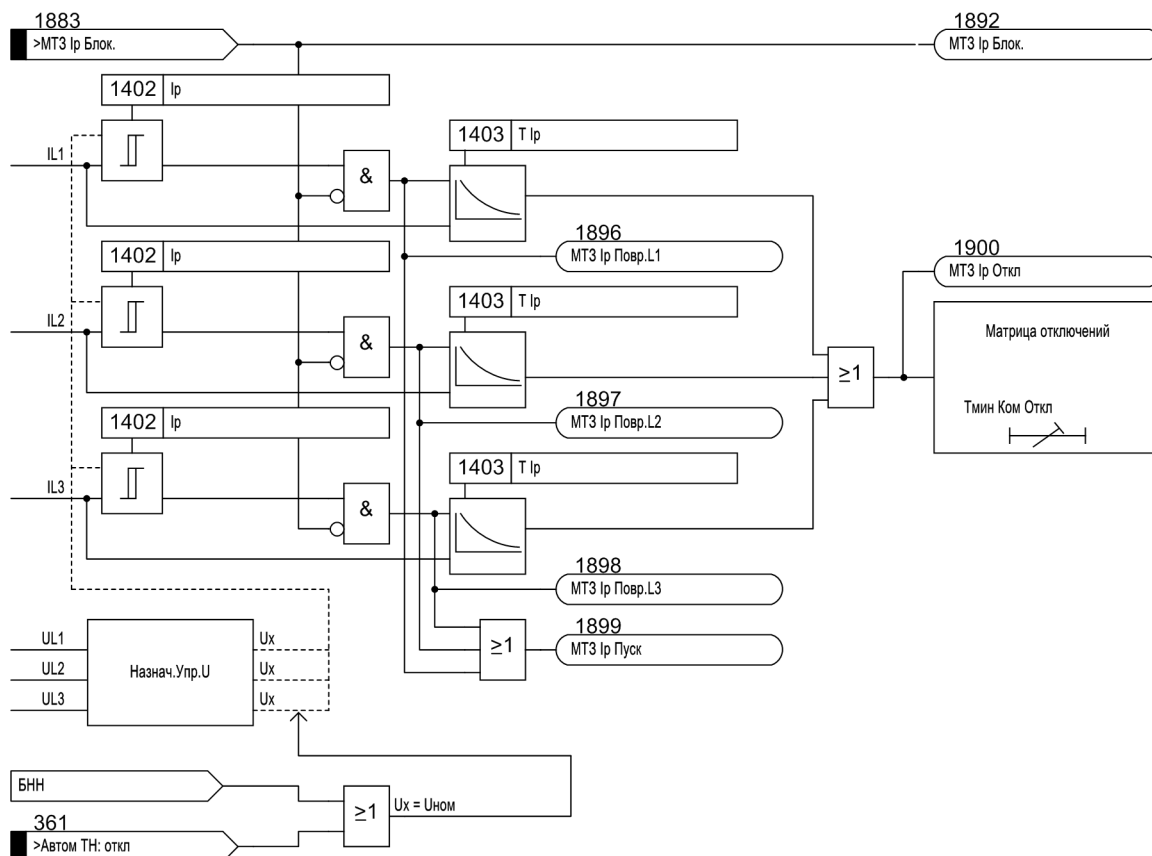


Рисунок 2-19 Логическая схема работы МТЗ с обратнозависимой характеристикой с торможением напряжения

Уменьшение значения порогового значения тока срабатывания защиты в случае уменьшения напряжения (задание управляющего напряжения) происходит пофазно в соответствии с таблицей 2-4.

## 2.10.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

МТЗ с обратнозависимой характеристикой будет работать только в том случае, если в процессе конфигурирования она была ранжирована на входных трансформаторах тока со стороны 1 или 2 (см. Раздел 2.4), т.е. по адресу **114 МТЗ Ip** было задано **МЭК хар-ка Стр1**, **ANSI хар-ка Стр1**, **МЭК хар-ка Стр2** или **ANSI хар-ка Стр2**. Если функция не нужна, то необходимо задать **Выведено**.

### Степень максимального тока Ip

Адрес **1401 МТЗ Ip** служит для включения (**ВКЛ**), выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**Реле Блокировано**). В этом случае необходимо учитывать, что для обратнозависимой МТЗ коэффициент отстройки, приблизительно равный 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.

Уставка по току пуска вводится по адресу **1402 Ip**. В первую очередь для выбора уставки имеет значение 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 времени для конфигурирования характеристик МЭК (адрес **114 МТЗ Ip = IEC Page n**) находится по адресу **1403 T Ip**. По адресу **1405 Характер МЭК** можно выбрать 3 МЭК характеристики.

Множитель времени для конфигурирования характеристик ANSI (адрес **114 МТЗ Ip = ANSI Page**) находится по адресу **1404 TD Ip**; параметр **1406 Характер ANSI** дает возможность выбора 5 характеристик ANSI.

Множители времени необходимо координировать с картой селективности сети.

Множители времени можно задать также равными  $\infty$ . В этом случае сообщение о пуске защиты выдаваться будет, однако после пуска ступень не будет выдавать команду отключения. Если ступень Ip не требуется, при конфигурировании функций защиты (см. Раздел 2.4), по адресу **114 МТЗ Ip** вводится значение **Выведено** или эта функция отключается по адресу **1401 МТЗ Ip = ОТКЛ**.

Адрес **1408** служит для предварительного определения значения пуска **U<** функции отключения при понижении напряжения ступени Ip обратнозависимой МТЗ с контролем напряжения / AMZ (параметр **1407 ВлияниеНапряж = КонтрНапряжение**). Этот параметр устанавливается чуть ниже минимально допустимого при работе междуфазного напряжения, например, от 75 до 80 В. В этом случае применимы те же правила, что и для удерживания пуска по напряжению при работе независимой МТЗ (см. также Подраздел 2.8.2).

Если по адресу **1407 ВлияниеНапряж** введено **без** или **ЗависНапряж**, параметр **1408** не участвует в работе.

### 2.10.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1401	МТЗ Ip		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	МТЗ Ip
1402	Ip	1А	0.10 .. 4.00 А	1.00 А	Уставка по току ступени МТЗ Ip
		5А	0.50 .. 20.00 А	5.00 А	
1403	T Ip		0.05 .. 3.20 сек; $\infty$	0.50 сек	Выдержка времени ступени МТЗ Ip
1404	TD Ip		0.50 .. 15.00 ; $\infty$	5.00	Коефф. времени TD ст. Ip
1405	Характер МЭК		Нормал.-инверсн Сильно-инверсн. Предел.-инверсн.	Нормал.-инверсн	Характеристические кривые МЭК (МЭК)
1406	Характер ANSI		Сильно-инверсн. Инверсная Умерен.-инверсн Предел.-инверсн. Равн.-инверсн.	Сильно-инверсн.	Характеристические кривые ANSI



Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1407	ВлияниеНапряж		без КонтрНапряжение ЗависНапряж	без	Влияние напряжения на НВВ МТЗ
1408	U<		10.0 .. 125.0 В	75.0 В	Уставка U< для разрешения действия Ip

#### 2.10.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
1883	>МТЗ Ip Блок.	SP	>Блокировать ступень МТЗ с ИВВ
1891	МТЗ Ip Вывед	OUT	Ступень МТЗ Ip выведена
1892	МТЗ Ip Блок.	OUT	Ступень МТЗ Ip блокирована
1893	МТЗ Ip Введ	OUT	Ступень МТЗ Ip введена
1896	МТЗ Ip Повр.L1	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ Ip в фазе L1
1897	МТЗ Ip Повр.L2	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ Ip в фазе L2
1898	МТЗ Ip Повр.L3	OUT	Обнар.повр.ступ.МТЗ Ip в фазе L3
1899	МТЗ Ip Пуск	OUT	Пуск ступени МТЗ Ip
1900	МТЗ Ip Откл	OUT	Отключение от ступени МТЗ Ip

## 2.11 Защ. от термической перегрузки

Функция защиты от термической перегрузки защищает обмотки статора защищаемой машины.

### 2.11.1 Описание функции

#### Температурная кривая

Устройство рассчитывает температуру перегрева в соответствии с однокорпусной тепловой моделью, которая описывается следующим уравнением:

$$\frac{d\Theta}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot \Theta = \frac{1}{\tau} \cdot I^2 + \frac{1}{\tau} \cdot \Theta_K$$

где

- $\Theta$  Действующая рабочая температура в процентах к рабочей температуре, соответствующей максимальному разрешенному рабочему току  $k \cdot I_N$
- $\Theta_K$  Температура охладителя или температура окружающей среды в виде разницы с опорной температурой 40 °C
- $\tau$  Температурная временная постоянная защищаемого оборудования
- $I$  Рабочий ток, выраженный в процентах к максимально разрешенному рабочему току  $I_{\text{макс}} = k \cdot I_N$

Таким образом, функция защиты моделирует температурную кривую защищаемого оборудования (защита от перегрузки с возможностью запоминания). Учитываются и хронология перегрузки, и тепловые потери в окружающую среду.

В установившемся режиме работы решением этого уравнения является е-функция, асимптота которой показывает конечную температуру  $\Theta_{\text{кон}}$ . По достижении введенного вначале температурного порога выдается аварийное сообщение, например, о необходимости снижения нагрузки. По достижении второго порогового значения температуры, т.е. температуры окончательного перегрева = температуре отключения, защищаемый объект отключается от сети. Защиту от перегрузки, однако, также можно задать как **Только Сигнал**. В этом случае при достижении температуры окончательного перегрева будут выдаваться только сообщения.

Температура перегрева рассчитывается на основе наибольшего из трех фазных токов. Поскольку расчет основан на среднеквадратических значениях тока, гармоники, влияющие на рост температуры обмоток статора, также учитываются.

Максимальный длительно допустимый ток термической перегрузки  $I_{\text{макс}}$  рассматривается кратным номинальному току  $I_N$  защищаемого объекта:

$$I_{\text{макс}} = k \cdot I_N$$

Дополнительно к коэффициенту  $k$  (параметр **Коэффициент К**), можно задать **Пост Времени**  $\tau$  и значение аварийной температуры **Сигн Терм Ступ** (в процентах по отношению к температуре отключения  $\Theta_{\text{откл}}$ ).

Функция защиты от термической перегрузки также снабжена процедурой выдачи сигнала перегрева по току (**Исигн**) в дополнение к температурной ступени. Элемент сигнализации по току может предварительно сообщать о наличии тока перегрева (при превышении значения  $I_{\text{макс}}$ ), даже в том случае, если расчетная рабочая температура еще не достигла уровней выдачи аварийного сообщения или сигнала отключения.

### Температура охладителя (температура окружающей среды)

В устройстве 7UM62 логика расчета тепловой модели учитывает величину температуры окружающей среды. В зависимости от конфигурации, эта температура может быть температурой охладителя, температурой окружающей среды или в случае газовых турбин, температурой охлаждающего газа.

Значение рассматриваемой температуры может быть введено в устройство одним из следующих способов:

- через измерительный преобразователь (TD2)
- через интерфейс Profibus DP / Modbus
- через блок определения температуры (термоблок RTD 1)

Внешний температурный датчик измеряет, например, температуру охладителя и переводит ее в температурозависимые ток или напряжение. Это значение может поступать в устройство 7UM62 через интегрированный **измерительный преобразователь TD 2**. При использовании сигнала в диапазоне 4-20 мА цепи измерения температуры на входе могут также контролироваться на сбой. Если измеренное значение тока на внешнем преобразователе падает ниже 2 мА, реле выдает сигнал о неисправности с одновременным переключением на функциональную температуру охладителя 40 °С (предполагаемое значение температуры; принимается, если наличия охлаждающей температуры выявлено не было).

Температура окружающей среды или температура охладителя может также быть определена внешним температурным датчиком, и уже в цифровом виде передана в устройство 7UM62 через интерфейс **Profibus-DP / Modbus**.

Если процедура контроля температуры реализована с помощью термоблоков (см. Раздел 2.46), вход RTD1 можно использовать для получения температурных значений функцией защиты от термической перегрузки.

При определении температуры охладителя с помощью одного из трех описанных методов максимально разрешенный ток  $I_{\text{макс}}$  зависит от значения температуры охладителя. Если температура охладителя или температура окружающей среды ниже, машина может выдерживать более высокий ток, нежели при более высокой температуре.

### Ограничение тока

Для того, чтобы защита от термической перегрузки при возникновении высоких токов КЗ (с небольшими временными константами) не инициировала быстрых отключений, которые, тем не менее, влияют на карту селективности по времени защиты от КЗ, существует возможность ввести ограничение тока при работе функции защиты от термической перегрузки. Токи, превышающие введенное по адресу **1615 Iмакс ТеплМод** значение, ограничиваются до этого значения. По этой причине они более не снижают время отключения в памяти тепловых состояний.

### Временная постоянная простоя

Приведенное выше дифференциальное уравнение предполагает постоянное охлаждение, которое отражается временной постоянной  $\tau = R_{\text{th}} \cdot C_{\text{th}}$  (термостойкость и теплоемкость). В случае самоохлаждаемой машины, однако, значение тепловой временной постоянной в состоянии простоя значительно отличается от значения этой постоянной при постоянной работе машины, поскольку при этом осуществляется вентиляция, тогда как при простое имеется только естественное охлаждение.

Следовательно, в таких случаях должны рассматриваться две постоянные времени.

В этом случае, распознавание состояния простоя машины происходит при падении величины тока ниже порогового значения **Имин ВЫКЛ: Вкл** (см. пункт "Контроль тока" в подразделе 2.5).

## Блокировка

Память тепловых состояний может быть обнулена через дискретный вход („>**СбрПамТепМод** Θ“). Значение индуцированной высоким током избыточной температуры сбрасывается в ноль. То же самое может быть достигнуто вводом блокировки („>**ТермЗащ Блок**“); в этом случае защита от термической перегрузки полностью блокируется, включая ступень сигнализации по току.

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**“). Поскольку температурная кривая может выйти за пределы температуры отключения после пуска и обнуления дискретных входов, функция защиты снабжена программируемым временным интервалом (**Тавар**), который запускается при обнулении дискретных входов и продолжает подавление сигнала 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 также не влияет на процедуру протоколирования условий повреждения и не обнуляет температурную кривую.

## Режим работы при сбое напряжения питания

Для функции защиты от термической перегрузки, как и для других тепловых функций устройства 7UM62, в разделе Power System Data 1 (Данные энергосистемы 1) (параметр **274 АТЕХ100**, см. Раздел 2.5) существует возможность выбрать - хранить ли расчетную температуру перегрева при сбое напряжения питания, или обнулять ее. Последнее является уставкой по умолчанию.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от термической перегрузки.

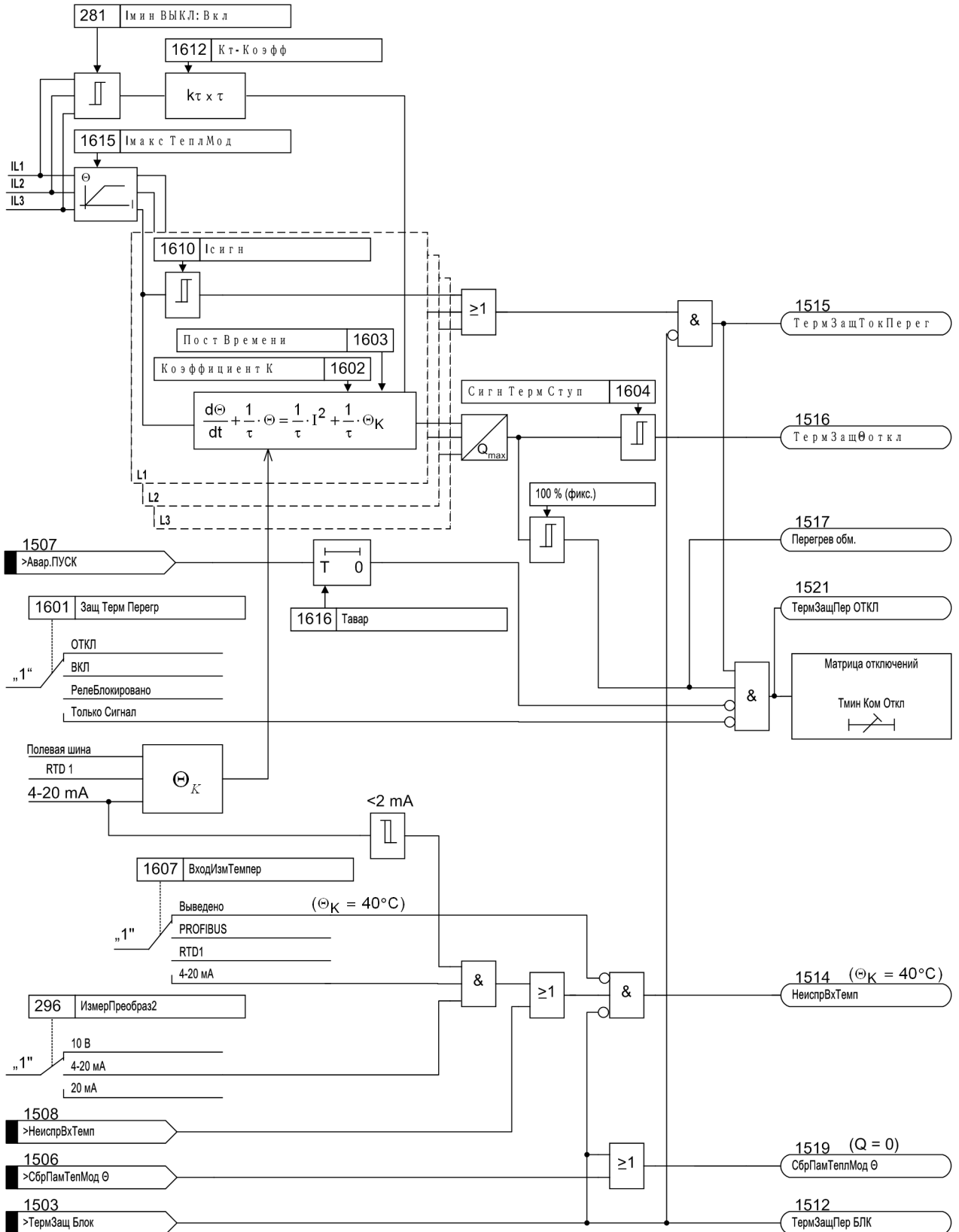


Рисунок 2-20 Логическая схема работы функции защиты от термической перегрузки

## 2.11.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от термической перегрузки будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **116 ТермЗащПерегруз** было введено значение **Введено**. Если функция не нужна, то необходимо задать **Выведено**.

Трансформаторы и генераторы подвержены повреждениям при перегревах, которые не могут и не должны распознаваться функцией защиты от КЗ. Функция МТЗ должна быть установлена на значение, достаточное только для распознавания повреждений, поскольку защита от КЗ предполагает только короткие выдержки времени. Короткие выдержки времени, однако, не дают возможности принять меры по разгрузке температурно перегруженного оборудования.

Устройство защиты 7UM62, содержащее функцию защиты от термической перегрузки с термической характеристикой отключения, способно адаптироваться к способности защищаемого оборудования выдерживать термические перегрузки.

По адресу **1601 Защ Терм Перегр** защиту от термической перегрузки можно включить (**ВКЛ**) или отключить (**ОТКЛ**), можно ввести блокировку команды отключения (**РелеБлокировано**) или ввести для функции режим **Только Сигнал**. В последнем случае при возникновении перегрева протоколирования повреждения вестись не будет. Если функция защиты от термической перегрузки включена (**ВКЛ**), отключение возможно.

### Коэффициент К

Уставки функции защиты от термической перегрузки даны в относительных единицах. Номинальный ток  $I_{N \text{ маш}}$  защищаемого объекта (генератора, двигателя, трансформатора) обычно используется в качестве базового. Термически разрешенный непрерывный ток  $I_{\text{макс перв}}$  можно использовать для расчета коэффициента  $K_{\text{перв}}$ :

$$K_{\text{перв}} = \frac{I_{\text{макс перв}}}{I_{\text{ном маш}}}$$

Значение допустимого по температурным соображениям непрерывного тока для защищаемого оборудования можно взять из спецификаций производителя. Если такая информация недоступна, берется значение в 1,1 раза больше номинального тока.

Значение **Коэффициент К** для ввода в устройство 7UM62 (адрес **1602**) нормируется ко вторичному номинальному току (= току устройства). Для преобразования применимо следующее:

$$\text{Уставка Коэфф К:} = \frac{I_{\text{макс перв}}}{I_{\text{ном маш}}} \cdot \frac{I_{\text{ном маш}}}{I_{\text{ном ТТ перв}}}$$

где

$I_{\text{макс перв}}$  допустимый по термическим соображениям непрерывный первичный ток двигателя

$I_{N \text{ маш}}$  номинальный ток машины

$I_{N \text{ ТТ перв}}$  номинальный первичный ток ТТ

Пример: Имеются генератор и трансформатор тока со следующими характеристиками:

Разрешенный непрерывный ток  $I_{\text{макс перв}} = 1.15 \cdot I_{\text{N маш}}$

Номинальный ток генератора  $I_{\text{N маш}} = 483 \text{ A}$

Трансформатор тока 500 A / 1 A

Уставка Коэфф  $K \approx 1.15 \approx \frac{483 \text{ A}}{500 \text{ A}} \approx 1.11$

### Постоянная времени

Функция защиты от термической перегрузки отслеживает процесс перегрева машины с использованием теплового дифференциального уравнения, решением которого в установившемся режиме будет экспоненциальная функция. Уставка **Пост Времени**  $\tau$  (адрес **1603**) используется в расчетах для определения рабочей температуры.

Если характеристика перегрева защищаемого генератора определена заранее, пользователь должен выбрать такую характеристику срабатывания защиты, которая наиболее соответствует характеристике перегрева, хотя бы на небольших значениях перегрева.

Здесь также может указываться допустимое время включения питания, соответствующее конкретному значению перегрузки.

### Сигнальные ступени

Если задать параметры работающей на сигнал ступени **Сигн Терм Ступ** (адрес **1604**), предупреждающее сообщение может быть выдано до достижения температуры отключения, соответственно исключается отключение при быстром уменьшении нагрузки. Этот сигнальный уровень постоянно является уровнем возврата для сигнала отключения. Сигнал отключения может быть прерван только в том случае, если температура снова упадет ниже этого порогового значения.

Уровень температурной сигнализации дается в % к уровню отключения при температурном перегреве.

**Примечание:** При обычном значении **Коэффициент**  $K = 1.1$ , при применении номинального тока машины и адаптированного первичного тока трансформатора, окончательная температура отключения получается равной

$$\Theta / \Theta_{\text{Откл}} = \frac{1}{1.1^2} = 83 \%$$

температуры отключения. Соответственно, значение сигнальной ступени должно быть выбрано между температурой перегрева номинального тока (в данном случае 83%) и температурой отключения (100%).

В данном выше примере память тепловых состояний фиксирует следующее значение в случае применения номинального тока:

$$\Theta / \Theta_{\text{Откл}} = \frac{1}{1.15^2} = 76 \%$$

Существует также параметр **1610 Исигн** - уровень сигнализации по току. Этот уровень устанавливается во вторичных амперах и он должен быть равен или быть чуть меньше значению разрешенного непрерывного тока **Коэффициент**  $K \cdot I_{\text{N втор}}$ . Он может использоваться вместо ступени температурного предупреждения, для этого уровень температурного предупреждения нужно устанавливать на 100%, тогда эта ступень будет практически неактивна.

### Увеличение постоянной времени при простое машины

Постоянная времени, вводимая по адресу **1603** применима для работающей машины. При снижении оборотов или состоянии покоя машина может охлаждаться намного медленнее. Этот факт может быть учтен путем удлинения константы времени на **Кт- Коэфф** (адрес **1612**) в случае простоя машины. В этом случае распознавание состояния простоя машины происходит при падении величины тока ниже порогового значения **Имин ВЫКЛ: Вкл** (см. пункт "Контроль тока" в подразделе **Данные ЭС1**).

Если необходимости в разграничении постоянных нет, коэффициент увеличения **Кт- Коэфф** можно оставить равным 1.0 (значение по умолчанию).

### Ограничение тока

Параметр **1615 Имакс ТеплМод** определяет, до какого значения тока выдержка времени отключения рассчитывается по предыдущей формуле. Для характеристик срабатывания в Разделе "Технические данные" (подраздел "Защита от термической перегрузки") это предельное значение определяет переход к горизонтальной части характеристик, где больше не будет снижения времени выдержки отключения, несмотря на рост величин токов. Предельное значение должно гарантировать, что даже при наличии максимально возможного тока КЗ, времена выдержки отключения защиты от термической перегрузки превысят аналогичные выдержки для функций защиты от КЗ (дифференциальной защиты, дистанционной защиты, зависимой МТЗ). Как правило, бывает достаточно ограничения по вторичному току, равному приблизительно трем номинальным токам машины.

### Аварийный пуск

Дополнительная выдержка времени, вводимая по адресу **1616 Тавар**, должна быть достаточной, чтобы после аварийного пуска и последующего возврата дискретного входа „>Авар.ПУСК“, команда отключения была заблокирована до тех пор, пока тепловая модель снова станет ниже порогового значения возврата.

### Температура окружающей среды или температура охладителя

Указанные выше процедуры относятся к моделированию величины термальной перегрузки. Кроме того, защита электрических машин может также обрабатывать значения температуры окружающей среды и температуры охладителя. Эти значения передаются в устройство через измерительный преобразователь TD2 в виде постоянного тока, пропорционального температуре, с измерительного преобразователя с активным нулевым сигналом в диапазоне 4-20 мА, подключенного через термоблок, или в виде цифрового измеренного значения через интерфейс (например, Profibus DP). Адрес **1607 ВходИзмТемпер** служит для выбора процедуры ввода температуры. Если процедура определения температуры охладителя отсутствует, по адресу **1607** вводится **Выведено**. Для ввода единиц измерения вводимой температуры служат адреса **1608** (в °С) или **1609** (в °F) **ТемперМасштаб**. Введенная здесь температура соответствует 100% значения на интерфейсе Profibus DP/Modbus или полному значению (20 мА) на измерительном преобразователе. Для уставки по умолчанию эти 100% или 20 мА соответствуют 100 °С.

Если по адресу **1607 ВходИзмТемпер** введено значение **RTD1**, величины масштабирования по адресам **1608** или **1609** будут неактивны. Рабочее значение можно будет оставить таким, какое оно есть.

При использовании процедуры определения температуры окружающей среды пользователь должен знать, что **Коэффициент К** должен быть установлен относительно температуры окружающей среды = 40 °С, т.е. соответствовать максимально допустимому току при температуре 40 °С.



Поскольку все расчеты выполняются с нормированными значениями, температура окружающей среды также должна быть нормирована. В качестве нормирующей величины используется величина температуры при номинальном токе машины. Если величина номинального тока машины отличается от номинального тока трансформатора тока, температуру нужно конвертировать согласно следующей формуле. Эта адаптированная к номинальному току трансформатора температура хранится по адресам **1605** или **1606** **ПовышТемпПри\_Ин**. Значение этой уставки используется в качестве нормирующей величины при вводе температуры окружающей среды в устройство.

$$\Theta_{\text{НОМ ВТОР}} = \Theta_{\text{НОМ маш}} \cdot \left( \frac{I_{\text{НОМ перв}}}{I_{\text{НОМ маш}}} \right)^2$$

где

$\Theta_{\text{Н ВТОР}}$  температура машины при вторичном номинальном токе = уставке устройства 7UM62 (адреса **1605** или **1606**)

$\Theta_{\text{Н маш}}$  температура машины при номинальном токе машины

$I_{\text{Н перв}}$  первичный номинальный ток трансформатора тока

$I_{\text{Н маш}}$  номинальный ток машины

Если температурный вход не используется, по адресу **1607 ВходИзмТемпер** вводят значение **Выведено**. В этом случае уставки по адресам **1605** или **1606** и **1608** или **1609** не рассматриваются.

Если температурный вход используется, то при отклонении температуры охладителя от внутреннего опорного значения температуры 40 °С выдержка времени отключения изменяется. Для расчета выдержки времени отключения используют следующую формулу:

$$t = \tau \cdot \ln \frac{\left( \frac{I}{k \cdot I_{\text{НОМ}}} \right)^2 + \frac{\Theta_{\text{к}} - 40 \text{ °С}}{k^2 \cdot \Theta_{\text{НОМ}}} - \left( \frac{I_{\text{без нагр}}}{k \cdot I_{\text{НОМ}}} \right)^2}{\left( \frac{I}{k \cdot I_{\text{НОМ}}} \right)^2 + \frac{\Theta_{\text{к}} - 40 \text{ °С}}{k^2 \cdot \Theta_{\text{НОМ}}} - 1}$$

где

$\tau$  **Пост Времени** (адрес **1603**)

$k$  **Коэффициент К** (адрес **1602**)

$I_{\text{Н}}$  номинальный ток устройства

$I$  рабочий вторичный ток

$I_{\text{без нагр}}$  предыдущий ток нагрузки

$\Theta_{\text{Н}}$  температура при номинальном токе  $I_{\text{Н}}$  (адрес **1605** **ПовышТемпПри\_Ин**)

$\Theta_{\text{к}}$  входная температура охладителя (масштабированная с использованием уставок по адресу **1608** или **1609**)

Пример:

Электрическая машина

$I_{\text{Н маш}}$  = 483 А

$I_{\text{макс маш}}$  = 1,15  $I_{\text{Н}}$  при  $\Theta_{\text{к}} = 40 \text{ °С}$

$\Theta_{\text{Н маш}}$  = 93 °С

$\tau$  = 600 с (тепловая временная постоянная машины)

Трансформатор тока: 500 A/1 A

$$\text{Коэфф } K = 1.15 \cdot \frac{483 \text{ A}}{500 \text{ A}} \approx 1.11 \quad (\text{вводится по адресу } 1602)$$

$$\Theta_{\text{ном втор}} = 93 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \left(\frac{500}{483}\right)^2 \approx 100 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{вводится по адресам } 1605 \text{ или } 1606 \text{ ПовышТемпПри\_In})$$

При предполагаемом токе нагрузки  $I = 1.5 \cdot I_{\text{H устр}}$  и предварительном токе нагрузки  $I_{\text{pre}} = 0$ , для различных температур окружающей среды  $\Theta_K$  можно рассчитать выдержки времени отключения:

$$\text{где } \Theta_K = 40 \text{ }^\circ\text{C}: \quad t = \left( 600 \text{ с} \cdot \ln \frac{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 + \frac{40 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}}{1.1^2 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} - 0}{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 + \frac{40 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}}{1.1^2 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} - 1} \right) \approx 463 \text{ с}$$

$$\text{где } \Theta_K = 80 \text{ }^\circ\text{C}: \quad t = \left( 600 \text{ с} \cdot \ln \frac{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 + \frac{80 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}}{1.1^2 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} - 0}{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 + \frac{80 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}}{1.1^2 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} - 1} \right) \approx 366 \text{ с}$$

$$\text{при } \Theta_K = 0 \text{ }^\circ\text{C}: \quad t = \left( 600 \text{ с} \cdot \ln \frac{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 + \frac{0 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}}{1.1^2 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} - 0}{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 + \frac{0 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}}{1.1^2 \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C}} - 1} \right) \approx 637 \text{ с}$$

### 2.11.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1601	Защ Терм Перегр		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано Только Сигнал	ОТКЛ	Защита от термической перегрузки
1602	Коэффициент К		0.10 .. 4.00	1.11	Коэффициент К
1603	Пост Времени		30 .. 32000 сек	600 сек	Постоянная времени
1604	Сигн Терм Ступ		70 .. 100 %	90 %	Сигнальная термическая ступень
1605	ПовышТемпПри_In		40 .. 200 °C	100 °C	Повышение температуры при ном.втор. токе

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1606	ПовышТемпПри_Ин		104 .. 392 °F	212 °F	Повышение температуры при ном.втор. токе
1607	ВходИзмТемпер		Выведено 4-20 мА PROFIBUS RTD1	Выведено	Вход для измерения температуры
1608	ТемперМасштаб		40 .. 300 °C	100 °C	Температура для масштабирования
1609	ТемперМасштаб		104 .. 572 °F	212 °F	Температура для масштабирования
1610A	Iсигн	5A	0.50 .. 20.00 A	5.00 A	Уставка по току сигн.ст.защиты от перегр
		1A	0.10 .. 4.00 A	1.00 A	
1612A	Кт- Коэфф		1.0 .. 10.0	1.0	Коэфф. Кт при останове двигателя
1615A	Iмакс ТеплМод	5A	2.50 .. 40.00 A	16.50 A	Максимальный ток для тепловой модели
		1A	0.50 .. 8.00 A	3.30 A	
1616A	Тавар		10 .. 15000 сек	100 сек	Время возврата после аварийного пуска

#### 2.11.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
1503	>ТермЗащ Блок	SP	>Блокировать защиту от терм. перегрузки
1506	>СбрПамТепМод Θ	SP	>Сброс памяти для тепловой модели
1507	>Авар.ПУСК	SP	>Аварийный пуск двигателей
1508	>НеиспрВхТемп	SP	>Неиспр.входа для измерения температуры
1511	ЗащПерегр ВЫВЕД	OUT	Защита от терм. перегрузки выведена
1512	ТермЗащПер БЛК	OUT	Защита от терм. перегрузки заблокирована
1513	ТермЗащПер АКТ	OUT	Защита от терм. перегрузки активна
1514	НеиспрВхТемп	OUT	Неиспр.входа для измерения температуры
1515	ТермЗащТокПерегр	OUT	Сигнал перегрузки по току от ТермЗащ
1516	ТермЗащΘоткл	OUT	Сигнал:темп.близка к темп.откл.(ТермЗащ)
1517	Перегрев обм.	OUT	Перегрузка обмотки
1519	СбрПамТеплМод Θ	OUT	Сброс памяти для тепловой модели
1521	ТермЗащПер ОТКЛ	OUT	Отключение защитой от терм. перегрузки

## 2.12 Несимметр. нагрузка (обратная последов.)

Функция защиты от несимметричной нагрузки (защиты обратной последовательности) применяется для распознавания несимметричных нагрузок на трехфазных индукционных электродвигателях. Несимметричная нагрузка создает вращающееся поле, которое действует на ротор с двойной частотой. На поверхности ротора наводятся вихревые токи, приводящие к локальному перегреву в зубцах и пазовых клиньях ротора. Другим следствием несимметричных нагрузок является перегрев демпферной обмотки. Кроме того, эту функцию защиты можно использовать для обнаружения обрывов, повреждений и проблем с полярностью подключения трансформаторов тока. Она также может быть полезна для определения 1- и 2-фазных КЗ с величиной тока ниже токов нагрузки.

### 2.12.1 Описание функции

#### Определение несимметричной нагрузки

Функция защиты от несимметричной нагрузки устройства 7UM62 разделяет фазные токи на их симметричные составляющие с помощью цифровых фильтров. Функция оценивает фазные элементы обратной последовательности, ток обратной последовательности  $I_2$ . Если величина тока обратной последовательности превышает введенное при конфигурировании устройства значение, пускается выдержка времени отключения. Команда отключения выдается по истечении этого времени.

#### Сигнальная ступень

В случае превышения значения допустимого продолжительного тока обратной последовательности **I2>** по истечении задаваемого времени **Тсигнал** выдается предупреждение „**I2> сигн**“ (см. рис.2-21).

#### Термическая характеристика

Производители электрических машин определяют значение разрешенной несимметричной нагрузки согласно следующей формуле:

$$t_{\text{разреш}} = \frac{K}{\left(\frac{I_2}{I_{\text{ном}}}\right)^2}, \text{ где: } t_{\text{разреш}} \text{ макс. разреш. время приложения тока обрат. последовательности } I_2$$

$K$  коэффициент несимметрии (постоянная машины)  
 $I_2/I_{\text{ном}}$  несбаланс. нагрузка (отн. обр. посл.  $I_2$  к ном. току)

Коэффициент асимметрии зависит от конкретного защищаемого устройства и выражается временем в секундах, в течение которого генератор может выдерживать 100% несимметричную нагрузку. Этот коэффициент обычно располагается внутри диапазона от 5 до 30 секунд.

Перегрев защищаемого объекта рассчитывается устройством сразу по превышении значения разрешенной несимметричной нагрузки **I2>**. В этом случае непрерывно вычисляется область в координатах ток-время, чтобы обеспечить контроль изменения нагрузки. Как только область на характеристике  $((I_2/I_{\text{ном}})^2 \cdot t)$  превысит коэффициент несимметрии  $K$ , будет выполнено отключение с учетом термической характеристики.

## Ограничение

Во избежание излишнего функционирования ступени теплового отключения во время несимметричных КЗ, значения на токовом входе  $I_2$  ограничены по величине. Их предел может быть равен либо  $10 \cdot I_{2\text{ разреш}}$ , либо значению уставки ступени  $I_{2>>}$  (адрес **1701**), (выбирается меньшее из значений). При величине тока выше этих значений выдержка времени отключения будет постоянной. Кроме того, память тепловых состояний ограничена 200% значения температуры отключения. Это позволяет избежать длительного охлаждения после истечения выдержки времени отключения выдачи команды на отключение при КЗ.

## Охлаждение

Задаваемая выдержка времени охлаждения запускается сразу по превышении значения постоянно разрешенного тока нагрузки  $I_{2>}$ . Сигнал отключения снимается при снижении значения тока ниже этого порогового значения. Однако, содержимое счетчика сбрасывается до нуля за время охлаждения, вводимое по адресу **1705 Тохладж**. В этом случае этот параметр определяется как время, необходимое, чтобы тепловая модель изменилась со 100% до 0%. Это время охлаждения зависит от конструктивных особенностей генератора, особенно демпферных обмоток. При возникновении несимметричной нагрузки во время периода охлаждения принимается в расчет предварительная нагрузка. При этом устройство защиты осуществит отключение за меньшее время.

## Ступени отключения

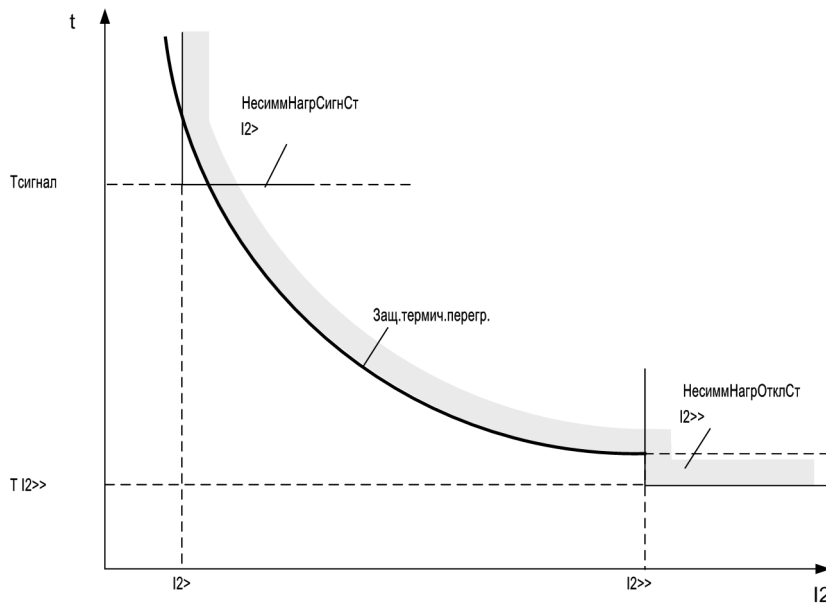


Рисунок 2-21 Область действия функции защиты от несимметричной нагрузки

## Независимая ступень отключения

Высокие токи обратной последовательности фаз могут быть вызваны только двухфазными КЗ в энергосистеме, нейтрализуемыми в соответствии с картой селективности сети. По этой причине тепловая характеристика ограничивается параметрируемой независимой ступенью тока обратной последовательности (параметры **1706  $I_{2>>}$**  и **1707  $T_{I_{2>>}}$** ).

См. также указания по изменению последовательности фаз в Разделах 2.5 и 2.47.

**Логические принципы**

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от несимметричной нагрузки. Защиту можно заблокировать через дискретный вход („>БЛК I2“). Ступени срабатывания и времени сбрасываются, измеренные величины тепловой модели удаляются. Дискретный вход „>СбросПамМодI2“ служит только для очистки из памяти измеренных величин тепловой характеристики.

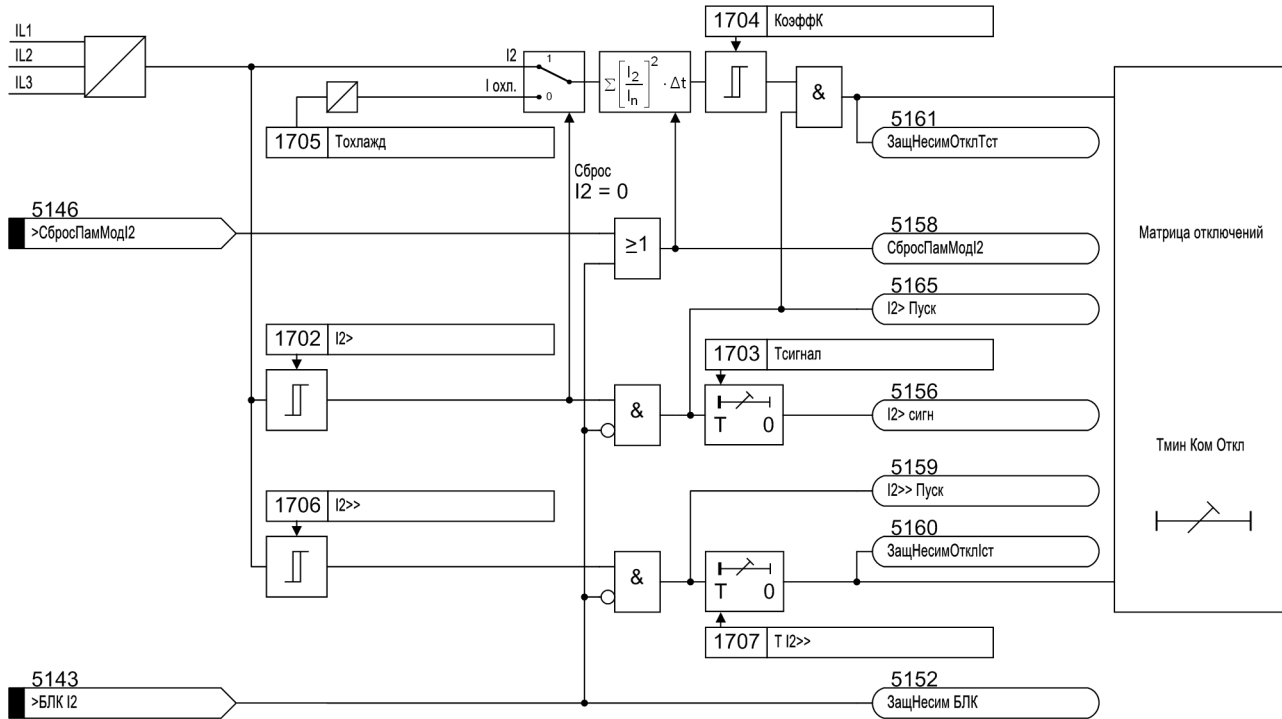


Рисунок 2-22 Логическая схема защиты от несимметричной нагрузки

**2.12.2 Примечания по вводу уставок**

**Общие положения**

Функция защиты обратной последовательности будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **117 Несимм Нагрузка** было введено значение **Введено**. Если функция не нужна в работе, то необходимо задать **Выведено**.

Адрес **1701 Несимм Нагрузка** служит для включения (**ВКЛ**), выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

Значение максимально разрешенного тока обратной последовательности важно при построении тепловой модели. Для машин мощностью до 100 МВА с неявнополюсным ротором обычно это значение находится в диапазоне от 6% до 8% от номинального тока машины, а для явнополюсных машин это значение принимается равным как минимум 12%. Для более мощных машин и в сомнительных случаях, пожалуйста, обращайтесь к инструкциям производителя электрических машин.

Важно отметить, что данные производителя относятся к первичным единицам машины, например, максимальный разрешенный постоянно действующий инверсный ток рассчитывается на основе номинального тока машины. Для определения уставок устройства

защиты эти данные конвертируются во вторичный инверсный ток. Применимо следующее выражение:

$$\text{Уставка пуска } I_{2>} = \left( \frac{I_{2 \text{ макс перв}}}{I_{\text{ном машины}}} \right) \cdot \frac{I_{\text{ном машины}}}{I_{\text{ном ТТ перв}}}$$

где

$I_{2 \text{ макс перв}}$	разрешенный тепловой инверсный ток машины
$I_{\text{Н маш}}$	номинальный ток машины
$I_{\text{Н ТТ перв}}$	первичный номинальный ток трансформатора тока

### Сигнальная пороговая ступень пуска

Уставка по току пуска  $I_{2>}$  вводится по адресу **1702**. Она в то же время является значением пуска для сигнальной токовой ступени, выдержка времени которой **Тсигнал** вводится по адресу **1703**.

Пример:

Электрическая машина	$I_{\text{Н маш}}$ $I_{2 \text{ продолж. перв.}} / I_{\text{Н маш}}$	= 483 А = 11% (допустимый длительно действующий ток - для явнополюсной машины, см. рис. 2-23)
Трансформатор тока	$I_{\text{Н ТТ перв}}$	= 500 А
Уставка	$I_{2 \text{ допуст}}$	= 11% · (483 А/500 А) = 10.6%

### Коэффициент обратной последовательности К

Если производитель электрической машины указывает время длительности ее устойчивости к несимметричной нагрузке с помощью постоянной  $K = (I_2/I_N)^2 \cdot t$ , это значение вводится непосредственно по адресу **1704 КоэффК**. Постоянная К пропорциональная величине разрешенных потерь мощности.

### Конвертация во вторичные величины

Коэффициент К может быть рассчитан с помощью характеристики несимметричной нагрузки (см. рисунок ниже). Для этого берут значение времени, соответствующее величине **КоэффК** в точке, где  $I_2/I_N = 1$ .

Пример:

$$t_{\text{допуст.}} = 20 \text{ с при } I_2/I_N = 1$$

Постоянная  $K_{\text{перв}} = 20 \text{ с}$ , определенная вышеуказанным способом, действительна для стороны машины (первичной стороны).

Постоянную  $K_{\text{перв}}$  можно сконвертировать для вторичной стороны с использованием следующей формулы:

$$K_{\text{втор}} = K_{\text{перв}} = \left( \frac{I_{\text{ном маш}}}{I_{\text{ном ТТ перв}}} \right)^2$$

Расчетный коэффициент асимметрии  $K_{\text{втор}}$  вводится как **КоэффК** по адресу **1704**.

Пример:

$$I_{Н \text{ маш}} = 483 \text{ A}$$

$$I_{Н \text{ ТТ перв}} = 500 \text{ A}$$

$$\text{Коэффициент } K_{\text{перв}} = 20 \text{ с}$$

Значение уставки для адреса **1704**:

$$\text{Коэфф } K = 20 \text{ с} \cdot \left(\frac{483 \text{ A}}{500 \text{ A}}\right)^2 = 18.7 \text{ с}$$

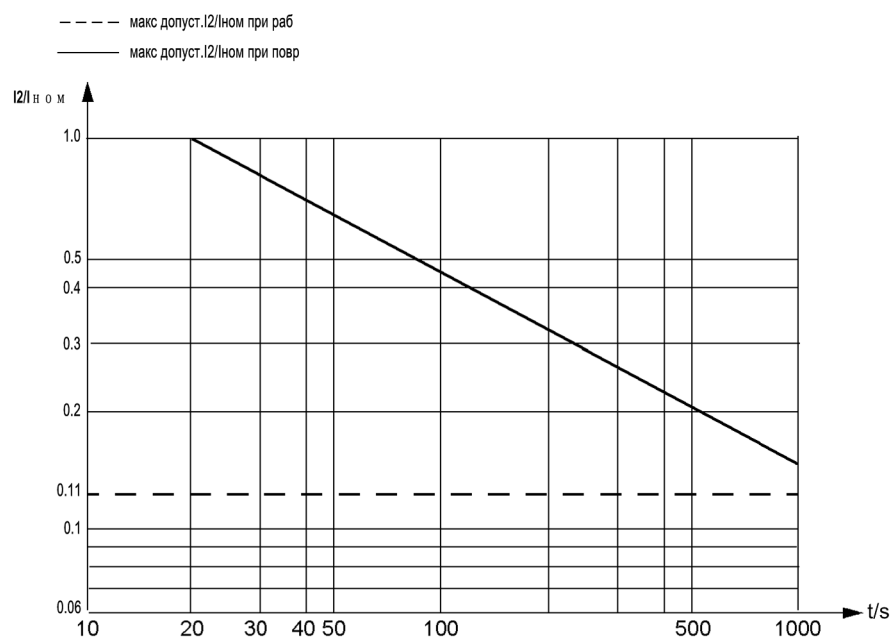


Рисунок 2-23 Пример характеристики несимметричной нагрузки, предоставляемой производителем электрических машин

**Время охлаждения**

Параметр **1705 Тохлажд** устанавливает время, необходимое защищаемому объекту охлаждения до начальной температуры при условии наличия допустимой несимметричной нагрузки  $I_2 >$ . Если производитель не предоставляет такую информацию, то значение уставки можно рассчитать с учетом эквивалентного значения времени охлаждения и нагрева защищаемого объекта. Приведенная ниже формула показывает соотношение между коэффициентом асимметрии  $K$  и временем охлаждения:

$$t_{\text{охлажд}} = \frac{K}{(I_2 \text{ разреш} / I_{\text{ном}})^2}$$

Пример:

Рассчитанное ниже время охлаждения соответствует  $K = 20 \text{ с}$  и допустимому длительно действующему току несимметричной нагрузки  $I_2/I_H = 11\%$ .

$$t_{\text{охлажд}} = \frac{20 \text{ с}}{(0.11)^2} \approx 1650 \text{ с}$$

Значение **Тохлажд** вводится по адресу **1705**.



### Независимая характеристика отключения

Несимметричные КЗ также вызывают высокие токи обратной последовательности. Независимая ступень тока обратной последовательности **1706 I2>>** может выявлять несимметричные КЗ энергосистемы. Ввод уставки между 60% и 65% гарантирует тот факт, что отключение в случае фазного КЗ всегда будет происходить в соответствии с тепловой характеристикой (при значении длительно действующей несимметричной нагрузки ниже  $100/\sqrt{3}\%$ , т.е.  $I_2 < 58\%$ ). С другой стороны, двухфазное КЗ можно рассматривать в качестве несимметричной нагрузки более 60-65%. Выдержку времени **T I2>>** (адрес **1707**) нужно соотносить с картой селективности междуфазных КЗ в системе.

В отличие от МТЗ с выдержкой времени, ступень **I2>>** способна обнаруживать аварийные токи при номинальном токе. Применимо следующее:

двухфазное замыкание с током  $I$  соответствует току обратной последовательности:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I = 0.58 \cdot I$$

однофазное замыкание с током  $I$  соответствует току обратной последовательности:

$$I_2 = \frac{1}{3} \cdot I = 0.33 \cdot I$$

В случае изолированной нейтрали значение тока  $I$  очень мало, и им можно пренебречь. При низкоомном заземлении, однако, оно определяется сопротивлением заземления.

### 2.12.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1701	Несимм Нагрузка	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Несимметр. нагрузка (обратная последов.)
1702	I2>	3.0 .. 30.0 %	10.6 %	Длительно допустимый ток I2
1703	Тсигнал	0.00 .. 60.00 сек; ∞	20.00 сек	Выдержка времени сигнализации
1704	КозффК	1.0 .. 100.0 сек; ∞	18.7 сек	Кэффициент обратной последовательности
1705	Тохладж	0 .. 50000 сек	1650 сек	Время охлаждения для термической модели
1706	I2>>	10 .. 200 %	60 %	Уставка по току ступени I2>>
1707	T I2>>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени I2>>

### 2.12.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5143	>БЛК I2	SP	>Блокировать защиту от несим.нагрузки I2
5146	>СбросПамМодI2	SP	>Сброс памяти для тепловой модели I2
5151	ЗащНесим Выкл	OUT	Защита Несим Нагр Выведена
5152	ЗащНесим БЛК	OUT	Защита Несим Нагр блокирована
5153	ЗащНесимВВЕДЕНА	OUT	Защита Несим Нагр Введена
5156	I2> сигн	OUT	Защ.несимм.нагр:сигнальн.токовая ступ
5158	СбросПамМодI2	OUT	Сброс памяти для тепловой модели I2
5159	I2>> Пуск	OUT	Пуск ступени I2>>
5160	ЗащНесимОтклIст	OUT	ЗащНесим:ОТКЛ от токовой ступени I2>>
5161	ЗащНесимОтклТст	OUT	ЗащНесим:ОТКЛ от термической ступени
5165	I2> Пуск	OUT	Пуск ступени I2>

## 2.13 МТЗ при пуске двигателя

Газовые турбины могут пускаться с помощью пускового преобразователя. Управляемый преобразователь подает ток на генератор, создавая вращающееся поле постепенно растущей частоты. Это заставляет ротор вращаться и, таким образом, запускать турбину. Приблизительно на 70% номинальной скорости турбина запускается и дальше ускоряется до достижения номинальной скорости. При этом стартовый преобразователь отключается.

### 2.13.1 Описание функции

#### Процедура пуска

Следующий рисунок содержит характеристики пуска. Обратите внимание на то, что все величины нормированы к номинальным величинам.

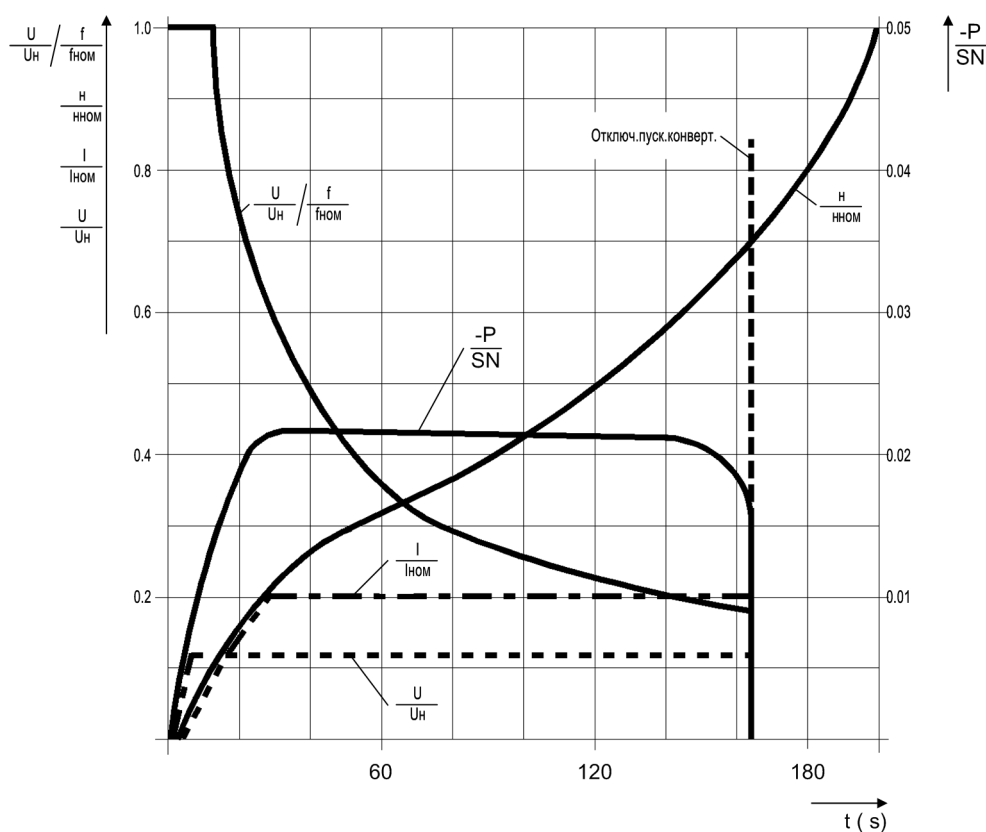


Рисунок 2-24 Характеристики пуска газовой турбины ( $S_H = 150 \text{ МВА}$ ;  $U_H = 10.5 \text{ кВ}$ ;  $P_{\text{Startup Converter (старт. преобр.)}} = 2.9 \text{ МВатт}$ )

Принимая во внимание что при пуске в генераторе может возникнуть КЗ, для всего диапазона частот необходимо наличие защиты от КЗ.

Функция автоматической адаптации частоты замеров к действующей частоте генератора устройства 7UM62 имеет ряд преимуществ, т.к. ее чувствительность остается постоянной для всего диапазона частот. Адаптация запускается начиная с 10-11 Гц. В результате все функции

защиты от КЗ (МТЗ, дистанционная защита и дифференциальная защита) работают с той же чувствительностью, что и при номинальной частоте.

Функция токовой защиты при пуске - это функция защиты от КЗ на частотах ниже 10 Гц. Ее рабочий диапазон составляет от 2 Гц до приблизительно 10 Гц (переход к режиму работы 1). За пределами этого диапазона работают другие функции защиты от КЗ.

Функция будет активна и на частотах выше 70 Гц, но с пониженной чувствительностью, поскольку на этой частоте защита снова переходит к режиму работы 0.

### Принцип измерения

На частотах ниже 10 Гц, функция защиты работает в режиме работы 0, с частотой замеров автоматически установленной для номинальных условий ( $f_A = 800$  Гц для сетей с частотой 50 Гц и 960 Гц для сетей с частотой 60 Гц). Специальный алгоритм определяет пиковые значения измеренных фазных токов. Эти значения конвертируются в значения, пропорциональные среднеквадратическим, и сравниваются с задаваемым пороговым значением.

Логика работы функции представлена на следующем рисунке.

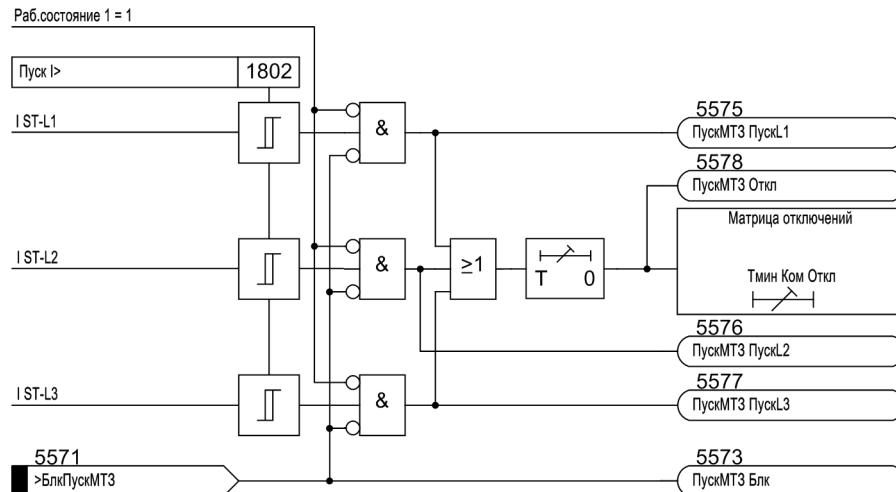


Рисунок 2-25 Логическая схема работы токовой защиты при пуске

## 2.13.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Токовая защита при пуске устройства может работать только в том случае, если в процессе конфигурирования по адресу **118 Пуск МТЗ** было задано значение **Сторона 1** или **Сторона 2**. Если в работе функции нет необходимости, здесь устанавливают **Выведено**.

Адрес **1801** служит для включения (**ВКЛ**), отключения (**ОТКЛ**) функции или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Пороговое значение пуска

Характеристика процедуры пуска показывает, что стартовые токи составляют приблизительно 20% номинальных. Это дает возможность, в принципе, устанавливать защиту на значения ниже номинальных. Как показано на логической схеме, функция

блокируется при переходе из оперативного состояния 0 в оперативное состояние 1. Блокировку также можно осуществить через дискретный вход.

На рисунке ниже приведен график предполагаемых токов КЗ для различных частот. Токи КЗ могут быть кратны номинальному. Это дает возможность использовать номинальный ток для определения значения уставки, которая должна составить от 1.2 до 1.4  $I_{Н\text{ген}}$ .

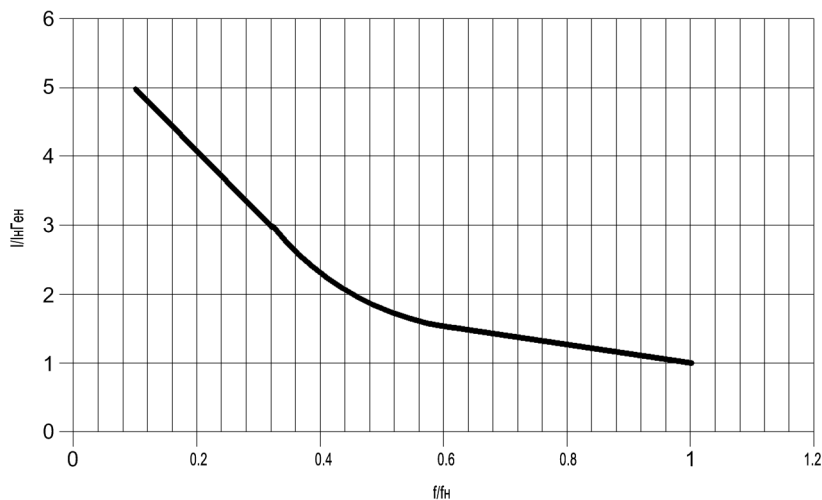


Рисунок 2-26 Токи КЗ в генераторе при пуске (параметры генератора: 300 МВА, 15.75 кВ, 50 Гц)

### Выдержка времени

Поскольку при пуске выключатель генератора выключен, нет необходимости сопоставлять величину выдержки времени с требованиями сети. Где это возможно, время выдержки не вводят совсем, т.к. время работы функции защиты увеличивается пропорционально уменьшению частоты (см. Главу "Технические данные").

При выборе чувствительной уставки выдержка времени может быть полезна во избежание излишнего функционирования. Это время должно быть выбрано для минимальной определяемой частоты = 2 Гц, и должно быть установлено равным 0.5 с.

### Согласование функций защиты от КЗ

На следующем рисунке можно видеть взаимодействие функций защиты от КЗ, таких, как:

- токовая защита при пуске,
- дифференциальная защита,
- ступень  $I >>$  в качестве резервной при частотах 10 Гц и выше.

Пороговые значения пуска функций здесь даны ориентировочно.

Функции дифференциальной защиты  $I_{\text{дифф}}$  и МТЗ  $I >>$  работают в диапазоне приблизительно 10 - 11 Гц. Дополнительно работает токовая защита при пуске  $I\text{-ST}$ . Это обеспечивает реализацию защиты в низкочастотном диапазоне.

Результатом является общая концепция защиты от КЗ, где функции дополняют друг друга.

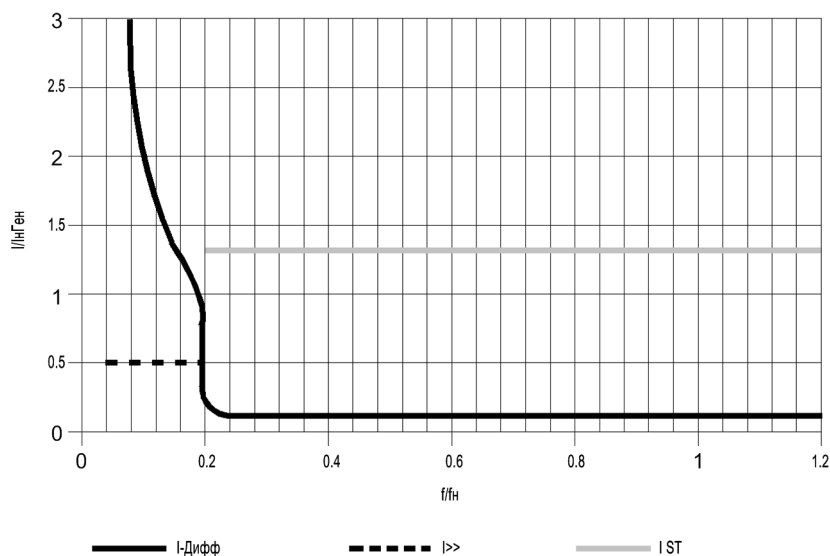


Рисунок 2-27 Диапазон функционирования и возможные пороговые значения пуска функций защиты от КЗ

### 2.13.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1801	Пуск МТЗ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Пуск МТЗ
1802	Пуск I>	5А	0.50 .. 100.00 А	6.50 А	Пуск I>
		1А	0.10 .. 20.00 А	1.30 А	
1803	Пуск Т I>		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени для I>

### 2.13.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5571	>БлокПускМТЗ	SP	>Блокир.пуск МТЗ
5572	ПускМТЗ Выв	OUT	Пуск МТЗ выведен
5573	ПускМТЗ Блок	OUT	Пуск МТЗ заблокирован
5574	ПускМТЗ акт	OUT	Пуск МТЗ активен
5575	ПускМТЗ ПускL1	OUT	Пуск МТЗ пуск фазы L1
5576	ПускМТЗ ПускL2	OUT	Пуск МТЗ пуск фазы L2
5577	ПускМТЗ ПускL3	OUT	Пуск МТЗ пуск фазы L3
5578	ПускМТЗ Откл	OUT	Пуск МТЗ отключение

## 2.14 Дифференциальная защита и защищаемые с ее помощью объекты

Функция цифровой дифференциальной защиты устройства 7UM62 представляет собой быстродействующую селективную защиту для генераторов, двигателей и трансформаторов. Для каждого случая возможна индивидуальная конфигурация, что дает гарантию оптимальной настройки для конкретного защищаемого объекта.

Защищаемая зона ограничена трансформаторами тока по сторонам защищаемого объекта.

### 2.14.1 Дифференциальная защита

Обработка измеряемых величин зависит от способа использования дифференциальной защиты. В этом разделе в первую очередь речь идет о функции дифференциальной защиты с точки зрения общих вопросов, независимо от типа защищаемого объекта. Используется однофазная система. Учитываются особенности защищаемых объектов.

#### 2.14.1.1 Описание функции

##### Основной принцип работы

Система дифференциальной защиты работает в соответствии с принципом сравнения токов и известна также как система защиты по балансу токов. Защита основана на том принципе, что величина тока на выходе объекта должна быть равна току на входе (ток  $I_p$ , см. рисунок ниже).

Любая зафиксированная разница величин токов является надежным признаком существования повреждения внутри защищаемой зоны. Вторичные обмотки трансформаторов тока **СТ1** и **СТ2**, имеющие одинаковый коэффициент трансформации, могут быть подключены таким образом, что формируется замкнутая цепь. Если при этом измерительный элемент **М** подключить в точке измерения электрического баланса, будет выявлено расхождение в величинах тока. При безаварийной работе (например, под нагрузкой) через измерительный элемент не протекает ток. В случае возникновения КЗ на защищаемом объекте на первичной стороне будет фиксироваться суммарный ток  $I_{p1}+I_{p2}$ . Токи  $I_1$  и  $I_2$  на вторичной стороне будут проходить как суммарный ток  $I_1+I_2$  через измерительный элемент **М**. В результате простая цепь, показанная на следующем рисунке, обеспечивает надежное отключение от защиты, если ток повреждения, втекающий в защищаемую зону (ограниченную трансформатором тока) при повреждении, будет достаточно большим для срабатывания измерительного элемента **М**.

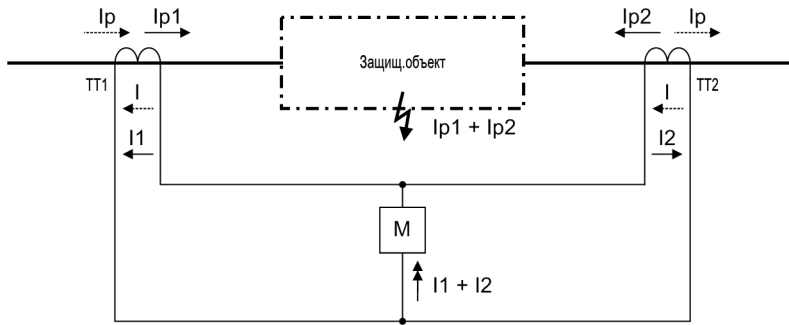


Рисунок 2-28 Основной принцип построения дифференциальной защиты (однофазное представление) ( $I_{рх}$  = первичный ток,  $I_x$  = вторичный ток)

### Торможение тока

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**, что может вызвать отключение. Во избежание такого ошибочного срабатывания защиты вводится понятие стабилизирующего тока (тока торможения).

Стабилизирующая величина выводится из арифметической суммы абсолютных значений токов  $I_1 + I_2$ . Применимо следующее:

ток отключения или дифференциальный ток

$$I_{\text{дифф}} = |I_1 + I_2|$$

и стабилизирующий ток или ток торможения

$$I_{\text{торм}} = |I_1| + |I_2|$$

$I_{\text{дифф}}$ , рассчитываемый из основной гармоники тока, является величиной, на основании которой принимается решение об отключении, а  $I_{\text{торм}}$  противодействует этой величине.

В качестве пояснения рассматриваются три важных рабочих режима с идеальными величинами измерения:

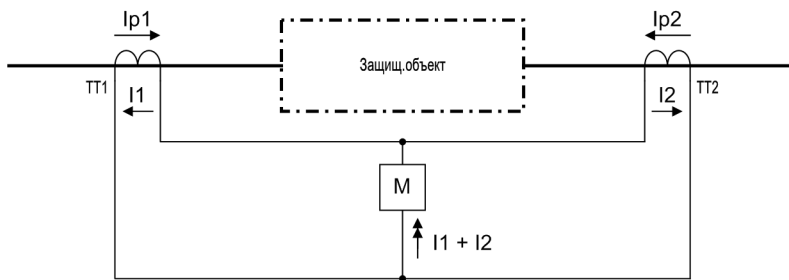


Рисунок 2-29 Определения токов



1. Протекающий через объект ток в нормальном режиме или при внешнем повреждении:  $I_2$  меняет свое направление, т.е. изменяет знак, таким образом  $I_2 = -I_1$ ; а также  $I_2 = I_1$

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

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

Решение об отключении не принимается ( $I_{\text{дифф}} = 0$ ); величина торможения ( $I_{\text{торм}}$ ) соответствует удвоенному протекающему току.

2. Внутреннее короткое замыкание, например, подпитываемое с каждой стороны одинаковыми токами:

Тогда:  $I_2 = I_1$ ; а также:  $|I_2| = |I_1|$

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

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

Величина, приводящая к отключению ( $I_{\text{дифф}}$ ) и величина торможения ( $I_{\text{торм}}$ ) равны и соответствуют полному току повреждения.

3. Внутреннее короткое замыкание, питаемое только с одной стороны:

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, приводящая к отключению ( $I_{\text{дифф}}$ ) и величина торможения ( $I_{\text{торм}}$ ) равны и соответствуют полному току повреждения.

Этот результат показывает, что для внутреннего повреждения при идеальных условиях  $I_{\text{дифф}} = I_{\text{торм}}$ . Соответственно, характеристика внутренних повреждений представлена прямой с углом наклона  $45^\circ$  (штрихпунктирная линия на следующем рисунке).

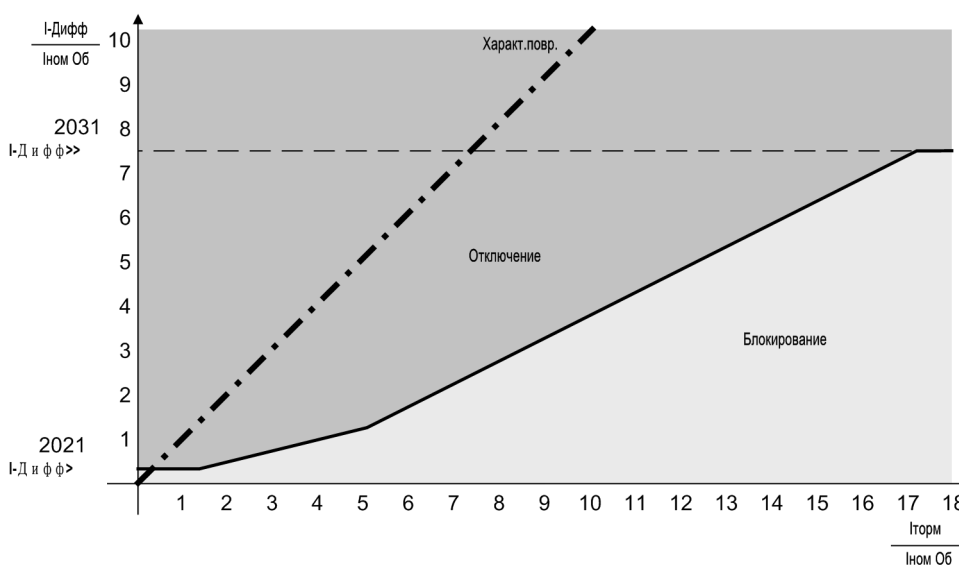


Рисунок 2-30 Характеристика отключения дифференциальной защиты и характеристика повреждения

### Количественное согласование измеряемых величин

Номинальные токи трансформаторов тока согласовываются с номинальным током защищаемого объекта, вне зависимости от того, какого рода этот объект. В результате все токи опираются на токи защищаемого объекта. Для согласовывания токов все характеристические значения защищаемого объекта (полная мощность, номинальное

напряжение), а также номинальные значения первичных токов трансформаторов тока каждой стороны защищаемого объекта вводятся в устройство защиты.

### Обработка измеренных значений

Измеренные величины рассчитываются для каждого момента выборки и на их основе выводятся мгновенные значения дифференциального тока и тока торможения. Из значения дифференциального тока с помощью фильтра Фурье выводится основная гармоника, которая значительно ослабляет аperiodические составляющие и помехи постоянного тока.

Стабилизирующая величина вычисляется из среднего арифметического модуля величин, поэтому в этом случае влияние работы фильтра будет менее значительно. В результате при сравнении величины помех с дифференциальным током делается вывод о том, что компонент стабилизации доминирует, особенно в случае аperiodических компонентов постоянного тока.

### Характеристика отключения

Этот результат показывает, что для внутреннего повреждения  $I_{\text{дифф}} = I_{\text{торм}}$ . Таким образом понятно, что характеристика внутренних повреждений на диаграмме отключений (см. рисунок ниже) будет представлять собой прямую с углом наклона  $45^\circ$ . На следующем рисунке представлена полная диаграмма торможения устройства 7UM62. Отрезок **a** характеристики представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (ставка **I-Дифф>**) и учитывает постоянную ошибку, появляющуюся из-за токов намагничивания.

Отрезок **b** учитывает погрешности, пропорциональные току, которые могут появляться из-за погрешностей основных ТТ или входного ТТ устройства или которые, например, могут быть вызваны несовпадением или влиянием РПН в трансформаторах с возможностью регулирования напряжения.

При больших токах, которые могут вызвать насыщение ТТ, дополнительное торможение обеспечивает отрезок характеристики **c**.

В случае наличия дифференциальных токов выше отрезка **d** команда отключения будет выдаваться вне зависимости от тока торможения и стабилизации по гармоникам. Это является рабочим диапазоном „Быстродействующей ступени отключения  $I_{\text{дифф}} \gg$ “.

Область **дополнительного торможения** определяется показателем насыщения (см. "Дополнительное торможение при насыщении трансформатора тока").

Токи  $I_{\text{дифф}}$  и  $I_{\text{торм}}$  сравниваются функцией дифференциальной защиты с рабочей характеристикой в соответствии со следующим рисунком. Если эти значения оказываются в точке внутри области отключения, будет выдан сигнал отключения. Если данные условия ( $I_{\text{дифф}} / I_{\text{торм}}$ ) появляются около характеристики повреждения ( $\geq 90\%$  от наклона характеристики повреждения), то отключение будет выполнено даже когда характеристика отключения была сильно увеличена из-за дополнительного торможения, при пуске или при обнаружении аperiodической составляющей.

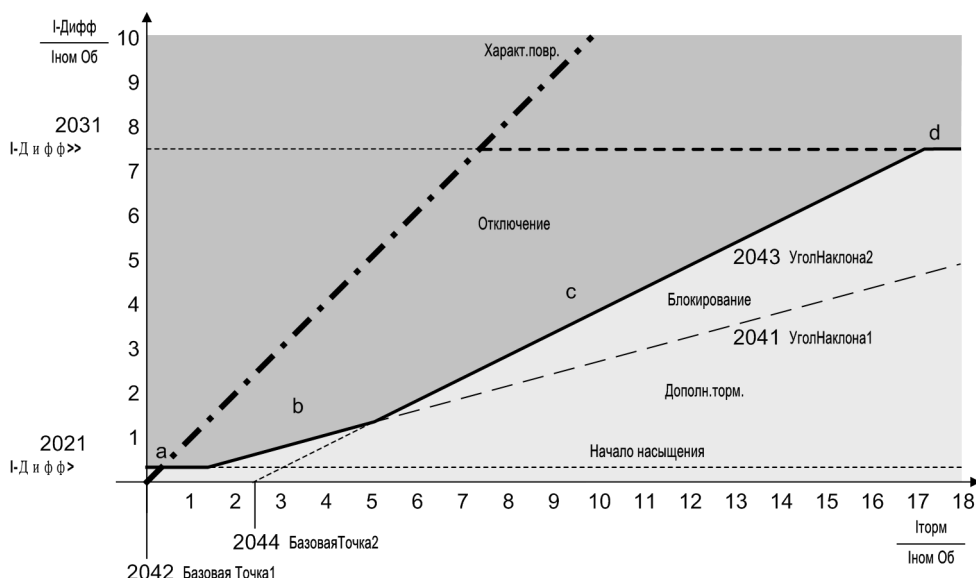


Рисунок 2-31 Характеристика работы функции дифференциальной защиты

### Отключения от быстродействующей степени отключения $I_{\text{дифф}} \gg$

Быстродействующая степень отключения  $I_{\text{дифф}} \gg$  мгновенно устраняет внутренние повреждения высокого тока. Как только значение дифференциального тока становится больше порогового  $I_{\text{дифф}} \gg$  (отрезок **d**), вне зависимости от величины тока торможения выдается сигнал отключения.

Эта степень может работать даже в том случае, когда, например, в дифференциальном токе имеется существенное содержание второй гармоники, вызванное насыщением ТТ, которое является следствием наличия апериодической составляющей в токе повреждения, и это может быть интерпретировано функцией торможения при броске тока намагничивания как бросок тока.

Быстрое отключение использует как основную гармонику дифференциального тока, так и мгновенные значения. Обработка мгновенных значений обеспечивает быстрое отключение, даже если насыщение ТТ вызвало сильное затухание основной гармоники тока.

Большие токи внутренних повреждений в защищаемой зоне можно отключить мгновенно без учета токов торможения, когда амплитуда тока исключает возможность внешнего повреждения. Это касается случаев, когда ток КЗ выше, чем  $1/u_k \cdot I_{\text{Н трансф}}$ .

### Дополнительное торможение при насыщении трансформатора тока

При внешнем повреждении, которое вызывает протекание больших сквозных токов, приводящих к насыщению ТТ, может быть получен значительный дифференциальный ток, особенно, когда степень насыщения по обеим сторонам различается. Если величины  $I_{\text{дифф}}/I_{\text{торм}}$  находятся в точке, лежащей в области отключения характеристики срабатывания, то, если нет никаких специальных измерений, будет выдан сигнал отключения.

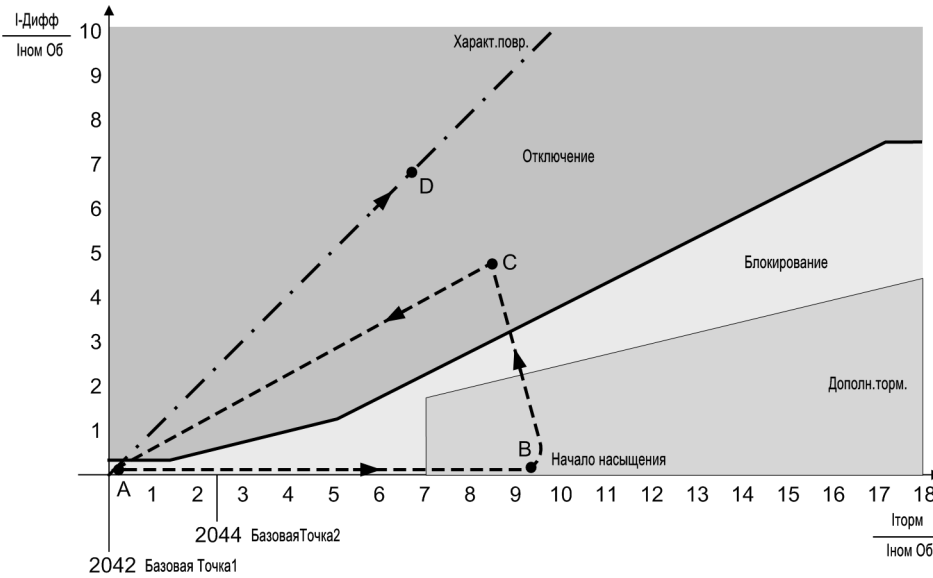


Рисунок 2-32 Характеристика отключения дифференциальной защиты и характеристика повреждения

Устройство 7UM62 имеет индикатор насыщения, который фиксирует это явление и запускает механизм дополнительного торможения. Индикатор насыщения учитывает динамические характеристики дифференциальной величины и величины торможения.

Пунктирная линия на Рисунке 2-32 показывает мгновенные токи при внешнем повреждении с насыщением ТТ на одной стороне.

Сразу же после повреждения (A), токи короткого замыкания быстро увеличиваются, вызывая соответствующий большой ток торможения (2 x сквозной ток). Насыщение, возникшее на одной стороне (B) теперь вызывает наличие дифференциального тока и уменьшает значение тока торможения, 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. Следовательно, внутреннее повреждение распознается сразу, как только коэффициент  $I_{\text{дифф}} / I_{\text{торм}}$  будет превышать внутреннее пороговое значение в течение фиксированного минимального времени.

Таким образом, насыщение трансформатора тока в случае внешнего повреждения характеризуется наличием высокого тока торможения в начале, т.е. в рабочей точке (см. рис. 2-32) и переходящего затем в область, типичную для внутреннего повреждения высокого тока ("дополнительное торможение"). Зона дополнительного торможения ограничивается параметром **I-ДОП ТОРМ** и первой прямой линией характеристики (**Базовая Точка1** и **УголНаклона1**) (см. следующий рисунок). Модуль обнаружения насыщения принимает решение о насыщении в первой четверти цикла. При обнаружении внешнего повреждения дифференциальная защита блокируется на выбранное время. Блокировка снимается после того, как рабочая точка  $I_{\text{дифф}} / I_{\text{торм}}$  будет находиться постоянно (т.е. более 2 циклов) внутри области отключения. Это позволяет быстро распознавать последующие повреждения в защищаемой зоне, даже если они возникают после внешнего повреждения с насыщением трансформатора тока.

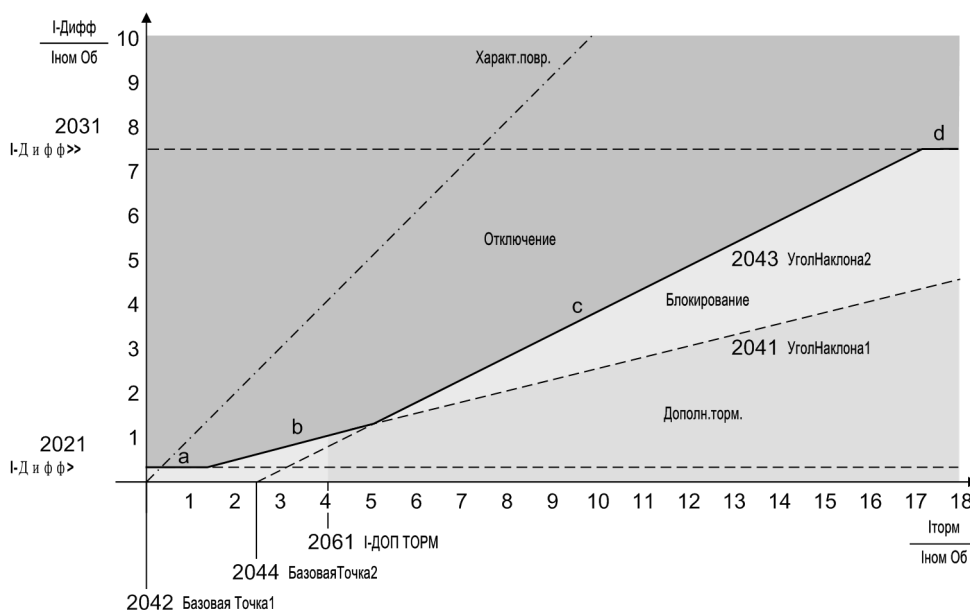


Рисунок 2-33 Дополнительная стабилизация при насыщении трансформатора тока

### Обнаружение аperiodических составляющих

Дальнейшее торможение имеет место, когда дифференциальные вторичные токи симулируются различными переходными процессами в трансформаторах тока. Этот дифференциальный ток вызывается различными постоянными времени аperiodических составляющих во вторичных цепях при протекании тока, т.е. равные аperiodические составляющие в первичной цепи трансформируются в неравные аperiodические составляющие во вторичных цепях из-за различных постоянных времени вторичных цепей. Это порождает аperiodическую составляющую в дифференциальном токе, которая увеличивает на короткое время величины срабатывания дифференциальной защиты.

### Гармоническое торможение

В трансформаторах при включении на короткое время могут появляться большие токи намагничивания (броски тока намагничивания). Эти токи втекают в защищаемую зону, но не вытекают из нее. при этом возникают дифференциальные токи, и они могут быть расценены как аварийные токи, питаемые с одной стороны. Нежелательные дифференциальные токи могут быть также вызваны при параллельном подключении трансформаторов или при перевозбуждении трансформаторов из-за избыточного напряжения.

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 содержание второй гармоники в дифференциальном токе превышает выбранное пороговое значение, то отключение блокируется.

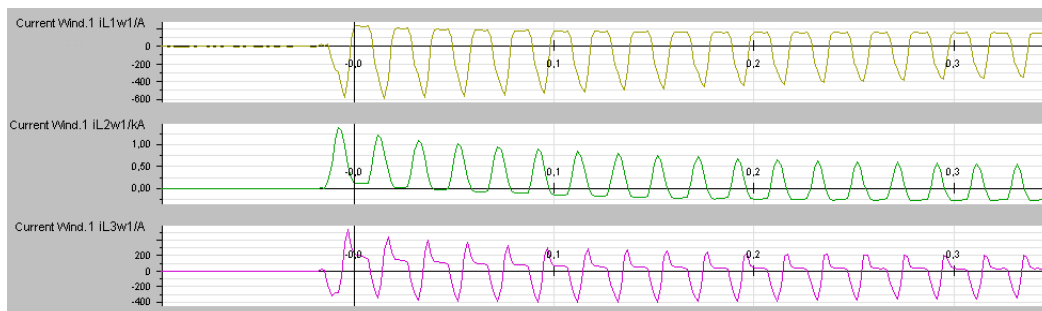


Рисунок 2-34 Бросок тока намагничивания - пример осциллограммы трех токов высокого напряжения

Кроме второй гармоники, в устройстве 7UM62 для блокировки можно выбрать другую гармоническую составляющую. Для торможения выбирают 3-ю или 5-ю гармонику.

Перевозбуждение в установившемся режиме характеризуется нечетными гармониками. Для обнаружения перевозбуждения подходят третья или пятая гармоники. Поскольку третья гармоника в трансформаторах часто исключается (например, в обмотке, соединенной в треугольник), более предпочтительным будет использование пятой.

Преобразовательные трансформаторы также являются источником нечетных гармоник, которые на практике отсутствуют при внутренних коротких замыканиях.

Дифференциальные токи анализируются на предмет содержания гармоник. Для анализа частоты используются цифровые фильтры, которые выполняют для дифференциальных токов анализ 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 торможения в динамических условиях.

Торможение по гармоникам поддерживается в течение 2 циклов с момента уменьшения значения дифференциального тока. Это исключает нежелательные торможения, при которых ликвидируются внешние повреждения и исчезают высшие гармоники.

Поскольку торможение броска тока намагничивания осуществляется пофазно, то защита полностью работоспособна, даже когда трансформатор включается на однофазное повреждение, при котором бросок тока намагничивания может протекать по одной из неповрежденных фаз.

В "современных" трансформаторах содержание второй гармоники во включенном состоянии может не превышать порогового значения во всех трех фазах. Во избежание формирования ошибочной команды отключения активизируется так называемая функция "перекрестной блокировки". Как только в одной из фаз обнаруживается бросок тока, другие фазы ступени дифференциальной защиты **I-Дифф** блокируются.

Эта перекрестная блокировка может вводиться на выбранное время. По истечении этого времени дальнейшая перекрестная блокировка уже не будет возможна до тех пор, пока сохраняется повреждение, т.е. возможно только однократное осуществление перекрестной блокировки после возникновения повреждения и только в течение заданного времени перекрестной блокировки.

Другие процедуры торможения по гармоникам работают отдельно для каждой фазы. Однако, можно также - как в случае стабилизации броска тока намагничивания - настроить защиту так, чтобы при превышении допустимого содержания гармоники в токе одной фазы, другие фазы ступени дифференциальной защиты **I-Дифф** блокировались. Процедура перекрестной блокировки работает с третьей и пятой гармониками так же, как и со второй.

### Увеличение уставки срабатывания защиты при запуске защищаемого устройства

Увеличение значения срабатывания при пуске обеспечивает дополнительную надежность, не допуская излишнего срабатывания при включении защищаемого объекта. Как только ток торможения в одной из фаз будет ниже задаваемого значения **I-ТОРМ ПУСКА**, активизируется механизм увеличения значения пуска для ступени **I-Дифф>**. Поскольку ток торможения в два раза больше протекающего тока в нормальном режиме, его снижение ниже этого порогового значения является критерием того, что защищаемый объект не включен. Значение пуска **I-Дифф** теперь будет увеличено на заданный коэффициент (см. следующий рисунок); остальные отрезки характеристики ступени  $I_{дифф>}$  будут перемещены пропорционально.

Это делается делением значения дифференциального тока соответствующей фазы на коэффициент **КОЭФ УВЕЛ ХАР** перед контролем характеристики. На дифференциальный ток, используемый для распознавания КЗ, на ток отключения и т.д. это не влияет.

Появление тока торможения означает запуск. После заданной выдержки времени **Т ПУСК МАКС** увеличение характеристики отменяется.

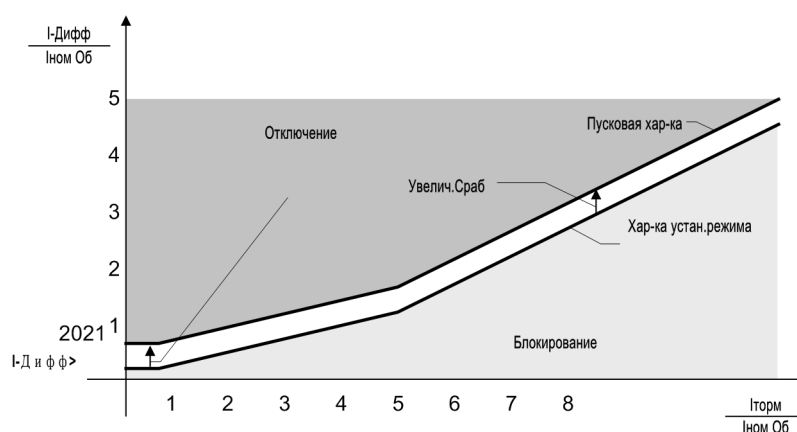


Рисунок 2-35 Увеличение значения срабатывания ступени  $I_{дифф>}$  при пуске

### Обнаружение повреждения, возврат

Функция дифференциальной защиты не использует понятие "пуск", поскольку момент обнаружения повреждения является уже условием отключения. Как и во всех устройствах SIPROTEC 4, однако, функция дифференциальной защиты в устройстве 7UM62 имеет пуск, который является отправной точкой для последующих действий. Пуск означает начало повреждения. Это необходимо, например, для создания протоколов повреждения и записи аварийных процессов. Пуск также управляет внутренними процедурами функции при внешних и внутренних повреждениях (например, действиями определителя насыщения).

Состояние пуска защиты наступает сразу по достижении основной гармоникой дифференциального тока 85% значения уставки или более 85% значения тока торможения в области дополнительной стабилизации (см. следующий рисунок). Сигнал пуска также выдается, когда пускается ступень для больших токов повреждений.

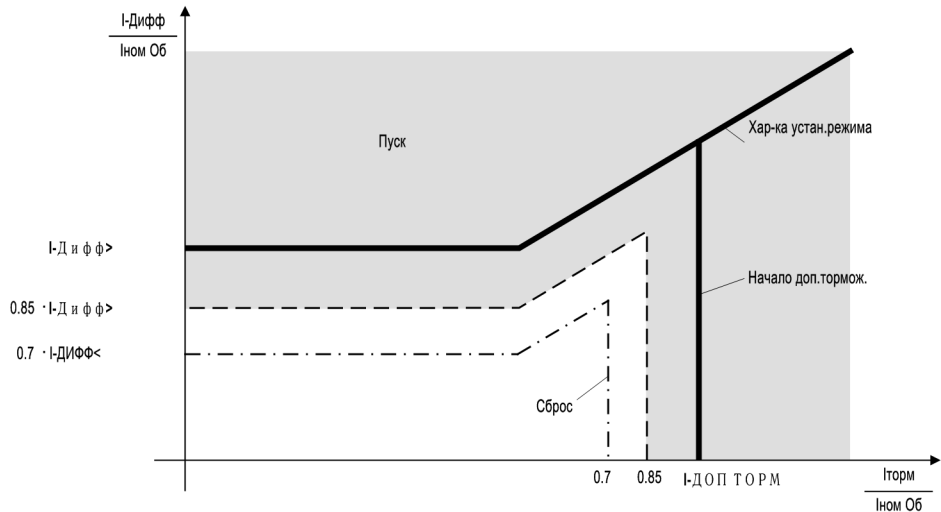


Рисунок 2-36 Пуск дифференциальной защиты

Если активировано торможение от старших гармоник, то сначала система выполняет анализ на наличие гармоник (приблизительно 1 период), чтобы проверить условия торможения. Если это невозможно, команда отключения выдается сразу по достижении условий отключения (заштрихованная область на рис. 2-31).

В особых случаях команду отключения можно задержать.

На следующем рисунке приведена упрощенная логическая схема формирования команд отключения

Возврат фиксируется, когда в течение 2 циклов срабатывание на основе дифференциальной величины больше не определяется, т.е. значение дифференциального тока падает ниже 70% от заданной величины, а другие условия пуска более не выполняются.

Если команда отключения не была выдана, повреждение считается окончанным по факту возврата.

Если команда отключения была выдана, она удерживается в течение минимального времени команды отключения, заданной в общих данных устройства для всех функций защиты (см. также Раздел **Данные ЭС1**).



**Примечание**

Специальные возможности функции дифференциальной защиты для отдельных объектов рассматриваются в различных главах.



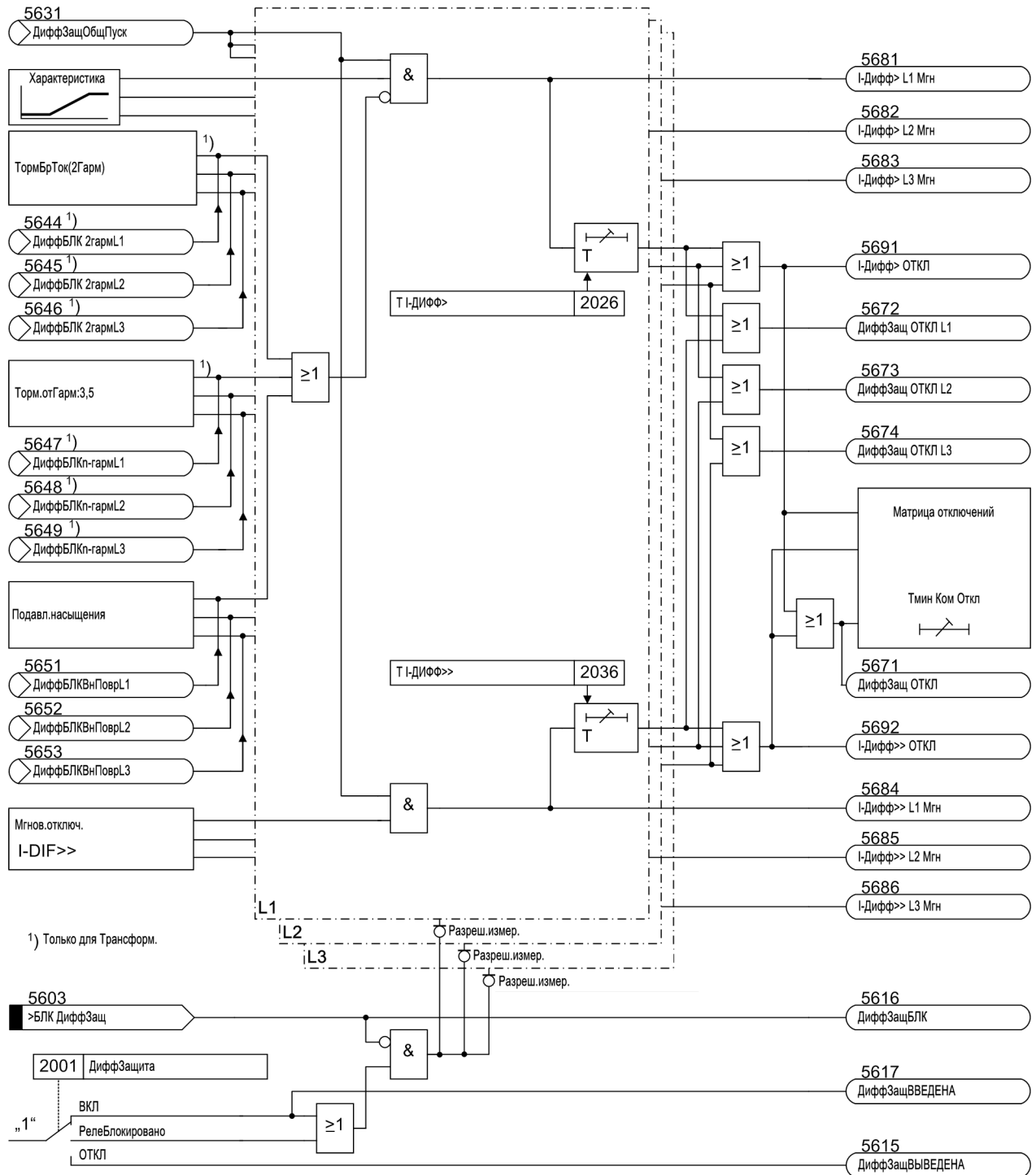


Рисунок 2-37 Схема логики отключений функции дифференциальной защиты

### 2.14.1.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция дифференциальной защиты будет активна только в том случае, когда тип защищаемого объекта был введен в процессе конфигурирования устройства (Раздел 2.4, адрес **120**, **ДиффЗащита = Генерат/Двигат** или **3-фТрансформ**). Здесь будут представлены только значимые параметры объекта, все остальные - скрыты. Если функция не нужна, то необходимо задать **Выведено**. Адрес **2001 ДиффЗащита** служит для включения **ВКЛ**, выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).



#### Примечание

При поставке устройства функция дифференциальной защиты выведена **OFF**. 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 ввода этих уставок устройство может реагировать непредсказуемым образом (например, спонтанно выдать команду отключения)!

Первичный номинальный ток  $I_{перв, ТТ}$  используемого трансформатора тока в норме должен быть выше номинального тока  $I_{нОб}$  защищаемого объекта. Однако, как минимум должно соблюдаться следующее условие для верхнего предела линейной области устройства 7UM62, который составляет  $20 \cdot I_{н}$ :

$$I_{перв, ТТ} > 0.75 \cdot I_{нОб}$$

#### Дополнительные уставки



#### Примечание

Значения дополнительных уставок для соответствующих защищаемых объектов приводятся в различных разделах настоящего руководства.

### 2.14.1.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2001	ДиффЗащита	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Дифференциальная защита
2005	УВ.ХАР.Пск.ПУСК	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Увелич. хар-ки срабатыв при пуске
2006	ТормТокНам2ГАРМ	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Торм.при броске тока намагнич.по 2 гарм.
2007	Торм.п-ГАРМ	ОТКЛ 3-я Гармоника 5-я Гармоника	ОТКЛ	Торможение по п-ной гармонике
2021	I-Дифф>	0.05 .. 2.00 I/но	0.20 I/но	Уставка по току Iдифф>

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2026A	T I-ДИФФ>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка времени ступени Пуск I-ДИФФ>
2031	I-Дифф>>	0.5 .. 12.0 I/InO; ∞	7.5 I/InO	Уставка по току Iдифф>>
2036A	T I-ДИФФ>>>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка времени ступени Пуск I-ДИФФ>>>
2041A	УголНаклона1	0.10 .. 0.50	0.25	Угол наклона 1 хар-ки срабатывания
2042A	Базовая Точка1	0.00 .. 2.00 I/InO	0.00 I/InO	Баз. точка первого наклона х-ки пуск
2043A	УголНаклона2	0.25 .. 0.95	0.50	Угол наклона 2 хар-ки срабатывания
2044A	БазоваяТочка2	0.00 .. 10.00 I/InO	2.50 I/InO	Базовая точка второго наклона хар-ки
2051A	I-ТОРМ ПУСКА	0.00 .. 2.00 I/InO	0.10 I/InO	Порог I-Торм. для обнаружения пуска
2052A	КОЭФ УВЕЛ ХАР	1.0 .. 2.0	1.0	Кoeff. увеличения хар-ки при пуске
2053	T ПУСК МАКС	0.0 .. 180.0 сек	5.0 сек	Максимальное время пуска
2061A	I-ДОП ТОРМ	2.00 .. 15.00 I/InO	4.00 I/InO	Порог Iторм. для дополнит. торможения
2062A	T-ДОП ТОРМ	2 .. 250 1*П; ∞	15 1*П	Длит. доп. тормож. при внешн. поврежд.
2063A	T ПЕР БЛОК Торм	2 .. 1000 1*П; 0; ∞	15 1*П	Время перекр.блокировки при доп. тормож.
2071	2-ая_Гармоника	10 .. 80 %	15 %	Содержание 2 гармоники в токе I-Дифф
2072A	ВрПерекрБлок	2 .. 1000 1*П; 0; ∞	3 1*П	Длит.перекрестной блокир. для 2 гарм.
2076	n-ая ГАРМОНИКА	10 .. 80 %	30 %	Доля n-ной гармоники в I-ДИФФ
2077A	ДЛ БЛК. n-ГАРМ	2 .. 1000 1*П; 0; ∞	0 1*П	Длит. перекрестной блокировки по n-гарм.
2078A	IдифМакс n Гарм	0.5 .. 12.0 I/InO	1.5 I/InO	Макс. дифф. ток для для торм. по n-гарм.

**2.14.1.4 Сводная таблица сообщений**

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5603	>БЛК ДиффЗаш	SP	>Блокировать дифференциальную защиту
5615	ДиффЗашВЫВЕДЕНА	OUT	Дифф.защита выведена
5616	ДиффЗашБЛК	OUT	Дифф.защита блокирована
5617	ДиффЗашВВЕДЕНА	OUT	Дифф.защита введена
5620	ДиффЗаш:Ош.ТТ	OUT	ДиффЗаш:КoeffСогл ТТ слишком больш/мал
5631	ДиффЗашОбщПуск	OUT	Дифф.защита: Общее Пуск

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5644	ДиффБЛК 2гармL1	OUT	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L1
5645	ДиффБЛК 2гармL2	OUT	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L2
5646	ДиффБЛК 2гармL3	OUT	Дифф.защита: Блокирование от 2 гарм. L3
5647	ДиффБЛКп-гармL1	OUT	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L1
5648	ДиффБЛКп-гармL2	OUT	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L2
5649	ДиффБЛКп-гармL3	OUT	Дифф.защита: Блокирование от n гарм. L3
5651	ДиффБЛКВнПоврL1	OUT	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L1
5652	ДиффБЛКВнПоврL2	OUT	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L2
5653	ДиффБЛКВнПоврL3	OUT	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L3
5657	ДиффПерекрБЛК2г	OUT	Дифф.защита: перекр.блокир.по 2 гарм.
5658	ДиффПерекрБЛКпг	OUT	Дифф.защита: перекр.блокир.по n гарм.
5660	ДиффПерекрБЛКВш	OUT	Дифф.защита: перекр.блок.при внешн.повр.
5662	БЛОК ДифТТ L1	OUT	Дифф.защита: Блокир. от неиспр. ТТ L1
5663	БЛОК ДифТТ L2	OUT	Дифф.защита: Блокир. от неиспр. ТТ L2
5664	БЛОК ДифТТ L3	OUT	Дифф.защита: Блокир. от неиспр. ТТ L3
5666	ДиффСдвигХар L1	OUT	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L1 (при пуске)
5667	ДиффСдвигХар L2	OUT	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L2 (при пуске)
5668	ДиффСдвигХар L3	OUT	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L3 (при пуске)
5671	ДиффЗаш ОТКЛ	OUT	Дифф.защита: Отключение
5672	ДиффЗаш ОТКЛ L1	OUT	Дифф.защита: Отключение L1
5673	ДиффЗаш ОТКЛ L2	OUT	Дифф.защита: Отключение L2
5674	ДиффЗаш ОТКЛ L3	OUT	Дифф.защита: Отключение L3
5681	I-Дифф> L1 Мгн	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф> L1 мгнов
5682	I-Дифф> L2 Мгн	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф> L2 мгнов
5683	I-Дифф> L3 Мгн	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф> L3 мгнов
5684	I-Дифф>> L1 Мгн	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>L1 мгнов
5685	I-Дифф>> L2 Мгн	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>L2 мгнов
5686	I-Дифф>> L3 Мгн	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>L3 мгнов
5691	I-Дифф> ОТКЛ	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>
5692	I-Дифф>> ОТКЛ	OUT	Дифф.защита: Откл.от ст.I-Дифф>>
5701	IДиффL1:	VI	Дифф. ток L1 при ОТКЛ (осн. гармонника)
5702	IДиффL2:	VI	Дифф. ток L2 при ОТКЛ (осн. гармонника)
5703	IДиффL3:	VI	Дифф. ток L3 при ОТКЛ (осн. гармонника)
5704	ITормL1:	VI	Торм. ток L1 при ОТКЛ (эффект.)
5705	ITормL2:	VI	Торм. ток L2 при ОТКЛ (эффект.)
5706	ITормL3:	VI	Торм. ток L3 при ОТКЛ (эффект.)
5713	Диф ТТ Ст1:	VI	Дифф.защ:коэф.тр-ции ТТ стор1
5714	Диф ТТ Ст2:	VI	Дифф.защ:коэф.тр-ции ТТ стор2
5742	ДиффАперСост L1	OUT	Дифф.защита: Опред. аперипер. составл. L1
5743	ДиффАперСост L2	OUT	Дифф.защита: Опред. аперипер. составл. L2
5744	ДиффАперСост L3	OUT	Дифф.защита: Опред. аперипер. составл. L3
5745	ДиффСдвигХарАп	OUT	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки при апер.сост.

## 2.14.2 Защищаемый объект - генератор или двигатель

Следующие разделы содержат описания особенностей дифференциальной защиты генераторов и двигателей.

### 2.14.2.1 Описание функции

#### Определение и согласование измеряемых величин

Функция дифференциальной защиты устройства 7UM62 может использоваться в качестве как продольной, так и поперечной дифференциальной защиты. Режимы работы при этом будут отличаться только способом измерения токов и пределами защищаемой зоны.

Поскольку обычно за положительное направление протекания токов принимается направление в сторону защищаемого объекта, процедура определения направления соответствует следующему рисунку. Защищаемая зона ограничивается трансформаторами тока на нейтрали и трансформаторами тока со стороны терминала. Дифференциальная защита в устройстве 7UM62 приводит все токи к номинальному току защищаемого объекта. Все характеристические значения защищаемого объекта (полная мощность, номинальное напряжение), а также номинальные значения первичных токов трансформаторов тока каждой стороны защищаемого объекта вводятся в устройство защиты. Приводимые измеряемые величины уменьшаются благодаря коэффициентам амплитуды.

По причине наличия в первую очередь индуктивного компонента, повреждения на генераторах имеют относительно высокие постоянные времена постоянного тока, вызывающего намагничивание трансформаторов тока. Поэтому трансформаторы тока должны иметь соответствующую конструкцию (см. раздел 2.14.4).

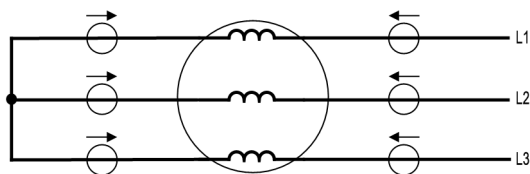


Рисунок 2-38 Определение направления токов для продольной дифференциальной защиты

Использование поперечной дифференциальной защиты является особым случаем. Процедура определения направления токов для этого случая представлено на рисунке ниже.

Для поперечной дифференциальной защиты, подключенные параллельно фазы определяют границу между защищаемой зоной и системой. В этом случае дифференциальный ток появляется только, но всегда, когда существует разница токов в определенной паре фаз, так, что можно допустить наличие аварийного тока в одной из фаз.

Так как в этом случае все токи втекают в защищаемый объект, то, в отличие от всех других вариантов применения функции, для нормальной работы полярность **одного** трансформатора тока необходимо инвертировать, как это указано в Разделе 2.5.1 под заголовком "Подключение групп трансформаторов тока".

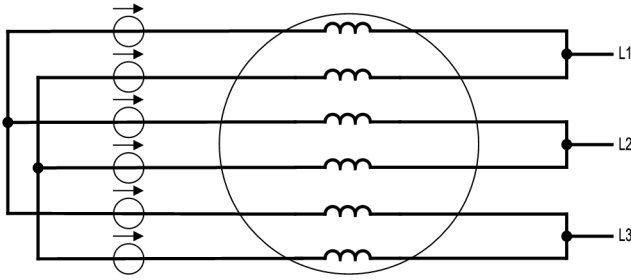


Рисунок 2-39 Определение направления токов для поперечной дифференциальной защиты

Чувствительность защиты в случае применения ее для двигателей также определяется характеристиками трансформаторов тока. В случае асинхронных двигателей их поведение при пуске определяется поведением трансформаторов тока, при этом могут возникнуть значительные дифференциальные токи (см. также раздел "Увеличение значения срабатывания защиты при пуске")

### 2.14.2.2 Примечания по вводу уставок

#### Требования

Предварительным условием работы функции дифференциальной защиты генератора или двигателя является введение при конфигурировании устройства по адресу **120 ДиффЗащита** значения *Генерат/Двигат*.

Еще одной важной уставкой является местоположение нейтрали трансформаторов тока на обеих сторонах защищаемого объекта (адреса **201 ОбщТчТТ->Об Ст1** для стороны 1 и **210 ОбщТчТТ->Об Ст2** для стороны 2, см. Раздел **Данные ЭС1**).

Кроме того, должны быть введены номинальные значения ( $S_{н\text{ ген/двиг}}$ ,  $U_{н\text{ ген/двиг}}$ ) защищаемой электрической машины, а также первичные и вторичные номинальные токи основных трансформаторов тока на обеих сторонах. На основе этих значений определяются уставки. Они также используются, например, для определения первичных измеренных величин.

Информация о нейтрали для каждой стороны необходима для целей контроля измеряемых величин; она была введена в процессе конфигурирования устройства по адресам **242 Общ.Тч Ст1** и **244 Общ.Тч Ст2** (см. Раздел 2.5.1).

#### Увеличение значения срабатывания защиты при пуске защищаемого устройства

Для дополнительной защиты от избыточного функционирования при включении защищаемого объекта существует величина повышения значения срабатывания защиты, вводимая по адресу **2005 УВ.ХАР.Пск.ПУСК**. При поставке устройства эта функция отключена.

Соответствующие параметры находятся по адресам **2051**, **2052** и **2053**. Адрес **2051 I-ТОРМ ПУСКА** используется для ввода значения срабатывания для определения пуска машины. Функция выводится при задании  $I/I_{н0} = 0$ . Уставка **КОЭФ УВЕЛ ХАР** определяет коэффициент увеличения значения срабатывания защиты при пуске машины. Для защиты генераторов и двигателей рекомендуется значение уставки **2052 КОЭФ УВЕЛ ХАР = 2.0**.

#### Характеристика отключения

Параметры характеристики отключения задаются по адресам с **2021** по **2044**. Рисунок 2-40 иллюстрирует значения этих уставок. На рисунке представлены адреса параметров.

Адрес **2021 I-Дифф>** соответствует величине срабатывания для дифференциального тока. Значение срабатывания приводится к номинальному току генератора или двигателя. Для генераторов и двигателей рекомендуется значение от **0.1** до **0.2**.

В дополнение к пороговому значению срабатывания защиты **I-Дифф>**, существует другое пороговое значение. Если превышает это пороговое значение (**2031 I-Дифф>>**), сигнал отключения выдается вне зависимости от наличия тока торможения (быстродействующая ступень отключения без торможения). Уставка для этой ступени должна задаваться выше, чем для ступени **I-Дифф>**. Рекомендуется здесь задавать значение установившегося режима переходного тока КЗ, т.е.:

$$I\text{-Дифф}>> > \frac{1}{X'_d} \cdot I_{\text{ном генер}}$$

При значениях  $x'_d$  между 0.15 и 0.35, значения уставок для **I-Дифф>>** составят приблизительно (от 3 до 7)  $I_{\text{н ген}}$ .

Характеристика отключения имеет еще два отрезка. Адрес **2041 УголНаклона1** определяет угол наклона первого отрезка, начальная точка для которого определяется параметром **2042 Базовая Точка1**. Этот отрезок учитывает пропорциональные погрешности тока. Это, в основном, погрешности трансформации при работе основных трансформаторов тока и входных трансформаторов тока. Если трансформаторы тока идентичны, уставка по умолчанию, равная **0.25**, может быть уменьшена до **0.15**.

Второй отрезок обеспечивает дальнейшее торможение в диапазоне больших токов, которые могут привести к насыщению трансформатора тока. Его базовая точка вводится по адресу **2044 БазоваяТочка2**. Наклон этого отрезка задается по адресу **2043 УголНаклона2**. Этот параметр влияет на торможение при насыщении ТТ. Большее значение приводит к усилению торможения. Уставка по умолчанию, равная **0.5**, является вполне приемлемой.

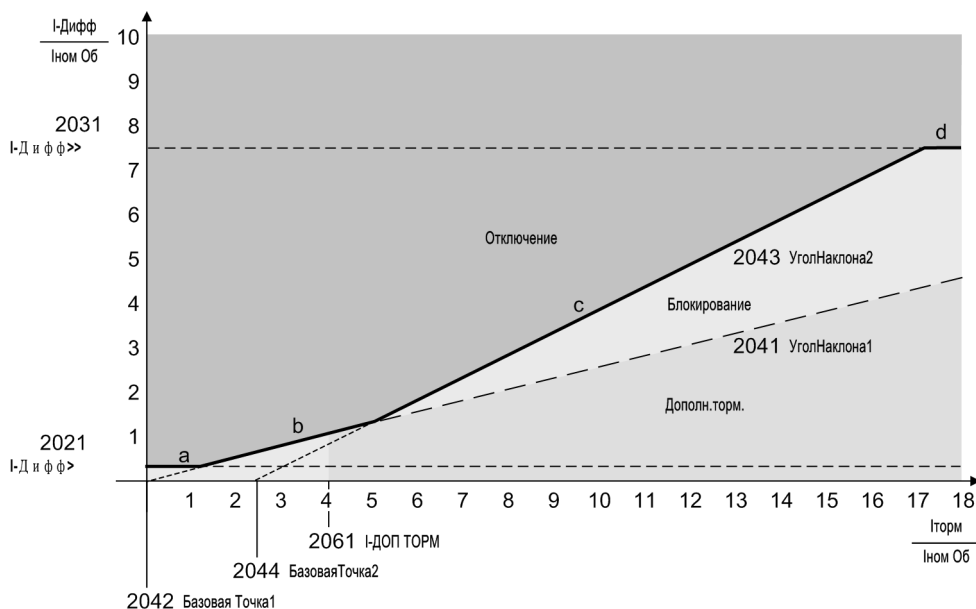


Рисунок 2-40 Параметры, задающие вид характеристики отключения

### Дополнительное торможение при насыщении трансформаторов тока

При возникновении внешних КЗ с очень большими значениями токов имеет смысл ввести дополнительно торможение (адрес **2061 I-ДОП ТОРМ**) (торможение насыщения). Обратите

внимание на то, что ток торможения является арифметической суммой токов на входе и выходе защищаемой зоны, т.е. он в два раза больше протекающего через объект тока. Здесь нужно оставить уставку по умолчанию. Максимальная длительность дополнительного торможения вводится по адресу **2062 Т-ДОП ТОРМ**, она кратна одному циклу. Это время является максимальным временем блокировки после выхода из области дополнительного торможения во время высокоточных внутренних КЗ. При определенных условиях значение уставки зависит от времени разомкнутости расположенного выше контакта. Уставка по умолчанию является достаточной.

### Выдержки времени

В особых случаях может быть полезно задержать сигнал отключения от дифференциальной защиты. Для этого можно задать дополнительную выдержку времени. Запуск таймера **2026 Т I-ДИФФ>** осуществляется при обнаружении внутренних КЗ на генераторе или двигателе. **2036 Т I-ДИФФ>>** - это выдержка времени для отключающей ступени **I-Дифф>>**. Дополнительная временная ступень вводится для каждой ступени дифференциальной защиты для каждой фазы. Выдержка времени возврата связана с минимальной длительностью команды отключения функций защиты.

Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

## 2.14.3 Защищаемый объект - трансформатор

Трансформаторы по ряду причин могут увеличивать значения дифференциальных токов даже при нормальной работе.

### 2.14.3.1 Описание функции

#### Рассогласование трансформаторов тока

Различия в согласовании трансформаторов тока по номинальному току трансформатора встречаются нередко. Эти различия приводят к ошибочному выявлению дифференциального тока.

#### Управление напряжением с помощью РПН

Управляющие напряжением переключатели обмоток трансформатора (обычно синфазные регуляторы) изменяют коэффициент трансформации и значение номинального тока трансформатора. При этом происходит рассогласование трансформаторов тока и возникает дифференциальный ток.

#### Бросок тока намагничивания

При включении объекта трансформаторы могут поглощать значительные токи намагничивания (бросковые токи), которые при этом втекают в защищаемую зону, но не вытекают из нее, действуя, таким образом, как аварийные токи, втекающие с одной стороны защищаемой зоны.

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.



## Перевозбуждение

При работе трансформатора на избыточном напряжении наличие нелинейной кривой намагничивания ведет к увеличению токов намагничивания, что, в свою очередь, также приводит к наличию дифференциального тока.

## Группа соединений обмоток трансформатора

В зависимости от конфигурации, трансформаторы имеют различные группы соединений обмоток, что ведет к сдвигу углов фаз между первичной и вторичной сторонами. При отсутствии соответствующей коррекции этот сдвиг фаз может привести к возникновению дифференциального тока.

В нижеследующих разделах руководства описаны функциональные блоки дифференциальной защиты, предназначенные для решения этих проблем.

## Количественное согласование измеряемых величин

Входные токи преобразуются относительно номинальных токов силового трансформатора. Номинальные значения трансформатора, т.е. номинальная полная мощность, номинальные напряжения и первичные номинальные токи ТТ, вводятся в устройство защиты, при этом коэффициент коррекции  $k_{\text{ТТ}}$  рассчитывается согласно следующей формуле:

$$k_{\text{ТТ}} = \frac{I_{\text{р, ТТ}}}{I_{\text{ном объекта}}} = \frac{I_{\text{р, ТТ}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}{S_{\text{ном}}}$$

где

$I_{\text{р, ТТ}}$	первичный номинальный ток ТТ
$I_{\text{ном}}$	первичный номинальный ток защищаемого объекта
$S_{\text{н}}$	номинальная полная мощность защищаемого объекта
$U_{\text{н}}$	номинальное напряжение
$k_{\text{ТТ}}$	коэффициент корректировки

Такая корректировка применяется для обеих сторон защищаемого объекта.

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

## Согласование групп соединений обмоток трансформатора

Блочные трансформаторы устройства часто бывают соединены по схеме звезда - треугольник, при этом соединение треугольником - со стороны генератора. Для обеспечения максимальной полноты использования устройства 7UM62, при разработке его программного обеспечения были учтены все представимые комбинации групп соединений обмоток трансформатора. Основным принцип цифровой коррекции групп соединений объясняется на примере Y(N)d5-трансформатора.

Сторона с более высоким напряжением подключается звездой, с более низким - треугольником. Чередование фаз составит  $n \cdot 30^\circ$  (т.е.  $5 \cdot 30^\circ = 150^\circ$ ). Сторона 1 (сторона большего напряжения) является опорной системой. Процедура согласования групп соединений преобразует токи, протекающие со стороны 1 на сторону 2.

**Системы с незаземленной нейтралью**

На следующем рисунке представлена группа соединений трансформатора, векторная диаграмма для симметрично протекающих токов и правила трансформации для системы с изолированной нейтралью.

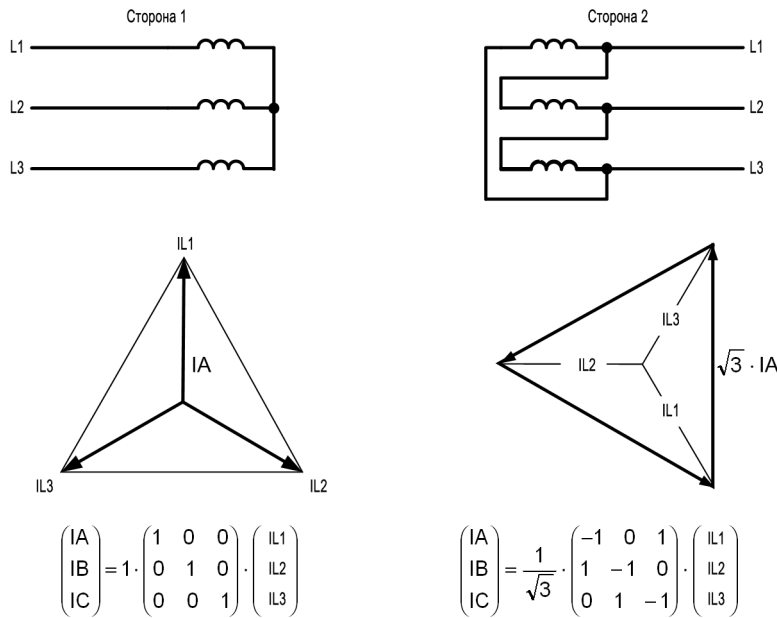


Рисунок 2-41 Согласование группы соединений для Y(N) d5 - трансформатора (с изолированной нейтралью)

На стороне 2 разность токов  $I_{L3} - I_{L1}$ , дает ток  $I_A$ , который имеет то же направление, что и ток  $I_A$  на стороне 1. Умножение на  $1/\sqrt{3}$  приводит к согласованию измеряемых величин. Матрица содержит коэффициенты конвертации для всех трех фаз.

**Системы с заземленной нейтралью трансформатора**

На рисунке ниже показан пример группы соединения обмоток YNd5 с заземлением нейтрали на стороне звезды.

В этом случае удаляются токи нулевой последовательности. В правой части следующего рисунка токи нулевой последовательности автоматически удаляются при формировании разности токов, так же, как и в трансформаторе, где за пределами треугольной обмотки не может быть токов нулевой последовательности. С левой стороны удаление токов нулевой последовательности происходит на основе матричного уравнения, например:

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

Поскольку токи нулевой последовательности удаляются, токи повреждения, которые протекают через трансформатор тока при замыканиях на землю в случае, если точка заземления лежит в защищаемой зоне (нейтраль трансформатора), не оказывают вредного влияния без принятия каких-либо специальных внешних мер.

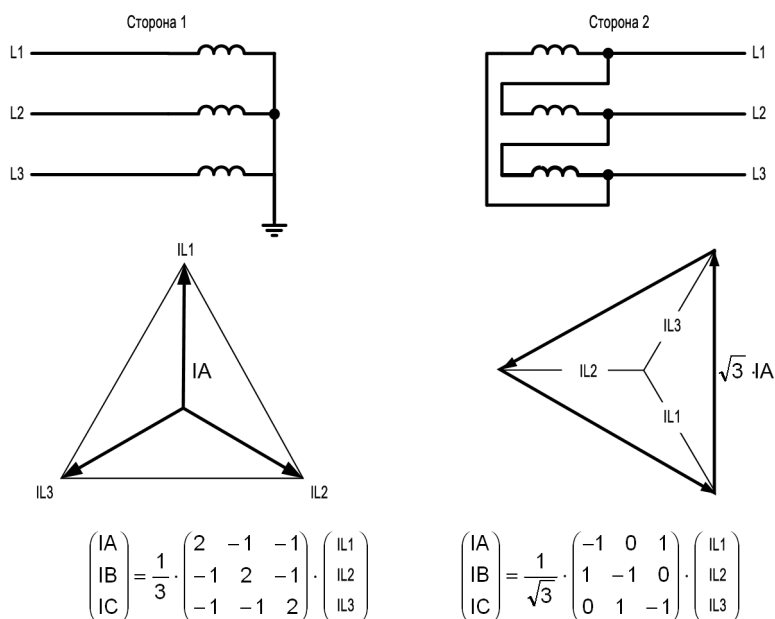


Рисунок 2-42 Согласование группы соединений для Y(N) d5 - трансформатора (с заземленной нейтралью)

На следующем рисунке слева токи нулевой последовательности могут возникнуть, например, в случае внешнего повреждения, справа - не возникнут. Если токи сравниваются без предварительного удаления тока нулевой последовательности, будет получен неверный результат (наличие дифференциального тока в отсутствие повреждения). Следовательно, ток нулевой последовательности на стороне 1 должен быть удален. Ток нулевой последовательности вычитается из фазных токов. Правила расчета приведено в левой части матрицы на рис.2-42.

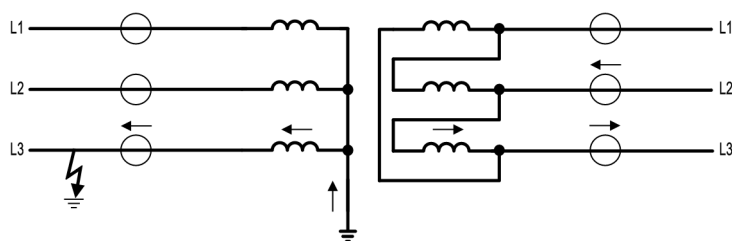


Рисунок 2-43 Пример замыкания на землю вне защищаемой зоны с распределением токов

### 2.14.3.2 Примечания по вводу уставок

#### Требования

Предварительным условием работы функции дифференциальной защиты трансформатора является введение при конфигурировании устройства по адресу **120 ДиффЗащита** значения **3-фТрансформ.**

Для правильного определения дифференциального тока необходимо правильно задать полярность групп трансформаторов тока. Это делается при конфигурировании путем ввода уставки местоположения нейтрали трансформаторов тока на обеих сторонах защищаемого

объекта (адреса **201 ОбщТчТТ->Об Ст1** для стороны 1 и **210 ОбщТчТТ->Об Ст2** для стороны 2, см. Подраздел **Данные ЭС1**).

Также запрашиваются номинальные величины ( $S_{Н\text{ ТРАНСФ}}$ ,  $U_{Н\text{ ОБМОТ СТ1}}$ ,  $U_{Н\text{ ОБМОТ СТ2}}$ ) обеих сторон трансформатора, а также первичный и вторичный номинальные токи трансформаторов тока на обеих сторонах. На основе этих значений определяются уставки. Они также используются, например, для определения первичных измеренных величин.

Информация о состоянии нейтрали на обеих сторонах необходима для устранения тока нулевой последовательности и контроля измеряемых величин (контроль суммы токов); данные о нейтрали уже были введены при конфигурировании по адресам **242 Общ.Тч Ст1** и **244 Общ.Тч Ст2** (см. Подраздел 2.5.1).

### Согласование абсолютных величин и групп соединений обмоток трансформатора

При использовании для защиты трансформатора устройство 7UM62 на основе номинальных величин трансформатора автоматически вычисляет формулу для совпадения токов, которая необходима для учета группы соединения обмоток и различий в номинальных токах обмоток. Преобразование токов осуществляется таким образом, что чувствительность защиты всегда соответствует номинальной мощности трансформатора. Вообще для согласования групп соединений обмоток или для ручной конвертации номинальных токов не требуется никаких схем (диаграмм).

Для каждой обмотки устройству требуются следующие данные:

- Номинальная полная мощность  $S_{Н}$  в МВА (см. выше),
- Номинальное напряжение  $U_{Н}$  в кВ (см. выше)
- Цифровые величины групп соединений обмоток
- Номинальный ток группы трансформаторов тока в точке А (см. выше).

Обмотка 1 определена в качестве опорной, поэтому для нее не нужны цифровые величины, остальные обмотки нормируются по ней.

В качестве опорной, как правило, выбирают обмотку с самым большим напряжением. Если в качестве опорной обмотки используется не сторона высшего напряжения, то нужно учесть, что это изменяет значение группы соединения обмоток: Например, обмотки трансформатора Ду5 рассматриваются со стороны Y как Yd7.

Если обмотка трансформатора имеет возможность регулирования, то в качестве  $U_{Н}$  используется не действующее номинальное напряжение обмотки, а напряжение, соответствующее среднему значению тока в диапазоне регулирования.

Напряжение вводят равным

$$U_{НОМ} = 2 \cdot \frac{U_{МАКС} \cdot U_{МИН}}{U_{МАКС} + U_{МИН}} = \frac{2}{\frac{1}{U_{МИН}} + \frac{1}{U_{МАКС}}}$$

Если значение уставки защиты должно рассчитываться только с использованием вторичных единиц (например, при наличии внутреннего согласования трансформаторов), заводские параметры трансформатора можно не изменять. Предварительные уставки данных трансформатора применяются для коэффициента согласования тока 1:1 без сдвига фаз.

### Устранение тока нулевой последовательности

Если ток нулевой последовательности устраняется из фазных токов, состояние нейтралей обмоток не имеет значения. Токи повреждения, которые протекают через трансформатор тока при замыканиях на землю в сети в случае, если точка заземления лежит в защищаемой зоне (нейтраль трансформатора), нейтрализуются без каких-либо специальных внешних мер. Устранение происходит при вводе значения параметра **STARPOINT S\* = earthed** (см. рис. „Адаптация групп присоединений обмоток в случае заземленной нейтрали“ в описании функций данного подраздела).

В системах с резонансно-заземленной или изолированной нейтралью можно обойтись без устранения тока нулевой последовательности, т.к. нейтраль обмотки защищаемого трансформатора не имеет соединения с землей, даже в случае подключения через катушку Петерсена или разрядник для защиты от перенапряжений. В этом случае устройство защиты устраняет любое двойное замыкание на землю с одной точкой в защищаемой зоне вне зависимости от приоритетов этих двойных замыканий на землю (см. „Системы с незаземленной нейтралью“ и рис. „Согласование группы соединений для Y(N) d5 - трансформатора (с изолированной нейтралью)“).

### Увеличение значения срабатывания защиты при пуске защищаемого устройства

Для дополнительной защиты от избыточного функционирования при включении защищаемого объекта существует величина повышения значения срабатывания защиты, вводимая по адресу **2005 УВ.ХАР.Пск.ПУСК**. Поскольку эта уставка в основном рассчитана на использование при защите генераторов и двигателей, уставка по умолчанию сначала будет **ВЫКЛ** для случая, если **трансформатор с 2-мя обмотками** выбран в качестве защищаемого объекта.

Соответствующие параметры находятся по адресам **2051**, **2052** и **2053**. Адрес **2051 I-ТОРМ ПУСКА** используется для ввода значения срабатывания для определения пуска машины. Функция выводится при задании  $I/I_{нОб} = 0$ . Уставка **КОЭФ УВЕЛ ХАР** определяет коэффициент увеличения значения срабатывания защиты при пуске машины. Для защиты трансформатора рекомендуется значение уставки **2052 КОЭФ УВЕЛ ХАР = 1.0**. Для переключения внешних нагрузок, двигателей или трансформаторов, его нужно увеличить до **2.0**. По причине высоких постоянных времени отрезок **b** характеристики может быть превышен на короткое время в случае несогласованности трансформаторов тока.

### Гармоническое торможение

Модуль торможения броска тока намагничивания в устройстве может вводиться и выводиться по адресу **2006 ТормТокНам2ГАРМ**. Он работает по принципу оценки содержания второй гармоники в броске тока при включении. При поставке устройства значение соотношения  $I_{2гн}/I_{гн}$  введено равным 15% и его можно, в принципе, не изменять. Но величину для торможения можно и ввести. Для обеспечения дополнительного торможения в особых случаях, когда условия включения особенно неблагоприятны, по адресу **2071 2-ая\_Гармоника** можно ввести меньшее значение.

## Перекрестная блокировка

Торможение при броске тока можно дополнить так называемой функцией "перекрестной блокировки". Это означает, что превышение содержания гармоники только в одной фазе вызывает блокировку всех трех фаз дифференциальной ступени **ИДИФФ**>. Длительность действия перекрестной блокировки после превышения значения дифференциального тока вводится по адресу **2072 ВрПерекрБлок**. Уставка задается как множитель для длительности цикла переменного тока. Ввод уставки, равно **0**, означает, что защита может осуществить отключение при однофазном замыкании, даже если ток намагничивания протекает в другой фазе. Когда задано  $\infty$ , то функция перекрестной блокировки эффективна всегда. Длительность блокировки задается при пуско-наладке устройства. Уставка по умолчанию, равная **3**, является вполне приемлемой.

Кроме второй гармоники, в устройстве **7UM62** имеется торможение и по другим гармоникам. Адрес **2007 Торм.п-ГАРМ** используется для отключения торможения по гармоникам или для выбора подходящей для этого гармоники. Можно выбрать третью или пятую гармонику.

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

Преобразовательные трансформаторы также являются источником нечетных гармоник, которые на практике отсутствуют при внутренних коротких замыканиях.

Содержание гармоники для блокировки дифференциальной защиты задается по адресу **2076 п-ая ГАРМОНИКА**. При использовании для торможения перевозбуждения пятой гармоники используют значение **30%** (уставка по умолчанию).

Торможение с использованием гармоник работает пофазно. Однако, также возможно - как и для торможения при бросках тока - задать, чтобы защита работала таким образом, что при превышении содержания гармоники блокируется не только фаза, в которой это превышение было зафиксировано, но и все другие фазы дифференциальной ступени **ИДИФФ**> (так называемая функция "перекрестной блокировки"). Длительность действия перекрестной блокировки после превышения значения дифференциального тока вводится по адресу **2077 ДЛ БЛК. п-ГАРМ**. Уставка задается как множитель для длительности цикла переменного тока. Ввод уставки, равно **0**, означает, что защита может осуществить отключение при однофазном замыкании, даже если высшие гармоники присутствуют в другой фазе. Когда задано  $\infty$ , то функция перекрестной блокировки эффективна всегда.

Если дифференциальный ток превысит кратный номинальному току трансформатора ток, введенный по адресу **2078 ИдифМакс п Гарм**, торможения по высшим гармоникам осуществляться не будет.

## Характеристика отключения

Параметры характеристики отключения задаются по адресам с **2021** по **2044**. Значение параметров можно увидеть на следующем рисунке. На рисунке представлены адреса параметров.

Адрес **2021 I-Дифф**> соответствует величине срабатывания для дифференциального тока. Это - полный ток повреждения, протекающий через защищаемую зону, вне зависимости от его распределения между обмотками защищаемого трансформатора. Величина пуска защиты приводится к номинальному току, соответствующему номинальной полной мощности трансформатора. Для трансформаторов уставка должна быть выбрана в пределах от **0.2** до **0.4**. При пуско-наладке устройства необходимо проверить, чтобы величина пуска была как минимум в два раза больше максимального дифференциального тока при работе в установившемся режиме.

В дополнение к пороговому значению срабатывания защиты **I-Дифф>**, существует другое пороговое значение. Если превышаетя это пороговое значение (**2031 I-Дифф>>**), сигнал отключения выдается вне зависимости от наличия тока торможения (быстродействующая ступень отключения без торможения). Уставка для этой ступени должна задаваться выше, чем для ступени **I-Дифф>**. Как правило, берется значение более  $1/u_k$  трансформатора.

Характеристика отключения имеет еще два дополнительных отрезка (см. следующий рисунок). Адрес **2041 УголНаклона1** определяет угол наклона первого отрезка, начальная точка для которого определяется параметром **2042 Базовая Точка1**. Этот отрезок учитывает пропорциональные погрешности тока. Это, главным образом, погрешности основных трансформаторов тока и, особенно, дифференциальные токи, которые могут возникнуть при крайнем положении РПН трансформатора в возможном диапазоне регулирования. Этот отрезок характеристики ограничивает область торможения. Предусмотренное значения угла наклона, равное 0.25, должно быть достаточным для диапазона регулирования до 20%. Если у трансформатора больший диапазон регулирования, угол наклона нужно соответственно увеличить.

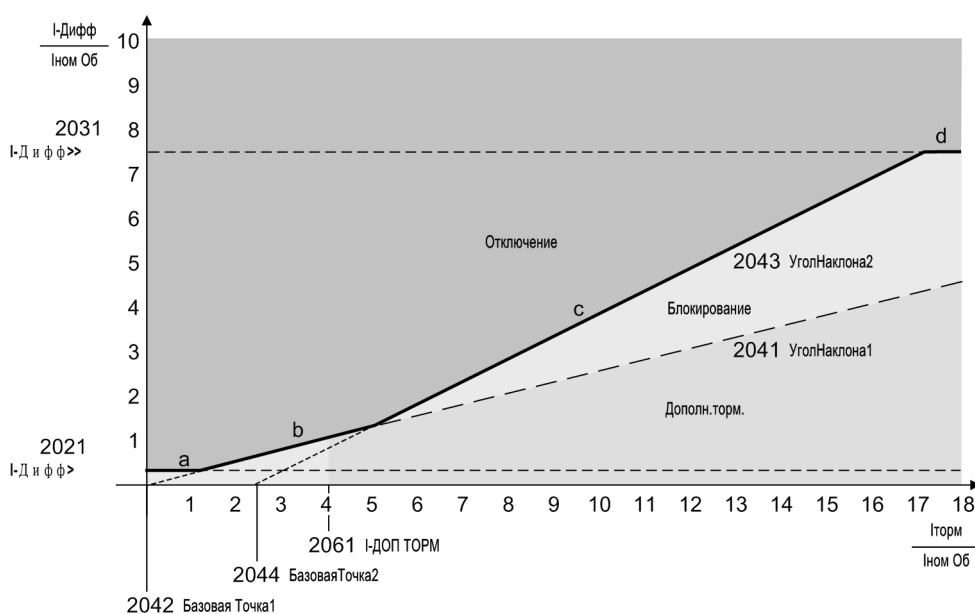


Рисунок 2-44 Параметры, задающие вид характеристики отключения

Второй отрезок обеспечивает дальнейшее торможение в диапазоне больших токов, которые могут привести к насыщению трансформатора тока. Базовая точка этого отрезка задается по адресу **2044 БазоваяТочка2** и приводится к номинальной мощности ТТ. Наклон этого отрезка задается по адресу **2043 УголНаклона2**. Этот параметр влияет на торможение при насыщении ТТ. Большее значение приводит к усилению торможения.

### Дополнительное торможение при насыщении трансформатора тока

При возникновении внешних КЗ с очень большими значениями токов имеет смысл ввести дополнительно торможение (адрес **2061 I-ДОП ТОРМ**) (торможение насыщения). Обратите внимание на то, что значение тока торможения представляет собой арифметическую сумму токов, проходящих сквозь обмотки, т.е. он в два раза больше протекающего через объект тока. Здесь нужно оставить уставку по умолчанию. Максимальная длительность дополнительной стабилизации вводится по адресу **2062 Т-ДОП ТОРМ**, она кратна одному циклу. Это время является максимальным временем блокировки после выхода из области дополнительного торможения во время высокоточных внутренних КЗ. При определенных

условиях значение уставки зависит от времени разомкнутости расположенного выше контакта. Уставка по умолчанию является достаточной.

### Выдержки времени

В особых случаях может быть полезно задержать сигнал отключения от дифференциальной защиты. Для этого можно задать дополнительную выдержку времени. Выдержка времени **2026 Т I-ДИФФ>** запускается при обнаружении внутреннего повреждения на трансформаторе. **2036 Т I-ДИФФ>>** - это выдержка времени для отключающей ступени **2031 I-Дифф>>**. Дополнительная временная ступень вводится для каждой ступени дифференциальной защиты для каждой фазы. Выдержка времени возврата связана с минимальной длительностью команды отключения функций защиты. Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

## 2.14.4 Требования к трансформаторам тока

Для работы функции дифференциальной защиты большое значение имеют требования, предъявляемые к трансформаторам тока. Быстродействующая ступень отключения (Iдифф >>) использует мгновенные значения и поэтому может надежно устранять внутренние высокоточные замыкания. Для определения первичного номинального тока ТТ на практике используются обычные общие процедуры. Он должен быть выбран равным или большим, чем номинальный ток защищаемого объекта.

### 2.14.4.1 Описание функции

#### Рекомендации по конструкции

Вероятность возникновения внешних КЗ определяет требования, предъявляемые к ТТ по причине возможного наличия апериодической составляющей тока. При возникновении КЗ на силовых трансформаторах необходимо наличие запаса времени минимум 5 мс до насыщения трансформатора. Две следующие таблицы содержат сводку конструктивных особенностей трансформаторов. Данные в таблицах соответствуют стандартам МЭК 60044-1 и МЭК 60044-6. Уравнения для расчета требований по напряжениям в точках изгиба характеристик приведены в таблице 2-7.

Таблица 2-5 Коэффициенты максимального тока

Необходимый коэффициент рабочего максимального тока	Результирующий коэффициент номинального максимального тока
$K_{ALF}' = K_{td} \cdot \frac{I_{pSSC}}{I_{pN}}$	$K_{ALF} = \frac{R_{BC} + R_{Ct}}{R_{BN} + R_{Ct}} \cdot K_{ALF}'$

где

$K_{td}$  переходный размерный коэффициент

$I_{pSSC}$  первичный симметричный ток КЗ

$I_{pN}$  первичный номинальный ток ТТ

$R_{BC}$  подключенная нагрузка



$R_{BN}$  номинальная нагрузка

$R_{Ct}$  внутренняя нагрузка

Таблица 2-6 Требования к трансформатору

	Трансформатор	Генератор
Переходный размерный коэффициент $K_{td}$	$\geq 4$ при $\tau_N$ 100 ms	$> (4 \text{ to } 5)$ , при $\tau_N > 100 \text{ ms}$
Симметричный ток КЗ $I_{psc}$	$\approx \frac{1}{u_{\text{симм.тока}}} \cdot I_p \text{ ном трансф}$	$\approx \frac{1}{x_d''} \cdot I_p \text{ ном ген}$
Пример	$u_K = 0.1$ $n' > 40$	$x_d'' = 0.12$ $n' > (34 \text{ to } 42)$
Примечание: Всегда используйте одинаковые трансформаторы	Мощность 10 или 15 ВА Пример трансформатора сети: 10P10 10 или 15 ВА ( $I_{H \text{ втор}} = 1 \text{ A}$ или 5 A)	Обратите внимание на внутреннюю нагрузку! Пример: $I_{H \text{ ген}}$ прикл. от 1000 до 2000 A 5P15 15 ВА ( $I_{H \text{ втор}} = 1 \text{ A}$ или 5 A) $I_{H \text{ ген}} > 5000 \text{ A}$ 5P20 30 ВА ( $I_{H \text{ втор}} = 1 \text{ A}$ или 5 A)

где

$u_K$  полное сопротивление трансформатора

$X_d$  переходное реактивное сопротивление по продольной оси

$I_{sN}$  вторичный номинальный ток ТТ

$\tau_N$  постоянная времени энергосистемы

Таблица 2-7 Напряжения в точках изгиба характеристик

МЭК	Британский стандарт	ANSI
$U = K_{ALF} \cdot (R_{Ct} + R_{BN}) \cdot I_{sN}$	$U = \frac{(R_{Ct} + R_{BN}) \cdot I_{sN}}{1,3} \cdot K_{ALF}$	$U = 20 \cdot I_{s \text{ ном}} \cdot (R_{Ct} + R_{BN}) \cdot \frac{K_{ALF}}{20}$ $I_{s \text{ ном}} = 5 \text{ A}$ (типичное значение)

где

$U$  напряжение в точке изгиба характеристики

$n$  коэффициент номинального максимального тока

$I_{sN}$  вторичный номинальный ток ТТ

$R_{BN}$  номинальная нагрузка

$R_{Ct}$  внутренняя нагрузка

## 2.15 Заш. от зам на землю с ограниченной зоной

Дифференциальная защита от замыканий на землю выявляет замыкания на землю на генераторах и трансформаторах с низкоомным или глухим заземлением. Она селективна и более чувствительна, чем классическая дифференциальная защита (см. Раздел 2.14.1).

Типичной ситуацией, когда применяется этот вид защиты, является наличие нескольких присоединенных к одной шине генераторов, когда один из генераторов имеет низкоомное заземление. Другим случаем применения защиты является подключение звездой обмоток трансформатора.

При применении для автотрансформаторов, заземляющих трансформаторов и шунтирующих реакторов компания Сименс рекомендует использовать устройство 7UT612.

Для генераторов с высокоомным заземлением используется функция защиты от замыканий на землю, описанная в Разделе 2.28.

### 2.15.1 Описание функции

#### Варианты подключения

На следующем рисунке даны два типичных варианта подключения. Для варианта со схемы 1 ток нулевой последовательности рассчитывается на основе измеренных фазных токов, ток нейтрали измеряется непосредственно. Этот вариант подключения подходит для трансформаторов и для генераторов с непосредственным (низкоомным) заземлением.

Для варианта со схемы 2 оба тока нулевой последовательности рассчитываются на основе измеренных фазных токов. Защищаемый объект располагается между трансформаторами тока. Этот метод измерения нужно использовать для генераторов при подключении к шинам, при питании шины несколькими генераторами, когда любой из генераторов заземлен.

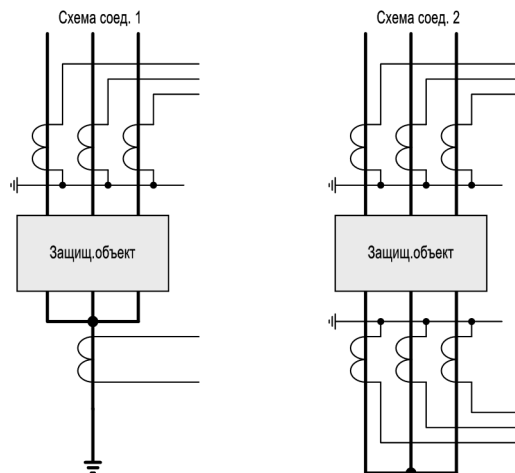


Рисунок 2-45 Схемы подключения дифференциальной защиты от замыканий на землю

#### Принцип измерения

Два возможных варианта применения дифференциальной защиты от замыканий на землю отличаются друг от друга только методом определения тока нулевой последовательности. Это показано на следующем рисунке, рисунок изображает также метод определения

направления тока. Основная идея метода: опорные стрелки указывают положительное направление в сторону защищаемого объекта.

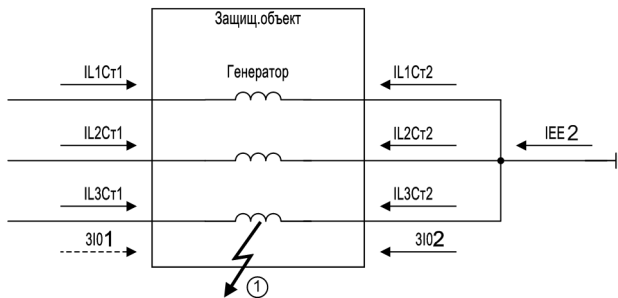


Рисунок 2-46 Схема подключения и определение векторов тока

Для обоих способов измерения используется принцип сложения векторов фазных токов на одной стороне (всегда на стороне 1 для устройства 7UM62), которое дает ток нулевой последовательности. Правило расчета для стороны 1 таково:

$$3I_{01} = I_{L1Cт1} + I_{L2Cт1} + I_{L3Cт1}$$

Для расчета второго тока нулевой последовательности возможны два варианта:

С одной стороны его можно измерить непосредственно как ток нейтрали на входе  $I_{EE2}$  ( $I_{St} = I_{EE2}$ ). С другой стороны его можно рассчитать на основе данных трансформаторов тока на стороне нейтрали (всегда сторона 2 для устройства 7UM62). Формулы расчета таковы:

$$3I_{02} = I_{St} = I_{EE2}$$

or

$$3I_{02} = I_{L1Cт2} + I_{L2Cт2} + I_{L3Cт2}$$

При появлении замыкания на землю в защищаемой зоне, там всегда будет существовать ток нейтрали  $I_{St}$  или ток нулевой последовательности, протекающий через ТТ на стороне 2 ( $3I_{02}$ ). В зависимости от условий заземления сети, при этом может существовать ток заземления ( $3I_{01}$ ), протекающий через ТТ на стороне 1 в сторону повреждения (пунктирная стрелка). При определении направления тока, однако, ток нулевой последовательности  $3I_{01}$  будет больше или меньше в фазе, несущей ток нейтрали.

При появлении замыкания на землю вне защищаемой зоны, (см. следующий рисунок, место повреждения 2), будет присутствовать также и ток нейтрали  $I_{St}$  или ток нулевой последовательности, протекающий через трансформаторы тока на стороне 2 ( $3I_{02}$ ), а также ток нулевой последовательности, протекающий через трансформаторы тока на стороне 1 ( $3I_{01}$ ). Ток нулевой последовательности должен быть одинаков во всех трех возможных точках измерения. Поскольку направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное, ток нулевой последовательности, протекающий на стороне 1 ( $3I_{01}$ ) противоположен по фазе току нейтрали  $I_{St}$  или расчетному нулевому току фазы на стороне 2 ( $3I_{02}$ ).

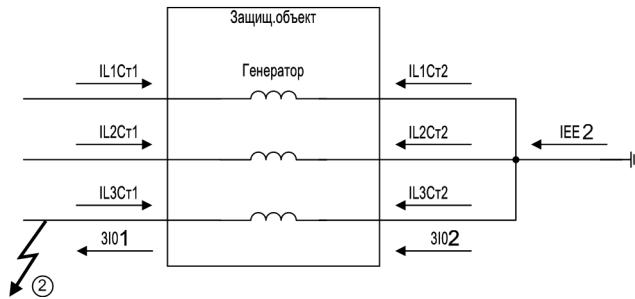


Рисунок 2-47 Пример внешнего повреждения

Когда при внешнем повреждении через защищаемую зону протекает большой ток, различия в характеристиках намагничивания трансформаторов фазного тока при условии насыщения могут вызвать значительный суммарный ток, который схож с током замыкания на землю, втекающим в защищаемую зону. Необходимо принять меры для предотвращения выдачи команды отключения при появлении этого тока. То же самое может произойти при наличии, например, значительных нагрузок с высокой индуктивной составляющей (и, следовательно, большими постоянными времени), таких, как включенные двигатели или трансформаторы.

По этим причинам функция дифференциальной защиты от замыкания на землю располагает рядом процедур торможения, которые значительно отличаются от обычных способов торможения (см. заголовок "Методы торможения").

### Обработка измеренных значений

Функция дифференциальной защиты от замыкания на землю сравнивает основную гармонику токов нулевой последовательности обеих сторон ( $3I_{01}$  и  $3I_{02}$ ) и рассчитывает на основе их величин дифференциальный ток и ток торможения (стабилизации).

$$I_{0-дифф} = 3I_{01} + 3I_{02}$$

$$I_{0-торм} = 3I_{01} \cdot 3I_{02}$$

В зависимости от конфигурации, ток  $3I_{02}$  может быть расчетным током нулевой последовательности стороны 2 или непосредственно измеренным током нейтрали  $I_{St}$ .

В неповрежденном состоянии и при наличии идеальных ТТ токи нулевой последовательности будут нулевыми, и, следовательно, нулевыми будут дифференциальный ток и ток торможения. Для устранения влияния ошибок ТТ торможение осуществляется в соответствии с характеристикой, представленной на следующем рисунке.

В случае внешнего замыкания на землю дифференциальный ток будет нулевым или минимальным, а ток торможения будет равен двум токам повреждения. Измеренные величины будут находиться внутри зоны торможения. Внутреннее замыкание на землю, с другой стороны, дает абсолютно равные дифференциальный ток и ток торможения. Эта ситуация попадает в зону отключения (вдоль пунктирной линии).

Величина срабатывания защиты задается степенью **I-Диф33**.

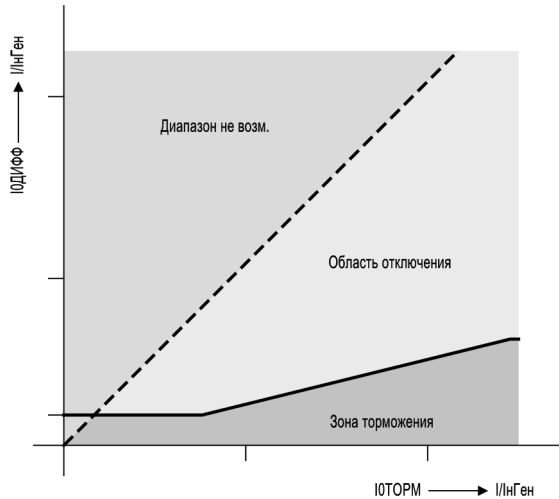


Рисунок 2-48 Характеристики отключения и торможения

Для конфигураций, где ток нейтрали измеряется непосредственно (например, в случае дифференциальной защиты от замыканий на землю трансформаторов), ток нейтрали выясняется дополнительно к определению характеристики отключения. Это дает дополнительное торможение, направленное против таких проблем на ТТ, как неправильное определение тока нулевой последовательности на основании значений фазных токов на стороне 1. Ток нейтрали также должен превысить значение тока срабатывания защиты **I-Диф33>**.

Для компенсации различий в первичных номинальных значениях токов ТТ номинальные токи трансформаторов тока согласовываются с номинальным током защищаемого объекта.

### Методы торможения

Целью работы функции дифференциальной защиты от замыканий на землю является обнаружение повреждений с низким значением тока повреждения. Для этого необходима чувствительная уставка. Серьезным источником ошибочной работы функций защиты являются различия в переходных магнитных характеристиках фазных трансформаторов тока. Здесь необходимо учитывать такие факторы, как различные характеристики трансформации постоянного тока и условия насыщения.

Ошибочное срабатывание защиты в случае внешних замыканий на землю необходимо исключить.

Основным фактором для этого является использование согласованных по фазам трансформаторов тока, так, чтобы их токи погрешности (дающие ток нулевой последовательности) в установившемся режиме были минимальны.

Дополнительные методы торможения:

- Дополнительная оценка тока нейтрали (см. выше)

Только при наличии замыкания на землю ток может протекать через нейтраль трансформаторов тока. Знание этого факта помогает избежать ошибочного срабатывания без повреждения по причине ошибок передачи фазных токов трансформаторов. Этот метод также эффективен для замыканий не на землю. Условием использования метода является наличие нейтрали ТТ в конфигурации. Метод обычно не может быть использован для генераторов, присоединенных к шинам.

- Оценка направления тока нулевой последовательности

Эта функция контроля служит для исключения ошибочного отключения при наличии внешних повреждений. Для этого оценивается направление тока нулевой последовательности. В идеальном случае токи должны быть в фазе во время внутреннего повреждения и в противофазе при внешнем повреждении. Пороговое значение угла составляет  $90^\circ$ . На следующем рисунке показано, что характеристика контроля разбита на 2 зоны. Если условия КЗ очевидны, немедленно выдается команда отключения (зона I) или блокировки (зона III). В зоне II перед принятием решения выполняются дополнительные измерения. Если ток нулевой последовательности слишком мал (зона IV), критерий направления неэффективен, и угол берется равным  $0^\circ$ .

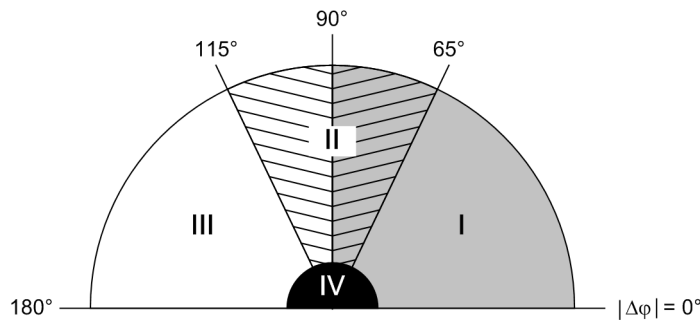


Рисунок 2-49 Рабочие диапазоны критерия направления

- Контроль фазного тока

Во избежание ошибочного отключения по причине насыщения трансформатора тока при внешнем КЗ, функция защиты блокируется сразу по достижении максимального значения фазного тока. Для этой цели осуществляется контроль фазного тока на стороне 1. Как только один из фазных токов превышает пороговое значение, включается блокировка. Включение этой блокировки не влияет отрицательным образом на работу защиты в целом, т.к. повреждения с высоким током успешно устраняются другими функциями защиты, например, дифференциальной защитой, дистанционной защитой и МТЗ.

- Контроль напряжения нулевой последовательности

В случае, когда трансформаторы фазного тока моделируют токи нулевой последовательности на вторичной стороне после добавления нагрузки, а также в отсутствие непосредственной оценки тока нейтрали, необходимо использовать процедуру контроля напряжения нулевой последовательности. Она также дает возможность дополнительного торможения в случае возникновения внешних замыканий не на землю. Напряжение нулевой последовательности рассчитывается на основе значений фазных напряжений. При обнаружении напряжения нулевой последовательности выдается сигнал запуска данной процедуры.

## Логические принципы

Логика взаимодействия всех сигналов и большинства важных уставок, а также выдачи сигналов, представлена на следующей логической схеме (см. следующий рисунок). Функция может быть заблокирована через дискретный вход „>БЛК Огр33“. Используя CFC, через этот вход можно также заблокировать другие процедуры, например, если измеренное напряжение нулевой последовательности должно поступать через вход  $U_E$ . Это может быть необходимо в том случае, если входы напряжения подключены к трансформатору напряжения разомкнутым треугольником.

На рисунке ниже показана блокировка фазных токов и их пуск на основе расчетного напряжения нулевой последовательности. Далее следует контроль рабочих характеристик с возможностью дополнительной оценки тока нейтрали, а также угла направления. При соблюдении всех условий дифференциальная защита от замыканий на землю срабатывает. Таймер **Т I-Диф33>** обычно устанавливается в ноль.

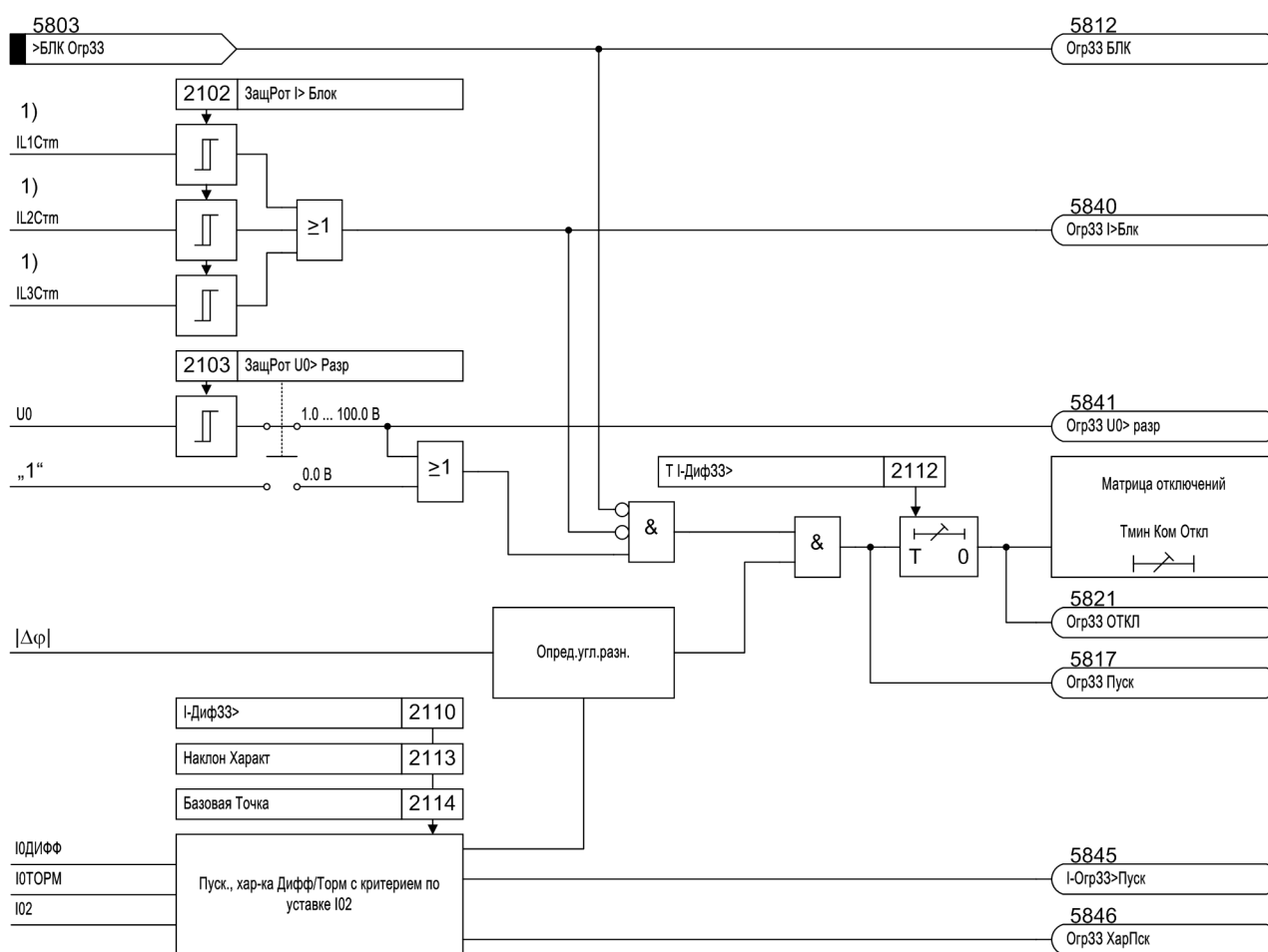


Рисунок 2-50 Логическая схема функционирования дифференциальной защиты от замыканий на землю где

1) Защита генератора:  $I_{LХСТ}$  всегда сторона 1

Защита трансформатора:  $I_{LХСТ}$  в зависимости от назначения сторон

## 2.15.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Дифференциальная защита от замыканий на землю будет активна только в том случае, если при конфигурировании функций устройства (Раздел 2.4) был введен правильный режим ее работы по адресу **121 Огр 33**. Если защищаемым объектом является генератор, пользователь может выбрать либо режим непосредственного измерения тока нейтрали **II<sub>EE2</sub> (Ген/Двиг с IEE2)**, либо режим расчета тока (**Ген/Дв с 3I0Ст2**). При защите трансформатора всегда используется режим непосредственного измерения тока нулевой последовательности. При этом можно выбирать сторону расположения (**Стр1 Трансформ** или **Стр2 Трансформ**).

В разделе "Данные энергосистемы 1" должны быть введены необходимые уставки. Это также необходимо для нормирования величин и определения направлений (см. также Разделы 2.5 или 2.14.1). Если используется вход  $I_{EE2}$ , устройству защиты должен быть сообщен коэффициент трансформации трансформатора нейтральной точки (перв./втор.), а также определен контакт на стороне заземления трансформатора тока, к которому подключен вход  $I_{EE2}$  (см. комментарии в Разделе 2.5).



### Примечание

При использовании входа  $I_{EE2}$  необходимо помнить, что это - чувствительный токовый вход. Амплитуда тока ограничивается приблизительно до 2 1.6 А. Для нейтрали трансформатора тока используется вторичный номинальный ток 1 А. При использовании трансформатора тока 5А должен быть выбран соответственно больший коэффициент трансформации (оптимально 5).

Адрес **2101 Огр 33** служит для включения **ВКЛ**, выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).



### Примечание

При поставке устройства дифференциальная защита от замыканий на землю выведена (**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)!

### Величины срабатывания

Чувствительность защиты определяется уставкой **I-Диф33>** (адрес **2110**). Это ток замыкания на землю, который протекает через нейтраль защищаемого объекта (трансформатора, генератора), и в некоторых случаях из сети. Это значение нужно выбирать исходя из расчета на самый аварийный случай, т.е. когда аварийные токи втекают только с одной стороны. Ток должен быть нормирован к номинальному току защищаемого объекта и защищаемой стороны. Предел чувствительности, как правило, задается по трансформатору тока. Здесь задают уставку между 0.1 и 0.15 I/InОб.

Для характеристики работы могут использоваться значения по умолчанию. Если это необходимо, эти уставки можно поменять с помощью программы DIGSI. Для определения угла наклона (**2113 Наклон Характ**) и начальной точки (**2114 Базовая Точка**) характеристики используются дополнительные параметры.

Для торможения работы функции защиты по адресу **2102** устанавливается блокировка фазным током (**ЗащРот I> Блок**). По приближенным подсчетам величина срабатывания никогда не должна превышать двойного номинального тока. При низкоомном заземлении



нейтрали основной принцип таков: номинальный ток + ток на землю рассчитываются на основании сопротивления нейтрали.

Функционирование контроля нулевого напряжения зависит от рабочего диапазона функции защиты. 95% от напряжения на обмотках статора генератора будет вполне достаточно. Следовательно, значение на вторичной стороне устанавливается на 5.0 В (**2103 ЗащРот U0> Разр**). Если контроль нулевого напряжения не используется, вводится уставка 0.0 В.



### Примечание

Для функции защиты напряжение нулевой последовательности, рассчитанное из фазных напряжений, умножается на 3, что соответствует напряжению в поврежденной дельта-обмотке.

Для процедур контроля направления и дополнительной оценки непосредственно измеренного тока нейтрали (если они используются) не нужно вводить никаких дополнительных уставок.

В особых случаях бывает необходимо задержать выдачу команды отключения. Это можно задать с помощью дополнительной выдержки времени (адрес **2112 Т I-Диф33>**). Обычно эта задержка установлена равной 0. А минимальная длительность команды была установлена общей для всех функций защиты (см. Раздел 2.5.1, заголовок „Длительность команд отключения“).

### 2.15.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2101	Огр 33	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Огранич земл. защита
2102	ЗащРот I> Блок	1.0 .. 2.5 I/InO	1.5 I/InO	Блокир. по фазному току Пуск ЗащРот 33
2103	ЗащРот U0> Разр	1.0 .. 100.0 В; 0	5.0 В	Разреш. Пуск ЗащРот 33 U0>
2110	I-Диф33>	0.05 .. 2.00 I/InO	0.10 I/InO	Порог срабатыв. Диф3 от замыканий на землю
2112	Т I-Диф33>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка врем. ДифЗащ от замыканий на землю
2113А	Наклон Характ	0.00 .. 0.95	0.25	Наклон характерист. I-Диф33> = f(I-СУМ)
2114А	Базовая Точка	0.00 .. 2.00 I/InO	0.00 I/InO	Базовая точка наклона характеристики

### 2.15.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5803	>БЛК Огр33	SP	>Блокировать Земл.защ.с огр.зоной действ
5811	Огр33 ВЫВЕДЕНА	OUT	Огр33 Выведена
5812	Огр33 БЛК	OUT	Огр33 Блокирована
5813	Огр33 ВВЕДЕНА	OUT	Огр33 Введена
5817	Огр33 Пуск	OUT	Огр33: Пуск
5821	Огр33 ОТКЛ	OUT	Огр33: Отключение
5833	Огр33ТТНейтр:	VI	Огр33: Коэфф. согл. обмотки нейтрали ТТ
5836	Огр33: ошибкаТТ	OUT	Огр33,ош.: Коэфф. согл.ТТ сл. больш/мал
5837	Огр33 ТТ Ст1	VI	Защ.КЗ на зем с огран.зон:коэф ТТ стор1
5838	Огр33 ТТ Ст2	VI	Защ.КЗ на зем с огран.зон:коэф ТТ стор2
5840	Огр33 I>Блк	OUT	Защ.КЗ на зем огран.зон заблок.фаз.током
5841	Огр33 U0> разр	OUT	Защ.КЗ на зем с огран.зон:загреш U0>
5845	I-Огр33>Пуск	OUT	Защ.КЗзем с огран.зон:срб I-Огр33>(тест)
5846	Огр33 ХарПск	OUT	Защ.КЗ зем с огран.зон:характ.срб(тест)
5847	IO-Диф:	VI	IO-Диф Защ.КЗ зем.огран.зон-ОТКЛ
5848	IO-Торм:	VI	IO-Торм Защ.КЗ зем.огран.зон-ОТКЛ

## 2.16 Защита от потери возбуждения

Функция защиты от потери возбуждения (ANSI 40) защищает синхронные электрические машины от асинхронной работы при наличии недостаточного возбуждения или неправильной регулировки, а также от локального перегрева ротора. Кроме того, функция отслеживает нарушения устойчивости сети, возникающие по причине недовозбуждения больших синхронных машин.

### 2.16.1 Описание функции

#### Обнаружение потери возбуждения

Для обнаружения потери возбуждения устройство защиты обрабатывает все три фазных тока контактов и все три напряжения выводов статора для проверки на соответствие критерию цепи статора. Оно также проверяет напряжение возбуждения, получаемое с измерительного преобразователя TD3, на соответствие критерию цепи ротора.

Для проверки критерия цепи статора на основе значений токов и напряжений прямой последовательности рассчитывается полная проводимость. Измерение полной проводимости всегда дает значение физически допустимого предела устойчивости, вне зависимости от отклонений напряжения от номинального значения. Даже в этих условиях характеристика защиты может быть оптимально согласована с характеристикой устойчивости защищаемой машины. Благодаря наличию процедуры оценки величин прямой последовательности, защита надежно работает даже в условиях наличия асимметричного тока или напряжения.

#### Статические характеристики

На следующем рисунке представлена диаграмма полной проводимости синхронной машины ( $P/U^2$ ;  $-Q/U^2$ ) с указанием предела статической устойчивости, который пересекает ось реактивного сопротивления около точки  $1/X_d$  (значение, обратное синхронному продольному реактивному сопротивлению).

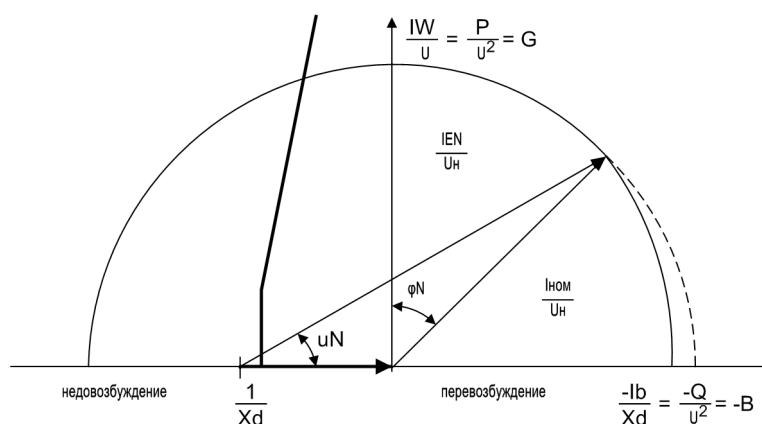


Рисунок 2-51 Диаграмма полной проводимости турбогенераторов

Функция защиты от недовозбуждения в устройстве 7UM62 работает с тремя независимыми, свободно комбинируемыми характеристиками. Как показано на рисунке ниже, существует возможность смоделировать, например, характеристику устойчивости статической машины

при помощи двух частичных характеристик с одинаковыми выдержками времени ( $T_{\text{хар-ка 1}} = T_{\text{хар-ка 2}}$ ). Частичные характеристики отнесены на определенное расстояние от нулевой точки ( $1/x_d$  хар-ка 1) и ( $1/x_d$  хар-ка 2), а также имеют соответствующие углы наклона  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ .

Если превышает значение результирующей характеристики ( $1/x_d$  хар-ка1)/ $\alpha_1$ ; ( $1/x_d$  хар-ка 2)/ $\alpha_2$  (на следующем рисунке слева), выдается предупреждение о задержке (например, 10 с) или сигнал отключения. Выдержка времени необходима для гарантии наличия времени, необходимого регулятору напряжения для осуществления повышения напряжения возбуждения.

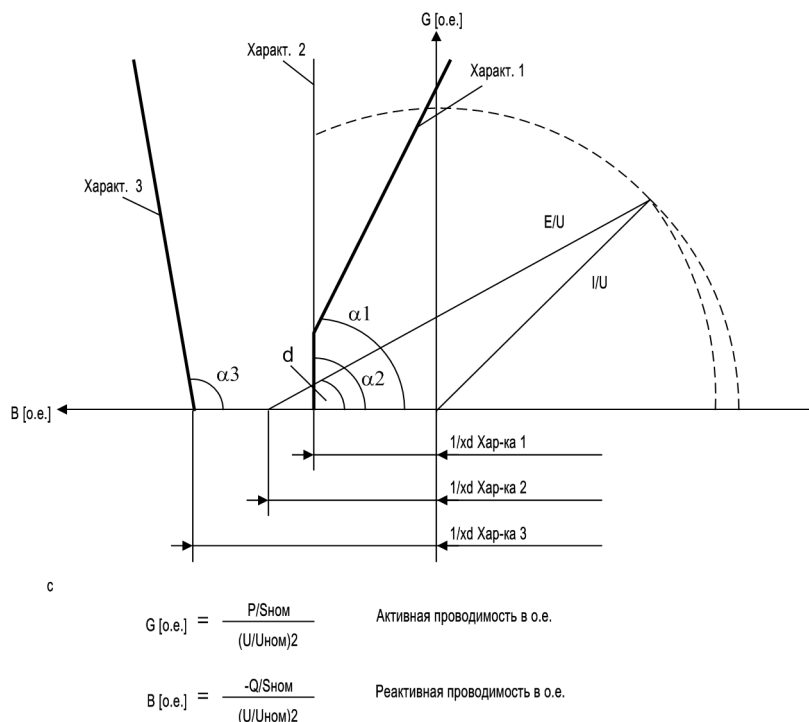


Рисунок 2-52 Критерий цепи статора: Характеристика срабатывания на диаграмме полной проводимости

Следующая характеристика ( $1/x_d$  хар-ка 3 / $\alpha_3$ ) может быть согласована с характеристикой динамической устойчивости синхронной машины. Т.к. при превышении значений этой характеристики устойчивая работа невозможна, то защите необходимо выдать сигнал отключения по ступени времени **Т хар-ка 3**.

### Проверка напряжения возбуждения

При неправильной работе регулятора напряжения или сбое напряжения возбуждения существует возможность осуществления отключения с короткой выдержкой времени (ступень **Тбыстр Увозб<**, например, 1,5 с). Для этого устройству через дискретные входы сообщается о сбое напряжения возбуждения, или напряжение возбуждения должно подаваться в устройство через измерительный преобразователь TD3 или делитель напряжения, в случае, если по адресу **3012 КонтрНапрВозб** процедура передачи измеренного напряжения возбуждения через измерительный преобразователь была включена (**ВКЛ**).

Как только значение напряжения возбуждения упадет ниже задаваемого минимального значения **3013 Увозб<**, инициируется быстрое отключение.

Вместо указанной выше процедуры передачи значения напряжения возбуждения, или вместе с ней, сигнал контроля внешнего напряжения возбуждения может быть передан через дискретный вход. При этом так же выдается сигнал быстрого отключения сразу при возникновении сигнала сбоя напряжения возбуждения.

#### **Фильтр низких частот**

Если напряжение возбуждения постоянного тока может содержать гармоники переменного тока (например, из-за тиристорного управления), для подключения напряжения возбуждения на плате С-И/О-6 устанавливают фильтр низких частот, в дополнение к интегрированному цифровому фильтру. Этот фильтр подавляет колебания сканируемой частоты, которые цифровой фильтр не может достаточным образом компенсировать. Расположение переключателей для активизации этого фильтра описывается в разделе "Сборка и пуско-наладка". При поставке устройства фильтр находится в рабочем состоянии. Расположение переключателей должно соответствовать значению параметра **297 ИзмерПреобраз3** (см. Данные Энергосистемы, Раздел 2.5.1). Если расположение переключателей не соответствует параметрам, выдается сообщение, устройство сигнализирует об ошибке и перестает функционировать.

#### **Блокировка при снижении напряжения**

Расчет полной проводимости требует наличия минимального измерительного напряжения. При возникновении нескольких КЗ или сбоев напряжения статора защита блокируется интегрированным модулем контроля переменного напряжения, пороговое значение срабатывания для которого (**3014 Умин**) при поставке устанавливается равным 25 В. Значение параметра выбирается на основе междофазных напряжений.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от потери возбуждения.

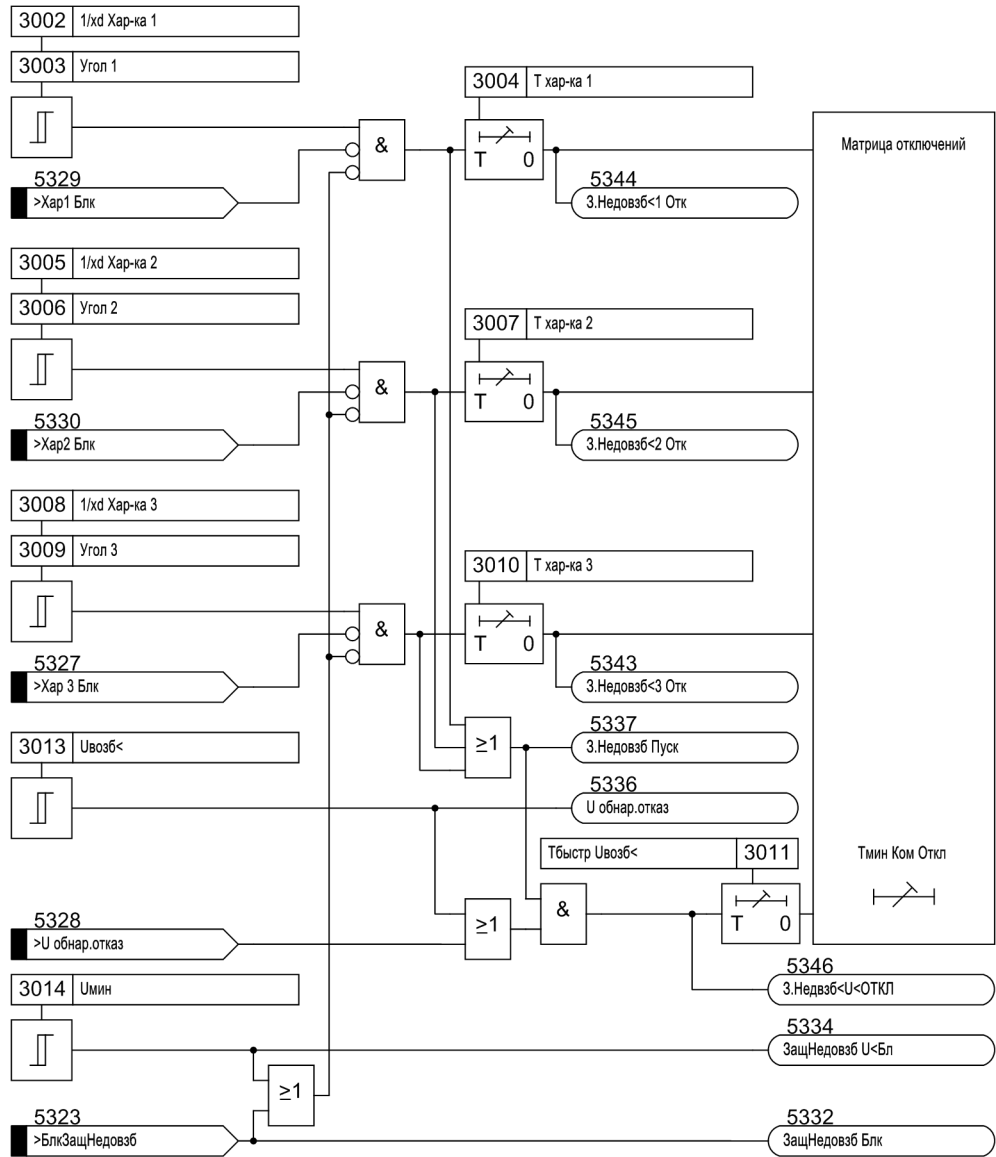


Рисунок 2-53 Логическая схема работы функции защиты от потери возбуждения

### 2.16.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция защиты от потери возбуждения будет активна в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4, по адресу **130 Защ от Недовозб** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **3001 ЗащОтНедовозб** служит для включения **ВКЛ**, выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

Корректно введенные в Разделе 2.5 параметры также необходимы для правильной работы функции.

Характеристика отключения функции защиты от потери возбуждения на диаграмме значений полной проводимости состоит из прямых отрезков, соответственно определяемых их полными проводимостями 1/xd (=координате) и углами наклона α. Прямые отрезки (1/xd хар-

ка  $1/\alpha_1$  (характеристика 1) и  $(1/x_d \text{ хар-ка } 2)/\alpha_2$  (характеристика 2) формируют предел статического недовозбуждения (см. рисунок ниже).  $(1/x_d \text{ хар-ка } 1)$  соответствует значению, обратному относительному синхронному продольному реактивному сопротивлению.

$$\frac{1}{x_d} = \frac{1}{x_d} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{НОМ}}}$$

Если регулятор напряжения синхронной машины имеет ограничение по недовозбуждению, статические характеристики устанавливаются таким образом, что ограничение по недовозбуждению регулятора напряжения будет действовать до достижения характеристики 1 (см. рис. 2-56).

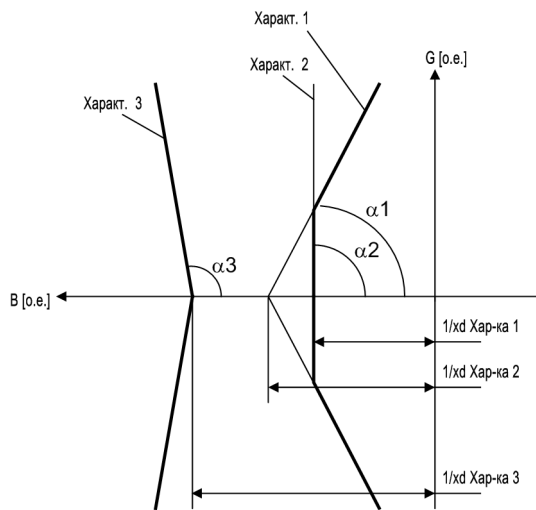


Рисунок 2-54 Характеристика защиты от недовозбуждения в координатах полной проводимости

### Величины характеристики

Если диаграмму мощности генератора (см. рисунок ниже) в ее обычном представлении (ось абсцисс - положительная реактивная мощность; ось ординат - положительная активная мощность) перевести в диаграмму полной проводимости (делением на  $U^2$ ), то характеристику отключений можно согласовать непосредственно с характеристикой устойчивости машины. Если координаты осей разделить на номинальную полную мощность, диаграмма генератора будет дана в относительных единицах (последняя диаграмма соответствует представлению полной проводимости в относительных единицах).

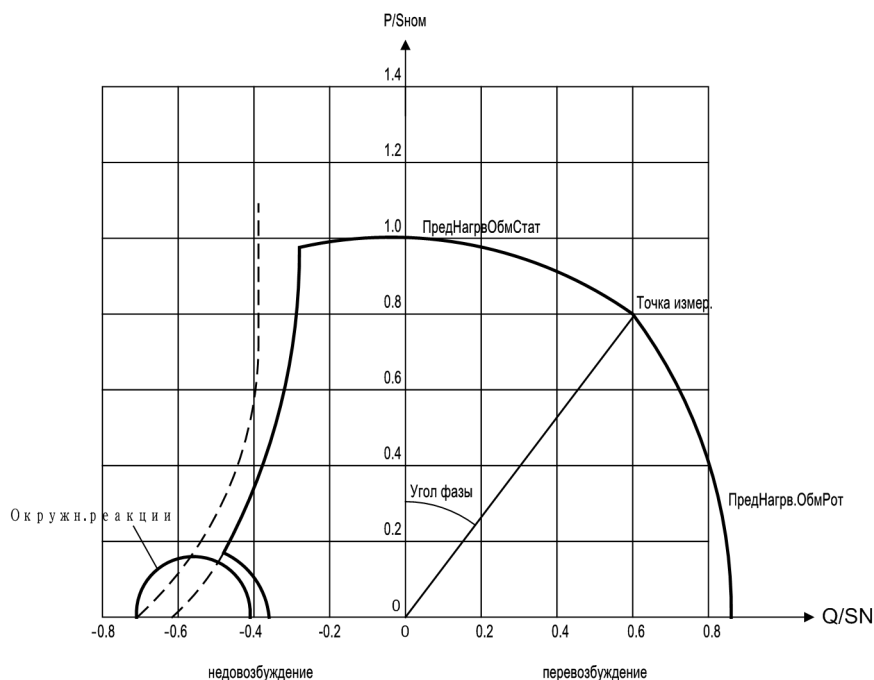


Рисунок 2-55 Диаграмма мощности явнополюсного генератора (в относительных единицах)

Уставки первичных величин можно получить непосредственно на диаграмме. Для получения уставок соответствующие значения нужно сконвертировать. Та же формула конвертации может использоваться и в случае, когда уставки защиты рассчитаны на основе ранее заданного синхронного продольного реактивного сопротивления.

$$\frac{1}{x_{d \text{ втор}}} = \frac{1}{x_{d \text{ маш}}} \cdot \frac{I_{\text{ном маш}}}{U_{\text{ном маш}}} \cdot \frac{U_{\text{ном ТН перв}}}{I_{\text{ном ТТ перв}}}$$

где

$x_{d \text{ втор}}$  соответствующее синхронное продольное реактивное сопротивление, вторичное,

$x_{d \text{ маш}}$  соответствующее синхронное продольное реактивное сопротивление машины,

$I_{\text{Н маш}}$  номинальный ток машины

$U_{\text{Н маш}}$  номинальное напряжение машины

$U_{\text{Н ТТ перв}}$  первичное номинальное напряжение трансформаторов напряжения

$I_{\text{Н ТТ перв}}$  номинальный первичный ток ТТ

Вместо  $1/x_{d \text{ маш}}$  может использоваться приближительное значение  $I_{K0}/I_{\text{Н}}$  (при  $I_{K0}$  = току КЗ при возбуждении без нагрузки).



Пример задания уставок:

Электрическая машина	$U_{Н \text{ маш.}}$	= 6,3 кВ
	$I_{Н \text{ маш}}$	= $SN/\sqrt{3} U_N = 5270 \text{ кВА}/\sqrt{3} \cdot 6.3 \text{ кВ} = 483 \text{ А}$
	$X_d \text{ маш.}$	= 2.47 (берется из спецификаций производителя, рис. 2-55)
Трансформатор тока	$I_{Н \text{ ТТ перв}}$	= 500 А
Трансформатор напряжения	$U_{Н, \text{ ТТ перв}}$	= 6,3 кВ
	$\frac{1}{X_{d \text{ втор}}} = \frac{1}{2.47} \cdot \frac{483 \text{ А}}{6300 \text{ В}} \cdot \frac{6300 \text{ В}}{500 \text{ А}} = 0.39$	

После умножения на коэффициент запаса, приблизительно равный 1.05, уставка **1/xd Хар-ка 1** вводится по адресу **3002**.

Для  $\alpha_1$  выбирается угол предела недовозбуждения регулятора напряжения или угол наклона характеристики устойчивости электрической машины. Значение уставки **Угол 1** обычно задается между  $60^\circ$  и  $80^\circ$ .

В большинстве случаев производители машин указывают минимальную величину возбуждения для малых активных мощностей. Для этой цели характеристика 1 вырезается из характеристики 2 при небольших нагрузках активной мощности. Соответственно, **1/xd Хар-ка 2** устанавливается приблизительно на  $0.9 \cdot (1/xd \text{ Хар-ка 1})$ , **Угол 2** - на  $90^\circ$ . Таким образом получается предельное значение отключения при возбуждении в соответствии с рис. 2-54 (хар-ка 1, хар-ка 2), если соответствующие выдержки времени **Т хар-ка 1** и **Т хар-ка 2** обеих характеристик заданы равными.

Характеристика 3 служит для целей адаптации защиты к динамическим предельным величинам устойчивости машин. Если нет специальных четких указаний, пользователь должен выбрать значение **1/xd Хар-ка 3**, находящееся приблизительно между синхронным продольным реактивным сопротивлением  $x_d$  и переходным реактивным сопротивлением  $x_d'$ . Однако, оно должно быть выше 1.

Значение между  $80^\circ$  и  $110^\circ$  обычно выбирают для соответствующего **Угол 3**, которое гарантирует срабатывание по характеристике 3 только в случае возникновения динамической неустойчивости. Соответствующая выдержка времени задается по адресу **3010 Т хар-ка 3** и равна значению из таблицы 2-8.

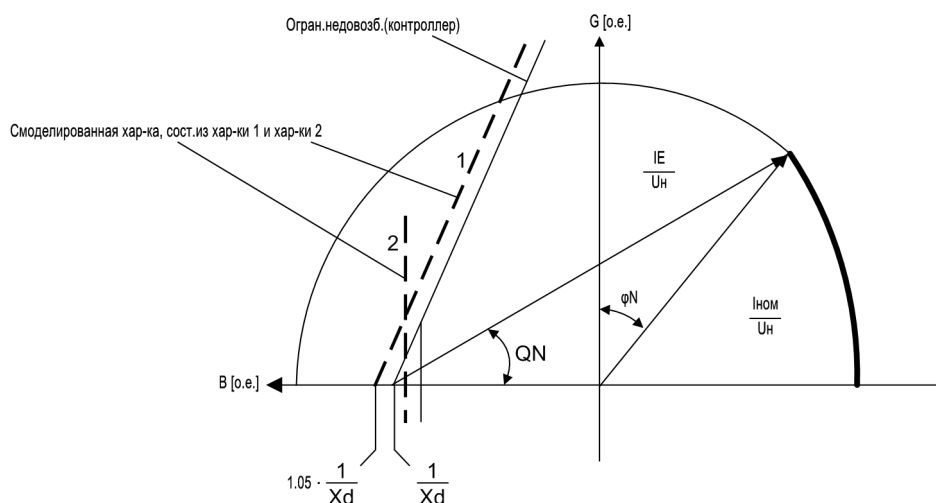


Рисунок 2-56 Диаграмма полной проводимости турбогенератора

### Выдержки времени

Если значение превысило кривую предела статической устойчивости, состоящую из характеристик 1 и 2, регулятор напряжения должен иметь возможность увеличить возбуждение. По этой причине предупреждающее сообщение задерживается (как минимум на 10 с для **3004 Т хар-ка 1** и **3007 Т хар-ка 2**).

Если напряжение возбуждения имеет малое значение или отсутствует, срабатывает также критерий статора, благодаря тому, что модуль контроля напряжения возбуждения был включен по адресу **3012 КонтрНапрВозб ВКЛ**, а установленное по адресу **3013** пороговое значение напряжения **Uвозб<** превышено или в устройство через дискретный вход поступил сигнал об отсутствии напряжения возбуждения. Во всех этих случаях возможна выдача команды отключения с короткой выдержкой времени, которая устанавливается по адресу **3011 Тбыстр Uвозб<**. Обычно назначаются следующие сигналы и команды отключения:

Таблица 2-8 Конфигурирование функции защиты от потери возбуждения

Характеристики статической устойчивости 1 и 2	без выдержки времени	Сообщение: Exc < Anr
Характеристики статической устойчивости 1 и 2	длительная выдержка времени Т хар-ка 1 = Т хар-ка 2 ≈ 10 s	Отключения Err<1 TRIP / Err<2 TRIP
Характеристики 1 и 2 отказ напряжения возбуждения	короткая выдержка времени Ткор Uвозб< ≈ 1.5 s	Отключение Err< UPU < TRIP
Характеристика динамической устойчивости 3	короткая выдержка времени Т хар-ка 3 ≈ 0.5 s	Отключение Exc<3 TRIP



### Примечание

При выборе очень малых выдержек времени выполнение процедур динамической балансировки может иметь нежелательные последствия. По этой причине рекомендуется вводить значения выдержек 0.05 с и выше.

### Проверка напряжения возбуждения

Уставка для процедуры контроля напряжения возбуждения составляет приблизительно 50% от напряжения возбуждения без нагрузки. Если генератор используется для сдвига фаз, может быть выбрано даже меньшее значение срабатывания, в зависимости от конфигурации. Обратите также внимание на то, что обычно делитель напряжения подключают между устройством и источником напряжения возбуждения.

$$\text{Уставка } U_{\text{возб}} < \approx 0.50 \cdot \frac{U_{\text{возб0}}}{k_U} [\text{В}]$$

где

$U_{\text{возб0}}$  напряжение возбуждения без нагрузки,

$k_U$  коэффициент трансформации делителя напряжения,

Пример:

$$U_{\text{возб ном}} = 110 \text{ В}$$

$$U_{\text{возб 0}} = 40 \text{ В}$$

$$k_U = 0 : 1$$

$$\text{Уставка } U_{\text{возб}} < \approx 0.50 \cdot \frac{40 \text{ В}}{10} = 2.0 \text{ В} \quad (\text{Адрес } 3013)$$

### 2.16.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3001	ЗащОтНедовозб	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от недовозбуждения
3002	1/xd Хар-ка 1	0.20 .. 3.00	0.41	Пересечение проводимости и хар-ки 1
3003	Угол 1	50 .. 120 °	80 °	Угол наклона характеристики 1
3004	T хар-ка 1	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдержка времени характеристики 1
3005	1/xd Хар-ка 2	0.20 .. 3.00	0.36	Пересечение проводимости и хар-ки 2
3006	Угол 2	50 .. 120 °	90 °	Угол наклона характеристики 2
3007	T хар-ка 2	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдержка времени характеристики 2
3008	1/xd Хар-ка 3	0.20 .. 3.00	1.10	Пересечение проводимости и хар-ки 3
3009	Угол 3	50 .. 120 °	90 °	Угол наклона характеристики 3
3010	T хар-ка 3	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.30 сек	Выдержка времени характеристики 3
3011	Tбыстр Uвозб<	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд. времени быстр ст. (хар-ка и Uвозб<)
3012	КонтрНапрВозб	ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Состояние контроля напряжения возбужд.
3013	Uвозб<	0.50 .. 8.00 В	2.00 В	Уставка контроля напряжения возбуждения
3014А	Uмин	10.0 .. 125.0 В	25.0 В	Сниж.напряжение блокирует Пуск

### 2.16.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5323	>БлкЗащНедовзб	SP	>Блокир.защ.от недовозб.
5327	>Хар 3 Блк	SP	>Блокир.защ.от недовозб. Хар.3
5328	>U обнар.отказ	SP	>Защ.от недовозб.напряж обнар.отказа
5329	>Хар1 Блк	SP	>Блокир.защ.от недовозб. Хар.1
5330	>Хар2 Блк	SP	>Блокир.защ.от недовозб. Хар.2
5331	ЗащНедовзб Выв	OUT	Защита от недовозб. выведена
5332	ЗащНедовзб Блк	OUT	Защита от недовозб. заблокир
5333	ЗащНедовзб акт	OUT	Защита от недовозб. активна
5334	ЗащНедовзб U<Бл	OUT	Защита от недовозб активна
5336	U обнар.отказ	OUT	Защ.от недовозб.напряж обнар.отказа
5337	3.Недовзб Пуск	OUT	Защ.от недовозб.Пуск
5343	3.Недовзб<3 Отк	OUT	Защ.от недовозб.хар.3 Откл
5344	3.Недовзб<1 Отк	OUT	Защ.от недовозб.хар.1 Откл
5345	3.Недовзб<2 Отк	OUT	Защ.от недовозб.хар.2 Откл
5346	3.Недовзб<U<ОТКЛ	OUT	Защ.от недовозб.хар.+U< ОТКЛ

## 2.17 Защита от реверса мощности

Защита от обратного направления мощности используется для защиты турбогенератора при недостатке энергии первичного двигателя, когда синхронный генератор работает как двигатель и вращает турбину, используя энергию из сети. При этом лопатки турбины подвергаются опасности перегрева, и такой режим необходимо прервать за короткое время, отключив генераторный выключатель. Для генератора существует дополнительный риск того, что при неисправности парового тракта (неисправные стопорные клапана) после отключения выключателей турбогенератор начинает раскручиваться, превышая допустимую скорость. По этой причине отключение должно выполняться только после определения, что активная мощность втекает в генератор.

### 2.17.1 Описание функции

#### Обнаружение обратного направления мощности

Функция защиты от обратного направления мощности устройства 7UM62 производит точный расчет активной мощности на основе симметричных компонентов основной составляющей напряжений и токов путем получения средних значений этих величин за последние 16 циклов. Оценка составляющих только прямой последовательности делает определение обратного направления мощности независимыми от несимметрий тока и напряжения и соответствует фактической нагрузке. Расчетное значение активной мощности соответствует полной активной мощности. При учете угловых погрешностей трансформаторов тока и напряжения, активная мощность вычисляется точно даже при очень больших значениях полной мощности и малых  $\cos \phi$ . Коррекция осуществляется с помощью постоянной угла коррекции  $W_0$ , определяемой при пуско-наладке устройства защиты в системе. Угол коррекции вводится в Данных энергосистемы 1 (см. Раздел 2.5).

#### Время удерживания пуска

Чтобы часто появляющиеся кратковременные срабатывания могли привести к отключению, существует возможность продлить действие этих пусковых импульсов на задаваемую величину по адресу **3105 Т ПодхвПуск**. Каждый положительный изгиб импульсов пусков запускает эту выдержку снова. Для определенного числа импульсов сигналы срабатывания складываются и становятся длиннее выдержки времени.

#### Сигнал отключения

При возможных кратких перетоках активной мощности в сторону генератора при синхронизации или при качаниях мощности, вызванных повреждениями в системе, команду отключения можно задержать на задаваемое время **Т БезЗапКлапана**. При закрытом положении клапана аварийного отключения предпочтительна более короткая выдержка времени. При вводе положения клапана аварийного отключения через дискретный вход краткая выдержка времени **Т сЗапКлапаном** становится эффективной при условии аварийного отключения. Выдержка времени **Т БезЗапКлапана** также имеет значения для резервирования.

Существует также возможность заблокировать сигнал отключения при помощи внешнего сигнала.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от обратного направления мощности.

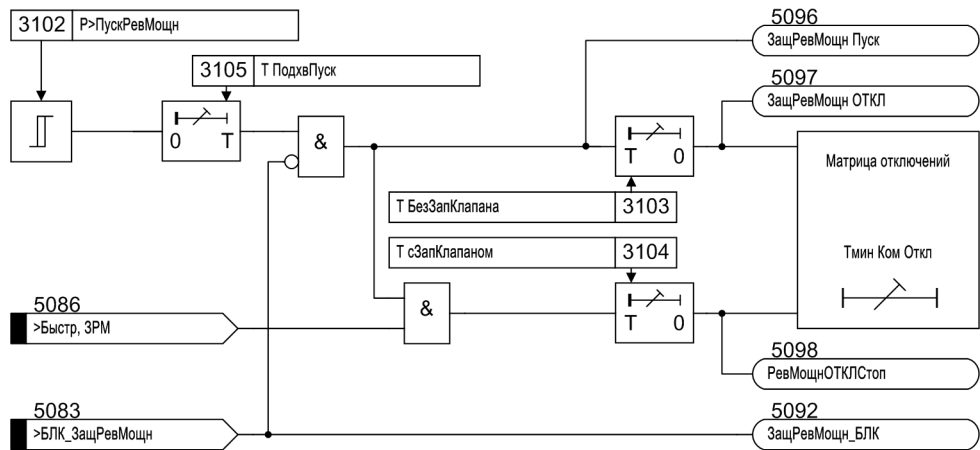


Рисунок 2-57 Логическая диаграмма работы функции защиты от обратного направления мощности

## 2.17.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от обратного направления мощности будет активна только в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4, по адресу **131 ЗащРевМощн** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **3101 Защ Рев Мощн** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

В случае обратного направления мощности, турбина должна быть отключена от системы, потому что работа турбины не допускается без подачи пара (эффект охлаждения) или при использовании газовой турбины двигательная нагрузка может быть слишком большой для системы.

### Величины срабатывания

Уровень входной активной мощности определяется потерями на трение, которые нужно компенсировать, и располагается в следующих диапазонах, в зависимости от конкретного применения:

- Паровые турбины:  $P_{\text{реверсн}}/S_H$  1% to 3%
- Газовые турбины:  $P_{\text{реверсн}}/S_H$  от 3% до 5%
- Дизельные приводы:  $P_{\text{реверсн}}/S_H > 5\%$

При первичном тестировании реверсная мощность должна измеряться действующим устройством защиты. Пользователь должен выбрать уставку, равную 0.5 от значения измеренных потерь на трение. Это значение может быть выражено в процентах от рабочих измеренных значений. Следует использовать возможность корректировки угловых погрешностей трансформаторов тока и напряжения, особенно для очень больших машин с малыми потерями на трение (см. Разделы 2.5 и 3.3).

Величина пуска **3102 Р>ПускРевМощн** задается в процентах от величины вторичной полной мощности  $S_{H \text{ втор}} = \sqrt{3} \cdot U_{H \text{ втор}} \cdot I_{H \text{ втор}}$ . Если известна величина первичных потерь на трение, ее нужно сконвертировать во вторичные величины согласно следующей формуле:

$$\text{Уставка} = \frac{P_{\text{втор}}}{S_{H \text{ втор}}} = \frac{P_{\text{маш}}}{S_{H \text{ маш}}} \cdot \frac{U_{H \text{ маш}}}{U_{H \text{ перв}}} \cdot \frac{I_{H \text{ маш}}}{I_{H \text{ перв}}}$$

где

$P_{\text{втор}}$	вторичная мощность, соответствующая значению уставки
$S_{\text{Н втор}}$	вторичная номинальная мощность = $\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н втор}} \cdot I_{\text{Н втор}}$
$P_{\text{маш}}$	мощность машины, соответствующая значению уставки
$S_{\text{Н маш}}$	номинальная полная мощность машины
$U_{\text{Н маш}}$	номинальное напряжение машины
$I_{\text{Н маш}}$	номинальный ток машины
$U_{\text{Н перв}}$	первичное номинальное напряжение трансформаторов напряжения
$I_{\text{Н перв}}$	первичный номинальный ток трансформатора тока

### Время удерживания пуска

Параметр **3105 Т ПодхвПуск** - это время удерживания пуска, служит для увеличения длительностей пульсирующих пусков до задаваемого минимума длительности.

### Выдержки времени

Если используется защита от обратного направления мощности без аварийного отключения, то соответствующая выдержка времени должна быть задана, чтобы отстроиться от появления кратковременных условий обратного направления мощности после синхронизации или при качаниях мощности, возникающих после повреждений в системе (например, трехфазное КЗ). Обычно задается выдержка времени **3103 Т БезЗапКлапана** приблизительно равная 10 с.

При аварийном отключении защита от обратного направления мощности выполняет отключение с малой задержкой после аварийного отключения через датчик давления масла или датчик положения клапана аварийного отключения. Перед отключением необходимо убедиться, что обратное направление мощности вызвано исключительно отсутствием мощности, необходимой для вращения турбины. Выдержка времени необходима, чтобы отстроиться от качаний мощности при внезапном закрытии клапана, пока не произойдет достижение мощности установленного режима. Для этой цели достаточно выдержки времени **3104 Т сЗапКлапаном** от 1 до 3 с, в то время как для газовой турбины рекомендуется выдержка времени 0.5 с. Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

### 2.17.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3101	Защ Рев Мощн	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от реверса мощности
3102	Р>ПускРевМощн	-30.00 .. -0.50 %	-1.93 %	Уставка Р> Пускзащ.от реверса мощности

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3103	T БезЗапКлапана	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Время Выдержки (без запорного клапана)
3104	T сЗапКлапаном	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Время Выдержки (с запорным клапаном)
3105A	T ПодхвПуск	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Длительность подхвата срабатывания

#### 2.17.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5083	>БЛК_ЗащРевМощн	SP	>Защита от реверса мощности блокирована
5086	>Быстр, ЗРМ	SP	>Защита от реверса мощности, быстр
5091	ЗащРевМощн_Выкл	OUT	Защита от реверса мощности выведена
5092	ЗащРевМощн_БЛК	OUT	Защита от реверса мощности блокирована
5093	ЗащРевМощн_Акт	OUT	Защита от реверса мощности активна
5096	ЗащРевМощн Пуск	OUT	Защ.от реверса мощн.: Пуск
5097	ЗащРевМощн ОТКЛ	OUT	Защ.от реверса мощн.: отключение
5098	РевМощнОТКЛСтоп	OUT	Защ.от реверса мощн.: отключ.со стоп.эл.



## 2.18 Контроль протекания мощн. в направлении вперед

Устройство защиты электрических машин 7UM62 располагает функцией контроля активной мощности, которая отслеживает падение активной мощности ниже установленного значения, а также превышение ею значения другой уставки. Каждая из этих функций может запускать различные функции управления.

Когда например, генераторы работают параллельно, и активная мощность одного из них становится мала, то другие генераторы могут восполнить недостаток этой мощности, при этом часто принимается решение об остановке мало нагруженной машины. Здесь используется критерий того, что "прямая" мощность, выдаваемая в систему, становится меньше определенного значения.

Для многих конфигураций желательно иметь возможность выдавать сигнал управления в случае, когда активная мощность становится выше определенного значения.

Когда повреждение в распределительной сети не устраняется за допустимое время, то распределительная сеть должна быть разделена или, например, из нее должна быть выделена промышленная электрическая сеть. В качестве критерия для разделения сети, кроме направления мощности, используется снижение напряжения, повышение тока и частота. В результате устройство 7UM62 также можно использовать для деления системы.

### 2.18.1 Описание функции

#### Измерение активной мощности

В зависимости от конфигурации используется либо метод "медленного" высокоточного измерения (подсчет среднего значения за 16 циклов), либо высокоскоростной метод измерения (без подсчета среднего значения). Высокоскоростной метод измерения особенно эффективен при разделении сети.

Устройство рассчитывает значение активной мощности на основе данных токов и напряжений прямой последовательности генератора. Расчетное значение сравнивается со значением уставки. Каждая из ступеней функции контроля опережающей активной мощности в отдельности может быть заблокирована через дискретный вход, а также вся функция полностью может быть заблокирована через дискретный вход.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции контроля активной мощности прямого направления.

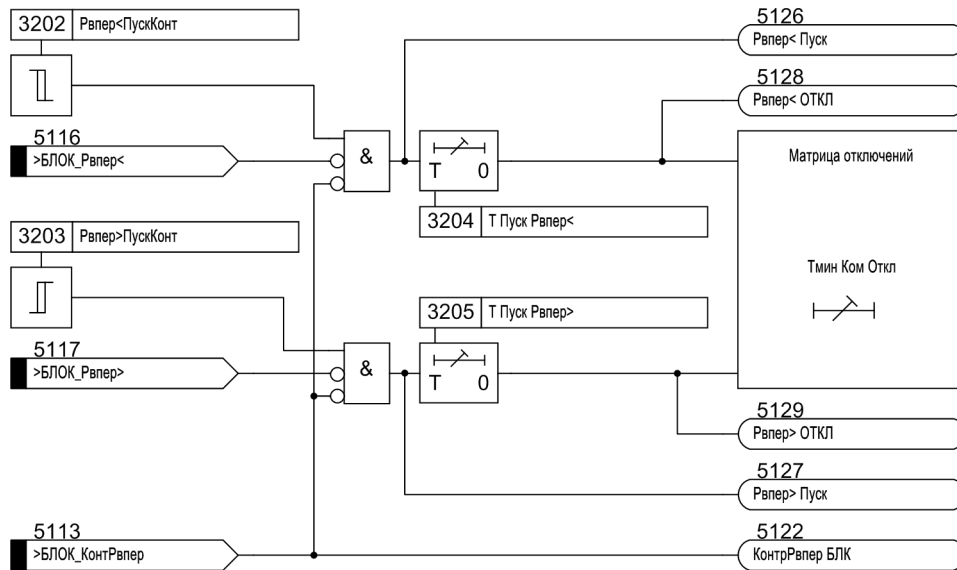


Bild 2-58 Логическая диаграмма работы функции контроля активной мощности прямого направления

### 2.18.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция контроля активной мощности прямого направления будет активна только в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4, по адресу **132 КонтрМощнВперед** было введено **Введено**). Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **3201 КонтрМощнВперед** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

#### Уставки пуска, выдержки времени

Уставки функции контроля прямого направления мощности строго зависят от целей ее применения. Общих рекомендаций здесь задать нельзя. Величины пуска задаются в процентах от вторичной полной мощности  $S_{Н\ втор} = \sqrt{3} \cdot U_{Н\ втор} \cdot I_{Н\ втор}$ . Соответственно, мощность машины должна быть конвертирована во вторичные единицы:

$$\text{Уставка} = \frac{P_{втор}}{S_{Н\ втор}} = \frac{P_{маш}}{S_{Н\ маш}} \cdot \frac{U_{Н\ маш}}{U_{Н\ перв}} \cdot \frac{I_{Н\ маш}}{I_{Н\ перв}}$$

где

- $P_{втор}$  вторичная мощность, соответствующая значению уставки
- $S_{Н\ втор}$  вторичная номинальная мощность =  $\sqrt{3} \cdot U_{Н\ втор} \cdot I_{Н\ втор}$
- $P_{маш}$  мощность машины, соответствующая значению уставки
- $S_{Н\ маш}$  номинальная полная мощность машины
- $U_{Н\ маш}$  номинальное напряжение машины
- $I_{Н\ маш}$  номинальный ток машины
- $U_{Н\ перв}$  первичное номинальное напряжение трансформаторов напряжения
- $I_{Н\ перв}$  первичный номинальный ток трансформатора тока

Адрес **3202** служит для ввода порогового значения, ниже которого должна упасть "прямая" мощность (**Рвпер<ПускКонт**), адрес **3203** (**Рвпер>ПускКонт**) служит для ввода порогового значения, выше которого должна подниматься "прямая" мощность. Адреса **3204 Т Пуск Рвпер<** и **3205 Т Пуск Рвпер>** используют для ввода соответствующих выдержек времени.

По адресу **3206 Способ Измер** пользователь может выбрать, какой метод расчета - быстрый или точный - будет использоваться при расчете "прямой" мощности. В большинстве случаев точные процедуры подсчета предпочтительнее в части электростанций, тогда как быстрые методы используются при подсчете параметров разделения сетей.

Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

### 2.18.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3201	КонтрМощнВперед	ВЫКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ВЫКЛ	Контроль протекания мощн. в напр. вперед
3202	Рвпер<ПускКонт	0.5 .. 120.0 %	9.7 %	Уставка Р-Впер< контроля
3203	Рвпер>ПускКонт	1.0 .. 120.0 %	96.6 %	Уставка Р-Впер> контроля
3204	Т Пуск Рвпер<	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдерж. Пуск контроля для Р-Впер<
3205	Т Пуск Рвпер>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдерж. Пуск контроля для Р-Впер>
3206А	СпособИзмер	Точность БыстрМетод	Точность	Способ Измер

### 2.18.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5113	>БЛОК_КонтРвпер	SP	>Блокир. контроль акт.мощн. вперед
5116	>БЛОК_Рвпер<	SP	>Блокир.контроль акт.мощн.вперед ст.Р<
5117	>БЛОК_Рвпер>	SP	>Блокир.контроль акт.мощн.вперед ст.Р>
5121	КонтрРвпер ОТКЛ	OUT	Контроль акт. мощн. вперед отключен
5122	КонтрРвпер БЛК	OUT	Контроль акт. мощн. вперед блокирован
5123	КонтрРвпер Акт	OUT	Контроль акт. мощн. вперед активен
5126	Рвпер< Пуск	OUT	Пуск ступени Рвпер<
5127	Рвпер> Пуск	OUT	Пуск ступени Рвпер>
5128	Рвпер< ОТКЛ	OUT	Отключение от ступени Рвпер<
5129	Рвпер> ОТКЛ	OUT	Отключение от ступени Рвпер>

## 2.19 Дистанционная защита

Дистанционная защита полного сопротивления электрических машин используется в качестве селективной защиты с градацией по времени для реализации отключений с минимальными выдержками времени при КЗ на синхронных машинах, на контактах терминалов и входных трансформаторов. Она также реализует функции резервной защиты к основной защите на электростанциях или на последовательно подключенном защищаемом оборудовании (например, на генераторах, дифференциальной защите генераторов, трансформаторов и устройствах защиты систем).

Функция дистанционной защиты устройства 7UM62 всегда работает с токами на стороне 2 ( $I_{L1, 2, 3; CT2}$ ).

### 2.19.1 Описание функции

#### Пуск

Процедура пуска защиты служит для обнаружения условий повреждения и запуска соответствующих процедур для селективного устранения повреждения:

- Запуск выдержек времени финальной ступени  $t3$ ,
- Обнаружение поврежденной фазы,
- Запуск модуля расчета полного сопротивления,
- Формирование команды отключения,
- Сообщение о поврежденном участке (участках).

Процедура пуска реализована по принципу пуска по максимальному току и опционально может быть снабжена контуром удерживания при пониженном напряжении. После цифровой фильтрации тока каждого присоединения контролируются на предмет превышения ими заданного значения. При превышении порогового значения, об этом выдаются пофазные сообщения. Эти сигналы пуска анализируются с целью выбора мер устранения повреждения. Состояние пуска отменяется, если величина тока стала более чем на 95% ниже установленного порогового значения, (если только оно не удерживается функцией удерживания при пониженном напряжении).

#### Пуск по напряжению

При питании сетью систем возбуждения при возникновении локального повреждения напряжение возбуждения может упасть, что приведет к уменьшению величины тока КЗ, величина которого, несмотря на сохранение повреждения в сети, может упасть ниже порогового значения. В таких случаях состояние пуска защиты полного сопротивления поддерживается в течение достаточного периода времени контуром блокировки пуска при пониженном напряжении с использованием напряжения прямой последовательности  $U_1$ . Защита осуществляет возврат по истечении этого времени удерживания или при достижении восстановленным напряжением 105% уставки для удерживания при пониженном напряжении.

Логика блокировки пуска по напряжению работает независимо для каждой фазы. Первое срабатывание запускает таймер **Тудерж**.

На рисунке 2-59 представлена логическая схема работы ступени пуска дистанционной защиты.

## Обнаружение КЗ

При расчете полного сопротивления принимаются во внимание значения токов и напряжений только поврежденной фазы. Соответственно защита, управляемая модулем срабатывания, оценивает эти измеренные значения (см. также таблицу 2-9).

## Выбор контура

- Соответствующий контур "фаза-земля" используется для однофазного пуска.
- При двухфазном пуске защиты контур "фаза-фаза" с соответствующим междуфазным напряжением используется для расчета полного сопротивления.
- При трехфазном пуске используется контур "фаза-фаза" с максимальным током и одинаковыми амплитудами тока, применяется процедура, описанная в последней строке таблицы.

Таблица 2-9 Выбор контура измерения

Пуск		Контур измерения	
1-фазный	L1 L2 L3	"фаза-земля"	L1-E L2-E L3-E
2-фазный	L1, L2 L2, L3 L3, L1	"фаза-фаза" Расчет $\underline{U}_{LL}$ и $\underline{I}_{LL}$	L1-L2 L2-L3 L3-L1
3-фазный с различными амплитудами	L1,2*L2,L3 L2,2*L3,L1 L3,2*L1,L2	"фаза-земля" выбор контура с максимальным током $\underline{U}_L$ (Имакс) и $\underline{I}_L$ (Имакс)	L2-E L3-E L1-E
3-фазный с одинаковыми амплитудами	L1, L2, L3	"фаза-земля" (любой, максимальное значение тока)	IL1=IL2=IL3 при IL1 IL1=IL2 > IL3 при IL1 IL2=IL3 > IL1 при IL2 IL3=IL1 > IL2 при IL1

Такая процедура выбора контура гарантирует правильное измерение полного сопротивления через блочный трансформатор при повреждениях в системе. Ошибки измерения могут возникнуть при 1-фазном КЗ в системе, т.к. компоненты системы нулевой последовательности фаз не передаются через блочный трансформатор (группа подключения, например, Yd5). Следующая таблица иллюстрирует моделирование повреждений и ошибки при измерении.

Таблица 2-10 Моделирование повреждений и ошибки при измерении на стороне генератора при повреждениях в системе

Повреждения в системе	Модель повреждения на стороне генератора	Выбор контура	Ошибки при измерении
Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	"Фаза-земля"	Всегда корректное измерение
Двухфазное КЗ	Трехфазное КЗ	"Фаза-земля" выбор контура с максимальным током	Всегда корректное измерение

Повреждения в системе	Модель повреждения на стороне генератора	Выбор контура	Ошибки при измерении
Однофазное замыкание	Двухфазное КЗ	Контур "фаза-фаза"	Слишком высокое значение полного сопротивления, измеренное на основе нулевого полного сопротивления

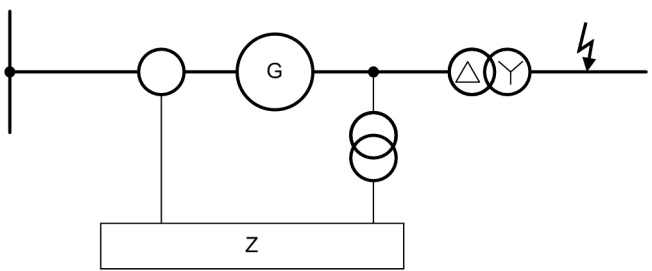
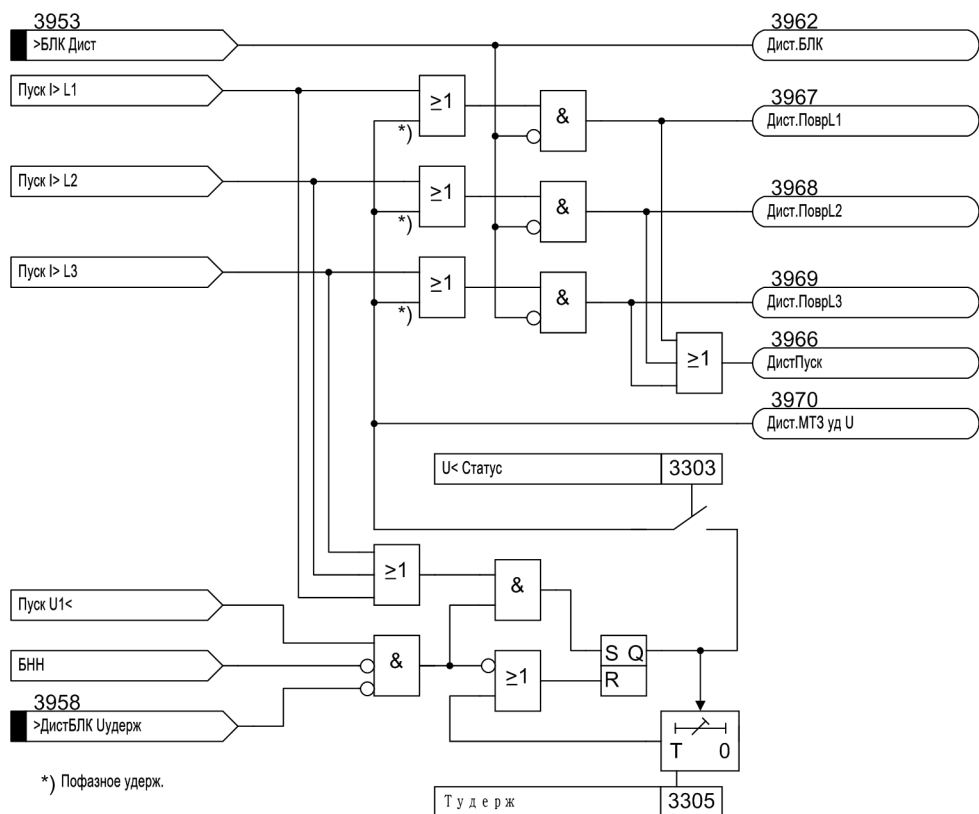



Рисунок 2-59 Логическая схема ступени пуска дистанционной защиты

### Характеристика отключения

Характеристика отключений дистанционной защиты электрических машин представляет собой многоугольник (см. также рис.2-60). Это симметричная характеристика, даже в случае невозможности возникновения обратнаправленного повреждения (при отрицательных значениях R и/или X) по причине использования обычного подключения трансформаторов

тока со стороны нейтрали генератора. Четырехугольник полностью определен при помощи одного параметра (значение полного сопротивления  $Z$ ).

При соблюдении критерия пуска расчет полного сопротивления производится постоянно с использованием векторов тока и напряжения, выведенных на основе измеренных величин выбранных контуров. Если расчетное значение полного сопротивления попадает внутрь характеристики отключений, устройство защиты выдает команду отключения, которая может быть задержана с использованием соответствующей выдержки времени.

Поскольку защита полного сопротивления состоит из нескольких ступеней, защищаемые зоны нужно выбирать так, чтобы ступень (**Ступень Z1, T Z1**) покрывала повреждения на генераторе и стороне низкого напряжения блочного трансформатора, в то время, как вторая ступень (**Ступень Z2, T Z2**) покрывала повреждения всей сети. Необходимо отметить, что при 1-фазных КЗ возникают ошибки при измерении полного сопротивления, т.к. блочный трансформатор на стороне более низкого напряжения подключается по схеме звезда-треугольник. При этом неправильная работа ступени исключена, т.к. полное сопротивление повреждения в энергосистеме смоделировано достаточно высоким.

Повреждения за пределами этого диапазона отключаются финальной ступенью времени **Токонч**.

В зависимости от положения силового выключателя, бывает полезно расширить зону отключения без выдержки времени **Ступень Z1, T Z1**. Если, например, силовой выключатель на стороне высокого напряжения разомкнут, пуск может быть инициирован только повреждением в блоке электростанции. Если есть возможность рассмотреть состояние блок-контакта силового выключателя, можно включить так называемую управляемую ступень **Ступень Z1B** (см. также Раздел 2.19.3, рисунок „Отстройка по времени дистанционной защиты электрических машин“).

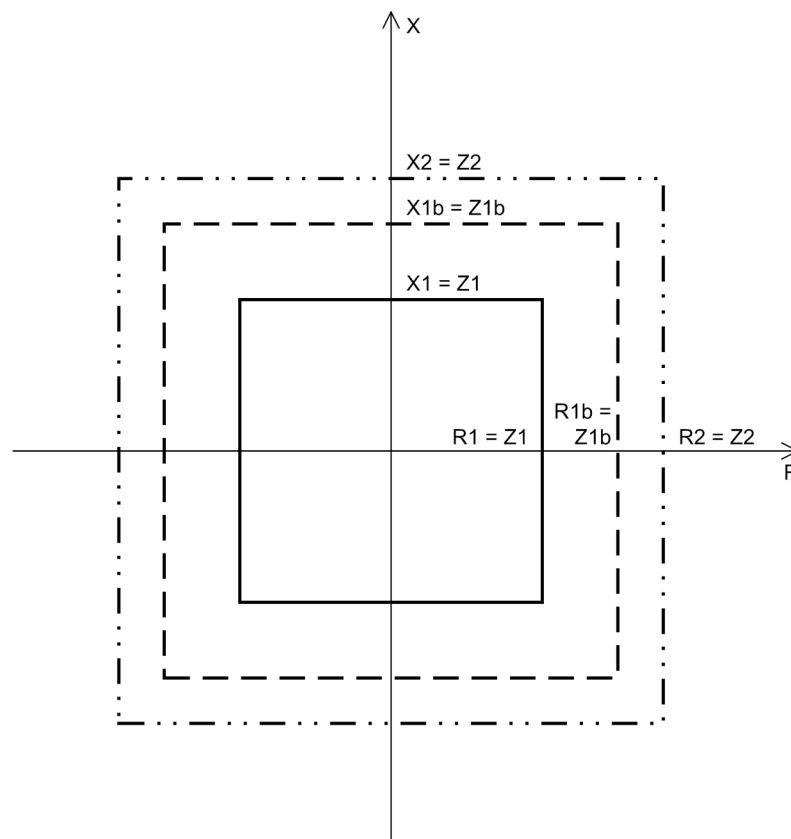


Рисунок 2-60 Характеристика срабатывания дистанционной защиты

### Логика отключений

Выдержка времени **Токонч** включается сразу же при пуске защиты и определении поврежденного контура. Компоненты полного сопротивления контура сравниваются с предельными значениями, предварительно установленными для ступеней. Отключение выполняется, если полное сопротивление находится в пределах его ступени в течение действия соответствующей ступени времени.

Для первой ступени Z1, а также для управляемой ступени Z1B, выдержка времени во всех случаях будет нулевой или как минимум очень малой, т.е. отключение происходит сразу же при обнаружении повреждения внутри этой зоны.

Управляемая ступень Z1B может быть введена в работу извне устройства, через дискретный вход.

Для ступени Z2, которая может перейти в сеть, выдержка времени выбирается так, чтобы она покрывала первую ступень защиты энергосистемы.

Возврат может быть инициирован только возвратом пуска МТЗ, а не выходом значения импеданса за пределы многоугольника отключений.



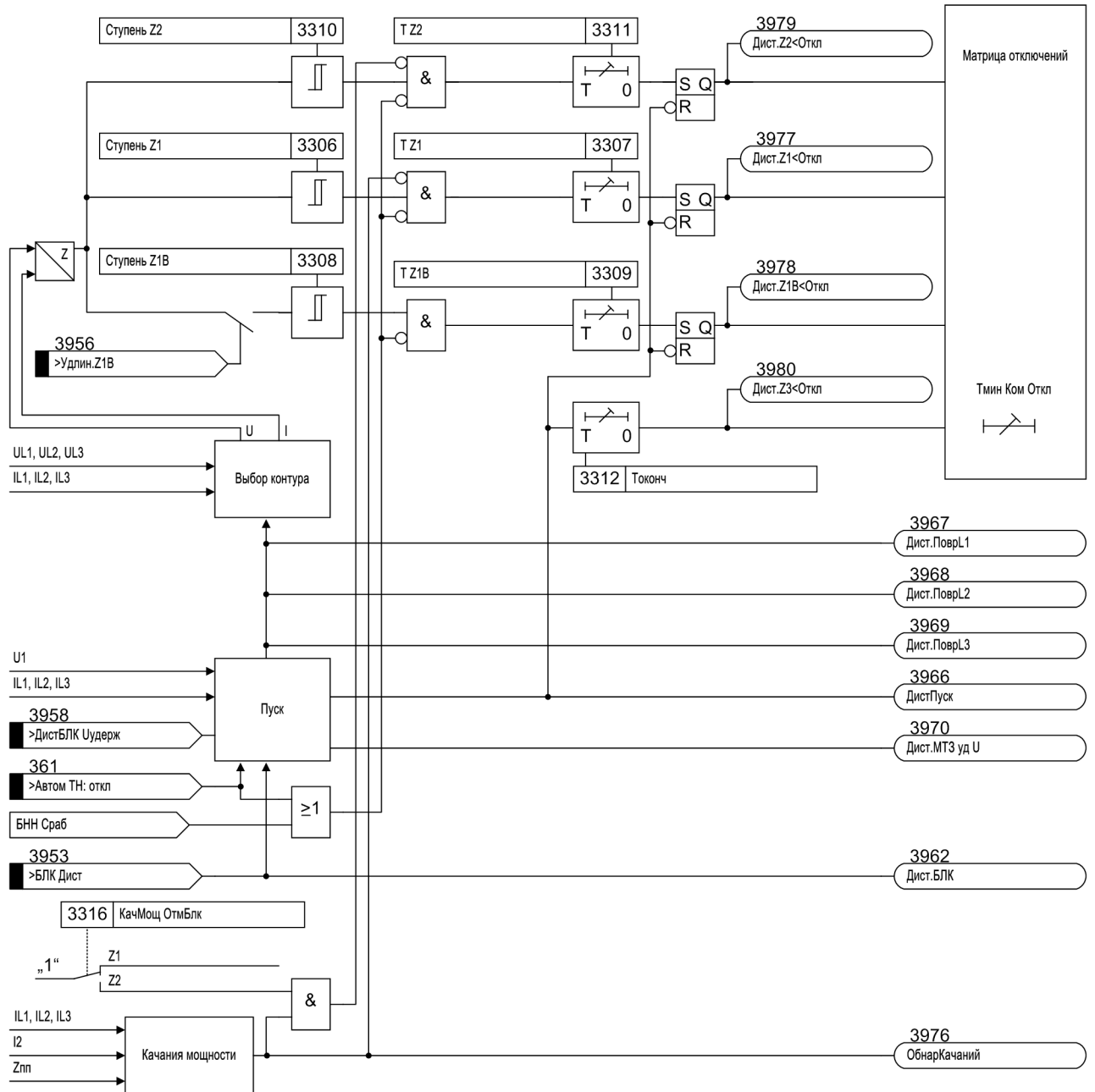


Рисунок 2-61 Логическая схема работы дистанционной защиты полного сопротивления

## 2.19.2 Блокировка при качаниях мощности

### Общие положения

Динамические события в сети, такие как внезапные изменения нагрузки, короткие замыкания, АПВ или операции переключения внутри энергосистемы могут привести к качаниям мощности. Поэтому с целью избежать ошибочных отключений функция защиты полного сопротивления в устройстве дополняется функцией блокировки при качаниях мощности.

Качания мощности являются трехфазными и симметричными. Первым условием пуска функции поэтому служит симметрия трех фазных токов, которая проверяется путем оценки тока обратной последовательности. Это означает, что асимметричные КЗ (все одно- и

двухфазные) не могут вызвать пуска функции блокировки при качаниях мощности. Даже при обнаружении качаний мощности следующее за ним асимметричное КЗ деактивирует блокировку при качаниях мощности и вызовет отключение от дистанционной защиты. Поскольку процесс качаний мощности сам по себе гораздо медленнее, чем КЗ, скорость изменения полного сопротивления можно рассматривать как надежный критерий для их обнаружения. Здесь оценивается полное сопротивление прямой последовательности, получаемое из токов и напряжений прямой последовательности, поскольку оно имеет симметричную природу.

### Логические принципы

На следующем рисунке представлена логическая схема работы функции блокировки при качаниях мощности. Верхняя ее часть представляет модуль контроля симметрии токов. Сигнал пуска для этого модуля выдается в случае выдачи сигнала трехфазного пуска функции блокировки без наличия тока обратной последовательности. Для обнаружения качаний мощности используется многоугольник качаний мощности (P/SPOL), который больше, чем многоугольник отключений (TPOL). Расстояние между этими двумя многоугольниками можно задавать (обычные уставки для направлений R и X). Пользователь может выбирать для каждого параметра (уставки), будет ли многоугольник отвечать только характеристике Z1 или характеристикам Z1 и Z2. В последнем случае многоугольник отключений отражает максимальное значение полного сопротивления.

### Принцип измерения

Критериями для пуска блокировки при качаниях мощности служат вид многоугольника качаний мощности, расстояние от него до многоугольника отключений, вид многоугольника отключений и скорость изменения полного сопротивления. Первое после входа в многоугольник качаний мощности значение полного сопротивления (instant Tent) сравнивается с последним значением за пределами многоугольника (instant Tent- $\Delta t$ ). Время  $\Delta t$  определяется интервалом измерения, равным одному циклу. При этом если скорость изменения вектора полного сопротивления оказывается меньшей, чем значение уставки  $\Delta Z/\Delta t$ , определяется наличие качаний мощности. Степень защиты полного сопротивления не блокируется, однако, до тех пор, пока вектор полного сопротивления находится внутри многоугольника TPOL.

Если первое значение полного сопротивления находится внутри обоих многоугольников P/SPOL и TPOL, защита немедленно фиксирует КЗ, т.к. хотя бы одно из значений полного сопротивления должно находиться между P/SPOL и TPOL. Расстояние между многоугольниками качаний мощности P/SPOL и отключений TPOL, а также скорость изменения  $\Delta Z/\Delta t$  согласуются один с другим и, таким образом, надежно распознаются качания мощности, а желаемая степень дистанционной защиты (Z1 или Z1 и Z2) блокируется. Блокировка сохраняется до тех пор, пока измеренное значение вектора полного сопротивления снова не выйдет за пределы многоугольника отключений или качаний мощности, будет превышено значение скорости изменения вектора полного сопротивления, или условия несимметричной мощности исключат возможность качаний мощности. Время блокировки при качаниях мощности ограничивается параметром **Тдейст КачМощ.**

### Блокировка ступеней дистанционной защиты

Блокировка при качаниях мощности в основном используется для ступени дистанционной защиты Z1, т.к. выдержка времени T1 для этой ступени устанавливается достаточно краткой. Соответственно, большая выдержка времени T2 устанавливается для ступени Z2/ В управляемой зоне Z1В никаких качаний мощности не может быть по определению, т.к. силовой выключатель сети в этом случае разомкнут и нет другой электрической машины, на которой могут быть качания мощности. Более того, блокировка при качаниях мощности не блокирует ненаправленную ступень (ТЗ).

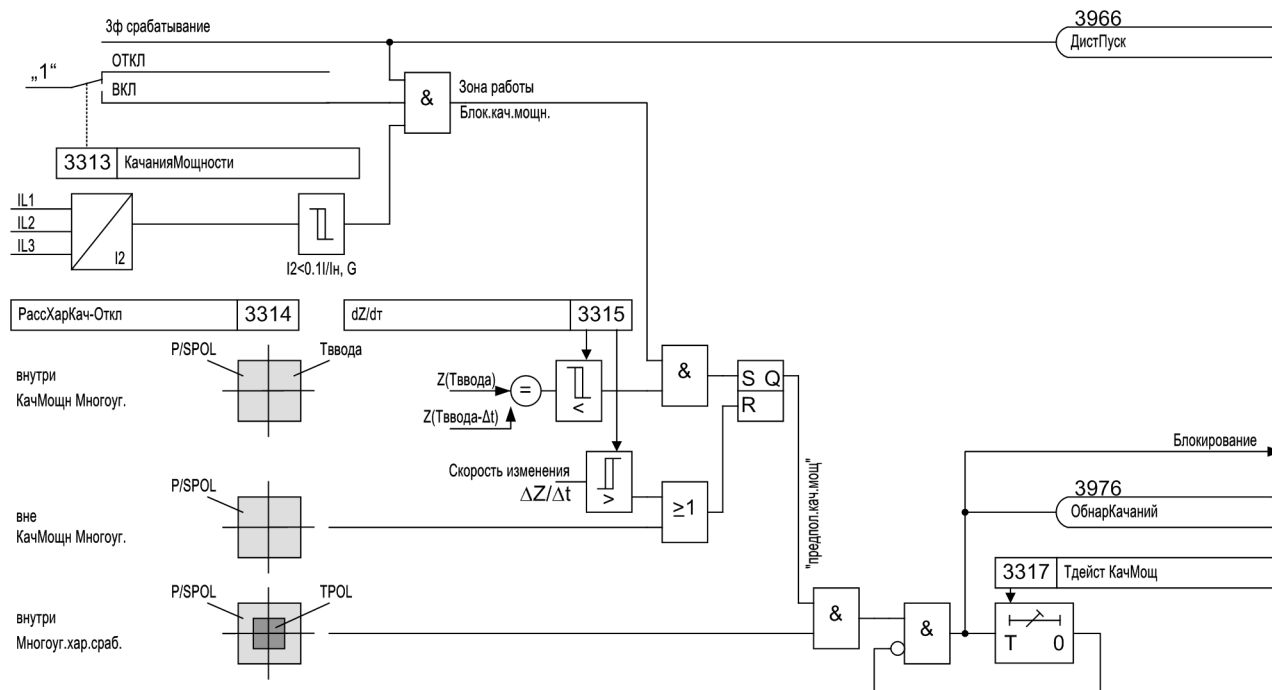


Рисунок 2-62 Логическая схема работы модуля блокировки при качаниях мощности функции дистанционной защиты

- $Z(T_{ввода})$  первое значение внутри многоугольника качаний мощности (в момент  $T_{ввода}$ )  
 $Z(T_{ввода}-\Delta t)$  последнее значение вне многоугольника качаний мощности  
 P/SPOL многоугольник качаний мощности  
 TPOL многоугольник отключений  
 $\Delta Z/\Delta t$  скорость изменения вектора полного сопротивления

### 2.19.3 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция дистанционной защиты электрических машин будет работать только при условии, что в процессе конфигурирования устройства (Раздел 2.4, по адресу **133**, **ДистЗащ** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **3301 ДистЗащ** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

#### Пуск

Для ввода уставок пуска по максимальному току наиболее важным критерием является значение максимального тока нагрузки во время работы машины. Пуск, вызванный условиями перегрузки, необходимо исключить! По этой причине величина пуска **3302 I> ДетектПовр** должна быть выставлена большей, чем ожидаемое максимальное значение тока нагрузки. Рекомендуется вводить уставку, в 1.2 - 1.5 раза большую значения номинального тока защищаемой машины. Логика пуска аналогична логике UMZ I> независимой МТЗ.

Если напряжение возбуждения, поступающее с контактов генератора, при наличии тока КЗ падает ниже величины пуска (адрес **3302**) из-за наличия лавинообразного напряжения, применяется процедура удерживания пуска при пониженном напряжении, т.е. по адресу **3303 U< Статус** вводится **ВКЛ**.

Уставка модуля удерживания при пониженном напряжении **U<** (адрес **3304**) должна соответствовать значению, чуть меньшему, чем минимальное междуфазное напряжение, возникающее в процессе работы машины, например, **U<** = от 75% до 80% номинального напряжения. Время удерживания (адрес **3305 Тудерж**) должно превышать максимальное время ликвидации повреждения в случае резервной работы защиты (рекомендуемая уставка: адрес **3312 Токонч** + 1 с).

### Ступени дистанционной защиты

Защита располагает следующими характеристиками, которые можно задавать независимо друг от друга:

1. Ступень (быстродействующая ступень Z1 ) с параметрами

**Ступень Z1**                      Реактивное сопротивление = охват,  
**T Z1**                                = 0 или краткому времени, если это необходимо.

Управляемая ступень Z1B, управляемая извне через дискретный вход, с параметрами

**Ступень Z1B**                      Реактивное сопротивление = охват,  
**T Z1B**                                T1B = 0 или краткому времени, если это необходимо.

2. Ступень Z2 с параметрами

**Ступень Z2**                      Реактивное сопротивление = охват,  
**T Z2**                                Пользователь должен задать значение T2 выше времени отстройки защиты сети.

Ненаправленная последняя ступень с параметрами

**Токонч**                              Пользователь должен выбрать данную выдержку времени так, чтобы перекрыть 2-ю и 3-ю ступени параллельно подключенной дистанционной защиты энергосистемы.

Поскольку пользователь может предположить, что зона измерений дистанционной защиты должна быть расширена на блочный трансформатор, при задании параметров нужно учитывать диапазон регулирования трансформатора.

Поэтому **Ступень Z1** обычно устанавливается приблизительно на 70% защищаемой зоны (т.е. примерно на 70% реактивного сопротивления трансформатора), без выдержки времени или с малой выдержкой (т.е. **T Z1** = от 0.00 с до 0.50 с). Защита при этом отключает повреждения в этом диапазоне после при ее срабатывании или с небольшой задержкой (так называемое быстродействующее отключение). Предпочтительна выдержка времени 0.1 с.

Для **Ступень Z2** зона охвата может быть установлена на приблизительно 100% реактивного сопротивления трансформатора, или дополнительно на значение полного сопротивления сети. Соответствующая выдержка времени **T Z2** задается так, чтобы она охватывала защитное оборудование энергосистемы отходящих линий. Время **Токонч** - время последнего резервирования.

Следующая формула в общем применима для первичного полного сопротивления (с ограничением по блочному трансформатору):

$$Z_{\text{перв}} = \frac{k_R}{100} \cdot \frac{u_K}{100} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ}}}$$

где

$k_R$                       Охват защищаемой зоны [%]  
 $u_K$                       относительное напряжения КЗ на трансформаторе [%]

$S_H$  относительная мощность трансформатора [MVA]

$U_H$  относительное напряжение трансформатора со стороны машины [кВ]

Расчетные первичные значения полного сопротивления для вторичной стороны трансформаторов тока и напряжения должны быть сконвертированы. Обычно:

$$Z_{\text{вторичн}} = \frac{\text{Коэффициент трансформации ТТ}}{\text{Коэффициент трансформации ТН}} \cdot Z_{\text{первичн}}$$

Номинальный ток устройства защиты (= вторичному номинальному току трансформатора тока) автоматически учитывается устройством. При вводе номинальных величин трансформатора вводятся коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения (см. раздел 2.5).

Пример:

Данные трансформатора:

$$u_K = 7\%$$

$$S_H = 5,3 \text{ MVA}$$

$$U_H = 6.3 \text{ кВ}$$

Коэффициенты трансформации:

$$\text{Коэффициент трансформатора тока} = 500 \text{ A} / 1 \text{ A}$$

$$\text{Коэффициент трансформации ТН} = \frac{6.3 \text{ кВ} / \sqrt{3}}{100 \text{ В} / \sqrt{3}}$$

Это дает охват 70% для зоны 1, где:

$$Z1_{\text{перв}} = \frac{70}{100} \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{6.3^2}{5.3} = 0.3669 \text{ Ом}$$

Следующее значение вторичной стороны зоны 1 вводится по адресу **3306 Ступень Z1:**

$$Z1_{\text{вторич}} = \frac{500 \text{ A} / 1 \text{ A}}{6.3 \text{ кВ} / 100 \text{ В}} \cdot 0.3669 \text{ Ом} = 2.91 \text{ Ом}$$

**Примечание:** Следующий коэффициент получен при подключении устройства 5 А к трансформатору 5А:

$$Z1_{\text{вторичн}} = \frac{500 \text{ A} / 5 \text{ A}}{6.3 \text{ кВ} / 100 \text{ В}} \cdot 0.3669 \text{ Ом} = 0.58 \text{ Ом}$$

Точно так же следующее первичное реактивное сопротивление дает 100% охват ступени 2:

$$Z2_{\text{первичн}} = \frac{100}{100} \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{6.3^2}{5.3} = 0.5242 \text{ Ом}$$

Следующее значение вторичной стороны зоны 2 вводится по адресу **3310 Ступень Z2:**

$$Z2_{\text{вторичн}} = \frac{500 \text{ A} / 1 \text{ A}}{6.3 \text{ кВ} / 100 \text{ В}} \cdot 0.5242 \text{ Ом} = 4.16 \text{ Ом}$$

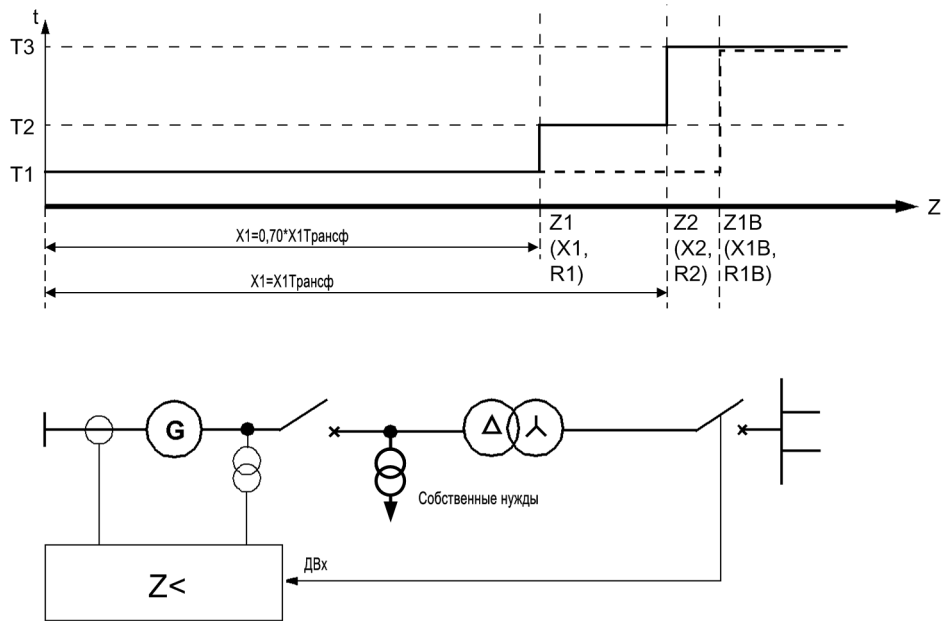


Рисунок 2-63 Отстройка по времени дистанционной защиты электрических машин - пример

### Z1B - управляемая ступень

Управляемая ступень (адрес **3308 Ступень Z1B**) является управляемой изнутри ступенью. Она не влияет на обычную ступень Z1. Соответственно, здесь не будет переключений, но управляемая ступень вводится или выводится в зависимости от положения силового выключателя на стороне высокого напряжения.

Ступень Z1B обычно вводится размыканием силового выключателя на стороне высокого напряжения. В этом случае каждый пуск дистанционной защиты только по причине возникновения КЗ в зоне защиты блока, т.к. энергосистема отключена от блока. Следовательно, быстродействующая зона может быть расширена на 100-120% от зоны защиты без потери селективности.

Ступень Z1B активизируется через дискретный вход, управляемый блок-контактом силового выключателя (см. рисунок 2-63). Управляемая ступень снабжается отдельной выдержкой времени **3309 T Z1B**.

### Последняя ступень

При КЗ за пределами ступеней Z1 и Z2 устройство работает как МТЗ с выдержкой времени. Время **Токонч** выбирается так, чтобы оно охватывало 2-ю и 3-ю ступени параллельно подключенной дистанционной защиты сети.

### Блокировка при качаниях мощности

Блокировка при качаниях мощности будет работать только в том случае, если по адресу **3313 КачанияМощности** введено **ВКЛ**.

Для расстояния между многоугольником качаний мощности и многоугольником отключений (параметр: **РассХарКач-Откл** (адрес **3314**)) и скоростью изменения полного сопротивления (параметр: **dZ/dt** (адрес **3315**)) должен быть найден разумный компромисс. Нужно принять во внимание, что скорость изменения полного сопротивления не является постоянной. Чем ближе к началу координат, тем меньше она становится. Так же как и параметры

энергосистемы - полное сопротивление между системами с качаниями и качающаяся частота (см. также Раздел 2.20 Защита от выпадения из синхронизма).

Следующее выражение позволяет оценить скорость изменения полного сопротивления:

$$\frac{dZ(t)}{dt} \approx \frac{dR(t)}{dt} = \frac{X\pi f_p}{2\sin^2(\pi f_p t)} = \frac{X\pi f_p}{2\sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right)} \text{ в } \frac{\text{Ом}}{\text{сек}}$$

где:

X реактивное сопротивление между источниками качаний мощности

$f_p$  частота качаний

$\delta$  угол качаний

На рисунке 2-64 приведен пример, показывающий как угол качаний мощности влияет на скорость изменения полного сопротивления. При величине угла  $180^\circ$  скорость изменения минимальна. Чем дальше идет проникновение в энергосистему сети (т.е. чем больше или меньше угол), тем больше скорость.

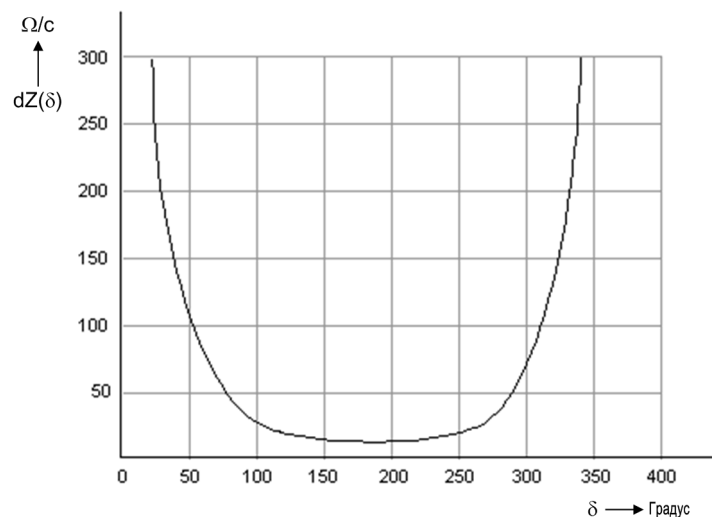


Рисунок 2-64 График скорости изменения полного сопротивления ( $f_p = 1$  Гц;  $X = 10 \Omega$ )

По этой причине значение уставки  $dZ/dt$  должно быть также согласовано со значением скачка полного сопротивления, характерного для начала КЗ.

Для этого Вы определяете минимальное рабочее полное сопротивление ( $ZL, \min$ ), формируете его разницу с уставкой ступени полного сопротивления (например,  $Z1$ ) и рассчитываете градиент полного сопротивления, принимая во внимание интервал измерения = 1 циклу.

Пример:

$$U_{\min} = 0,9 U_N, I_{\max} = 1,1 I_N, u_K = 10\%, \Delta t = 20 \text{ мс}$$

$$U_H = 100 \text{ В}, I_H = 1 \text{ А}$$

$$Z_1 = \frac{0.7 \cdot U_K \cdot U_{\text{НОМ}}}{100 \% \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\text{НОМ}}} = 4.04 \text{ Ом}$$

$$Z_{L, \text{МИН}} = \frac{0.9 \cdot U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot 1.1 \cdot I_{\text{НОМ}}} = 47.24 \text{ Ом}$$

$$\frac{dZ}{dt} = (Z_{L, \text{МИН}} - Z_1) \Delta / t = 43.20 \text{ Ом} / (20 \text{ мс}) = 2160 \text{ Ом} / \text{с}$$

Если значение коэффициента запаса выбрано равным 4,  $dZ/dt$  никогда нельзя задавать выше 500 Ом/с (или 100 Ом/с для трансформаторов 5 А).

Уставка по умолчанию для  $dZ/dt$  равна 300 Ом/с, она должна быть приемлема для большинства конфигураций. При этом значении расстояние между многоугольниками P/SPOL - TPOL будет минимально, принимая во внимание, что для обнаружения факта качаний мощности необходимо наличие одного значения полного сопротивления между P/SPOL и TPOL.

$$P\text{POL} - A\text{POL} > dZ/dt \cdot \Delta t = 300 \text{ Ом/с} \cdot 0.02 \text{ с} = 6 \text{ }\Omega \text{ (выбранная уставка: } 8 \text{ }\Omega)$$

Все остальные задаваемые параметры являются дополнительными и не требуют обычно изменения.

Адрес	Параметры	Комментарии
3316	КачМощ ОтмБлк	Уставка равна $Z_1$ , т.к. для этой ступени выбирают нулевую или очень малую выдержку времени. Выдержка ступени Z2 определяется защитой энергосистемы и ее значение будет больше. (см. также указания ниже)
3317	Тдейст КачМощ	Уставка по умолчанию равна 3.00 с. Эта выдержка времени зависит от минимально возможных качаний частоты в системе.

Вызовут ли качания мощности могут избыточное функционирование защиты полного сопротивления, зависит в основном от времени нахождения вектора полного сопротивления внутри многоугольника отключений. Это время может быть точно определено при расчетах переходных режимов.

Если известна скорость изменения полного сопротивления вблизи  $180^\circ$ , она может служить основой для грубого расчета времени.

$$T = 2 \cdot Z_{\text{характ}} / dZ/dt (180^\circ)$$

На основе вышеприведенных данных получаем:

$$Z_{\text{характ}} = Z_1 = 4 \text{ }\Omega$$

$$dZ/dt (180^\circ) = 20 \text{ Ом/с}$$

$$T = 2 \cdot 4 \text{ }\Omega / 20 \text{ Ом/с} = 0.4 \text{ с}$$

Это означает, что для времени выдержки более 0.4 с нет необходимости осуществлять блокировку при качаниях мощности.



## 2.19.4 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3301	ДистЗащ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Дистанционная защита
3302	I> ДетектПовр	5А	0.50 .. 100.00 А	6.75 А	Ток I> Уставка детектора повреждений
		1А	0.10 .. 20.00 А	1.35 А	
3303	U< Статус		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Статус удерживания ЗащПонижНапр
3304	U<		10.0 .. 125.0 В	80.0 В	Уставка удерживания ЗащПонижНапр
3305	Тудерж		0.10 .. 60.00 сек	4.00 сек	Время удерживания ЗащПонижНапр
3306	Ступень Z1	5А	0.01 .. 26.00 Ом	0.58 Ом	Ступень Z1 дистанционной защиты
		1А	0.05 .. 130.00 Ом	2.90 Ом	
3307	T Z1		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выд.врем. ступени Z1 дист. защиты
3308	Ступень Z1В	5А	0.01 .. 13.00 Ом	0.99 Ом	Ступень Z1В дистанционной защиты
		1А	0.05 .. 65.00 Ом	4.95 Ом	
3309	T Z1В		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выд.врем. ступени Z1В дист. защиты
3310	Ступень Z2	5А	0.01 .. 13.00 Ом	0.83 Ом	Ступень Z2 дистанционной защиты
		1А	0.05 .. 65.00 Ом	4.15 Ом	
3311	T Z2		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд.врем. ступени Z2 дист. защиты
3312	Токонч		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Токонч: окончательная выдержка времени
3313	КачанияМощности		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Блокировка при обнаруж.качаний мощн.
3314	РассХарКач-Откл	5А	0.02 .. 6.00 Ом	1.60 Ом	Расст.между хар-ками качания и отключен.
		1А	0.10 .. 30.00 Ом	8.00 Ом	
3315	dZ/dt	5А	0.2 .. 120.0 Ом/с	60.0 Ом/с	Скорость изменения dZ/dt
		1А	1.0 .. 600.0 Ом/с	300.0 Ом/с	
3316А	КачМощ ОтмБлк		Z1 Z2	Z1	Снятие условий блокировки при КачМощ
3317А	Тдейст КачМощ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Время действия ф-ции обнаруж.кач.мощн.

### 2.19.5 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
3953	>БЛК Дист	SP	>Блокировать дистанционную защиту
3956	>Удлин.Z1B	SP	>Удлин.зоны ст.Z1B для дист.защ
3958	>ДистБЛК Удерж	SP	>Дист:блокировать удерж. защ.от пониж.U
3961	Дист.Вывед	OUT	Дистанц. защита выведена
3962	Дист.БЛК	OUT	Дистанц. защита заблокирована
3963	Дист.актив	OUT	Дистанц. защита активна
3966	ДистПуск	OUT	Пуск дистанционной защиты
3967	Дист.ПоврL1	OUT	Дист: обнаруж.поврежд, фL1
3968	Дист.ПоврL2	OUT	Дист: обнаруж.поврежд, фL2
3969	Дист.ПоврL3	OUT	Дист: обнаруж.поврежд, фL3
3970	Дист.МТЗ уд U	OUT	Дист: МТЗ с удерж.от пониж напряж
3976	ОбнарКачаний	OUT	Функция обнаруж.качаний мощности
3977	Дист.Z1<Откл	OUT	Дист: Z1< отключение
3978	Дист.Z1B<Откл	OUT	Дист: Z1B< отключение
3979	Дист.Z2<Откл	OUT	Дист: Z2< отключение
3980	Дист.Z3<Откл	OUT	Дист: Z3< отключение

## 2.20 Защита от выпадения из синхронизма

В зависимости от условий энергосистемы и характеристик питающих генераторов, динамические процессы, такие как скачки нагрузки, недостаточно быстро устраненные КЗ, АПВ или операции переключений, могут вызвать качания в сети. Такие качания мощности подвергают опасности устойчивость сети. Проблемы устойчивости часто могут зависеть от качаний активной мощности, что приводит к проскальзыванию полюсов и перегрузке генератора.

### 2.20.1 Принцип измерения

#### Общие положения

Функция защиты от выпадения из синхронизма работает на основе хорошо зарекомендовавшего себя принципа измерения полного сопротивления и оценки траектории его комплексного вектора. Полное сопротивление рассчитывается на основе составляющих основной частоты токов и напряжений прямой последовательности. Решение об отделении генератора от сети принимается после анализа движения вектора полного сопротивления и места расположения электрического центра качаний мощности.

Состояние асинхронного хода иллюстрируется с использованием простой модели. На следующем рисунке показаны напряжение генератора  $\underline{U}_{ген}$  и эквивалентное напряжение сети  $\underline{U}_H$ . Полные сопротивления генератора, трансформатора и сети лежат между этих двух значений и составляют полное сопротивление  $\underline{Z}_{общ}$ .

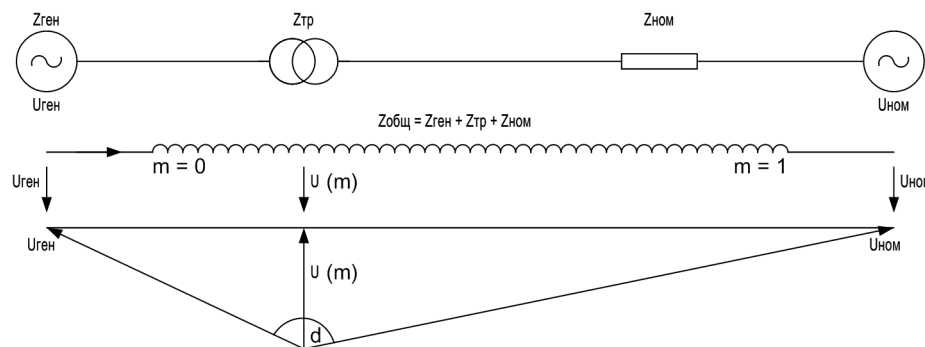


Рисунок 2-65 Эквивалентная модель качаний мощности

Точка измерений делит общее полное сопротивление на полное сопротивление  $m \underline{Z}_{общ}$  и  $(1-m) \cdot \underline{Z}_{общ}$ . Для значения полного сопротивления в точке измерений  $m$  справедливо следующее:

$$\underline{Z}(m) = \frac{\underline{U}(m)}{\underline{I}(m)}$$

Величина тока  $I$  не зависит от места расположения точки измерений:

$$I(m) = I = \frac{\underline{U}_{ген} - \underline{U}_{ном}}{\underline{Z}_{общ}}$$

Напряжение  $\underline{U}$  в точке измерений  $m$  составит:

$$\underline{U}(m) = \underline{U}_{\text{ген}} - (m \cdot Z_{\text{общ}} \cdot I)$$

В результате:

$$\underline{U}_{\text{ген}} = U_{\text{ген}} \cdot e^{j\delta_{\text{ген}}} \quad \underline{U}_{\text{ном}} = U_{\text{ном}} \cdot e^{j\delta_{\text{ном}}} \quad \delta = \delta_{\text{ген}} - \delta_{\text{ном}}$$

$$Z(m) = \left[ \frac{1}{1 - \frac{U_{\text{ном}}}{U_{\text{ген}}} \cdot e^{-j\delta}} - m \right] \cdot Z_{\text{общ}}$$

где  $\delta$  - это угол сдвига фаз между напряжением генератора и эквивалентным напряжением сети. При нормальных условиях величина этого угла зависит от нагрузки и в основном постоянна. С другой стороны, в случае возникновения условий асинхронного хода, величина угла постоянно меняется и может находиться в диапазоне от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . На следующем рисунке показана траектория вектора полного сопротивления в точке измерения  $m$  в соответствии с вышеуказанной формулой. Начало координат соответствует месту измерений (группе трансформаторов напряжения). Пока соотношение величин напряжений  $U_{\text{н}}/U_{\text{ген}}$  постоянно и изменяется угол нагрузки  $\delta$ , траектория будет круговой. Центр и радиус этого круга будут определяться отношением  $U_{\text{н}}/U_{\text{ген}}$ . Центры окружностей всегда располагаются на осевой линии, определяемой направлением  $Z_{\text{общ}}$ . Минимальное и максимальное значения измеряемого полного сопротивления будут при значениях  $\delta = 0^\circ$  и  $\delta = 180^\circ$  соответственно. Если точка измерения находится в электрическом центре качаний мощности, измеренное напряжение и, следовательно, измеренное полное сопротивление становятся нулевыми при  $\delta = 180^\circ$ .

### Многоугольник качаний мощности

Характеристика измерений представляет собой многоугольник качаний мощности с углом наклона  $\varphi_{\text{P}}$ , который может двигаться во всех четырех направлениях. Это гарантирует его оптимальное соответствие условиям энергосистемы.

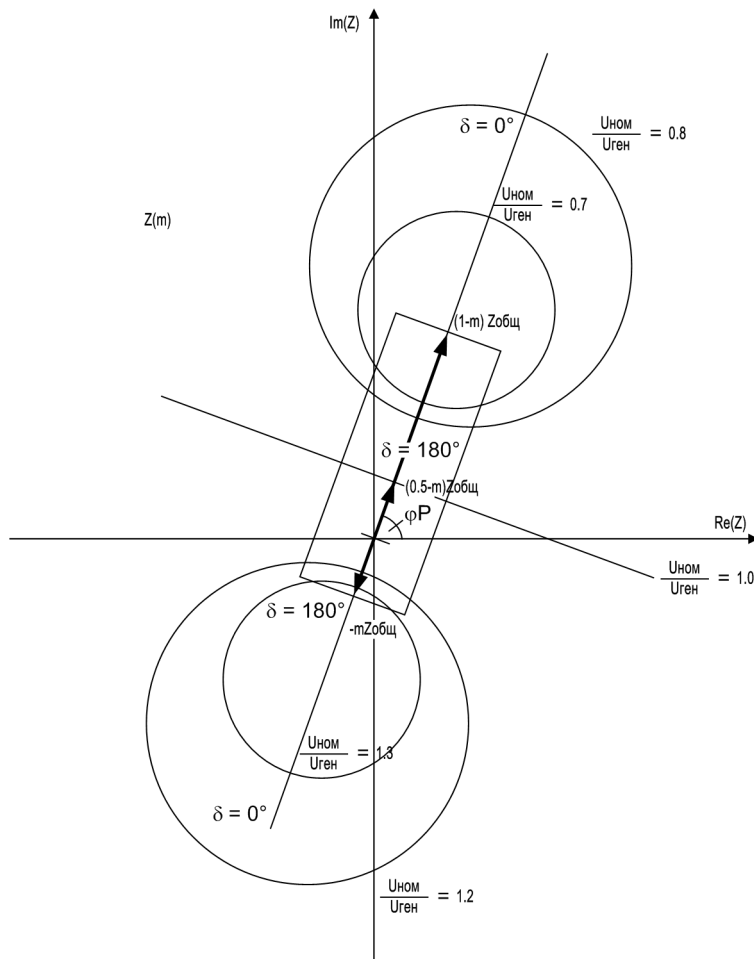


Рисунок 2-66 Траектория вектора полного сопротивления в точке измерений  $m$

## 2.20.2 Логика функционирования защиты от асинхронного хода

На следующем рисунке представлен многоугольник качаний мощности в более детальном виде. Для простоты угол наклона многоугольника  $\varphi_P$  принят равным  $90^\circ$ . Уставки полного сопротивления  $Z_a$ ,  $Z_b$ ,  $Z_c$  и  $(Z_d - Z_c)$  определяют вид многоугольника. Многоугольник симметричен относительно своей вертикальной оси.  $Z_b$  измеряется в обратном направлении в сторону генератора, в прямом направлении ( $Z_c$ ) - в сторону блочного трансформатора, вторая ступень ( $Z_d$ ) - в сторону энергосистемы. Многоугольник качаний мощности разделен на две части. Характеристика 1 (т.е. незаштрихованная часть) - это нижняя часть прямоугольника. Характеристика 2 - это заштрихованная верхняя часть. В зависимости от расположения электрического центра качаний мощности, или от близости электростанции, вектор полного сопротивления проходит через область характеристики 1 или характеристики 2. Точка пересечения воображаемой оси симметрии является решающей для выбора характеристики.

Качания мощности являются трехфазными и симметричными. Первым условием пуска функции поэтому служит симметрия трех фазных токов. Условием обнаружения качаний мощности является превышение током прямой последовательности задаваемого предельного значения  $I_2$  в то время, как величина тока обратной последовательности будет ниже задаваемой величины  $I_1$ .

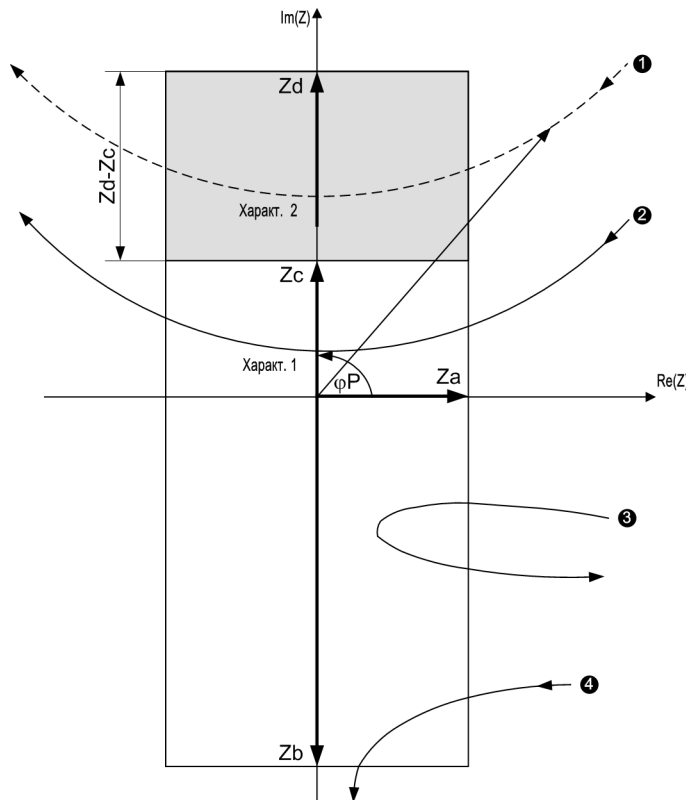


Рисунок 2-67 Многоугольная характеристика асинхронного хода при типичных качаниях мощности

Для обнаружения асинхронного хода необходимо еще, чтобы вектор полного сопротивления входил в характеристику качаний мощности с одной стороны, проходил сквозь воображаемую ось (или делящую характеристику линию) и выходил из многоугольника на противоположной стороне (потеря синхронизма, случаи (1) и (2)). Это будет говорить о том, что действительная составляющая комплексного значения полного сопротивления (нормализованная к системе координат, вращающейся вокруг  $\varphi_P$ ) изменила знак при пересечении характеристики.

С другой стороны, вектор полного сопротивления может входить и выходить из многоугольника качаний мощности с одной стороны. В этом случае качания мощности имеют тенденцию к стабилизации (случаи (3) и (4)).

При обнаружении асинхронного хода, т.е. при проходе вектора полного сопротивления через характеристику качаний мощности, об этом выдается сообщение, которое также содержит информацию о том, какая из характеристик пересечена. Кроме того, увеличиваются значения счетчиков  $n_1$  (для характеристики 1) или  $n_2$  (для характеристики 2).

Пуск функции защиты от асинхронного хода происходит по достижении счетчиком значения 1. Процесс дальнейшего оповещения об асинхронном ходе идет в течение задаваемого периода времени, каждый раз запускается при увеличении значения счетчика. По истечении также задаваемого времени удерживания пуск обнуляется. Время удерживания запускается снова каждый раз при увеличении значения счетчика.

Выдача команды отключения происходит сразу, как только количество проходов вектора через многоугольник качаний мощности достигнет заданного значения. Эта команда поддерживается как минимум в течение задаваемого времени **T-удерж.** Минимальная длительность команды отключения **T TRIPCOM MIN.** не начинает отсчитываться до момента обнуления команды пуска.

Ниже представлена логическая схема работы функции защиты от выпадения из синхронизма. Она имеет две ступени и может быть заблокирована через дискретный вход.

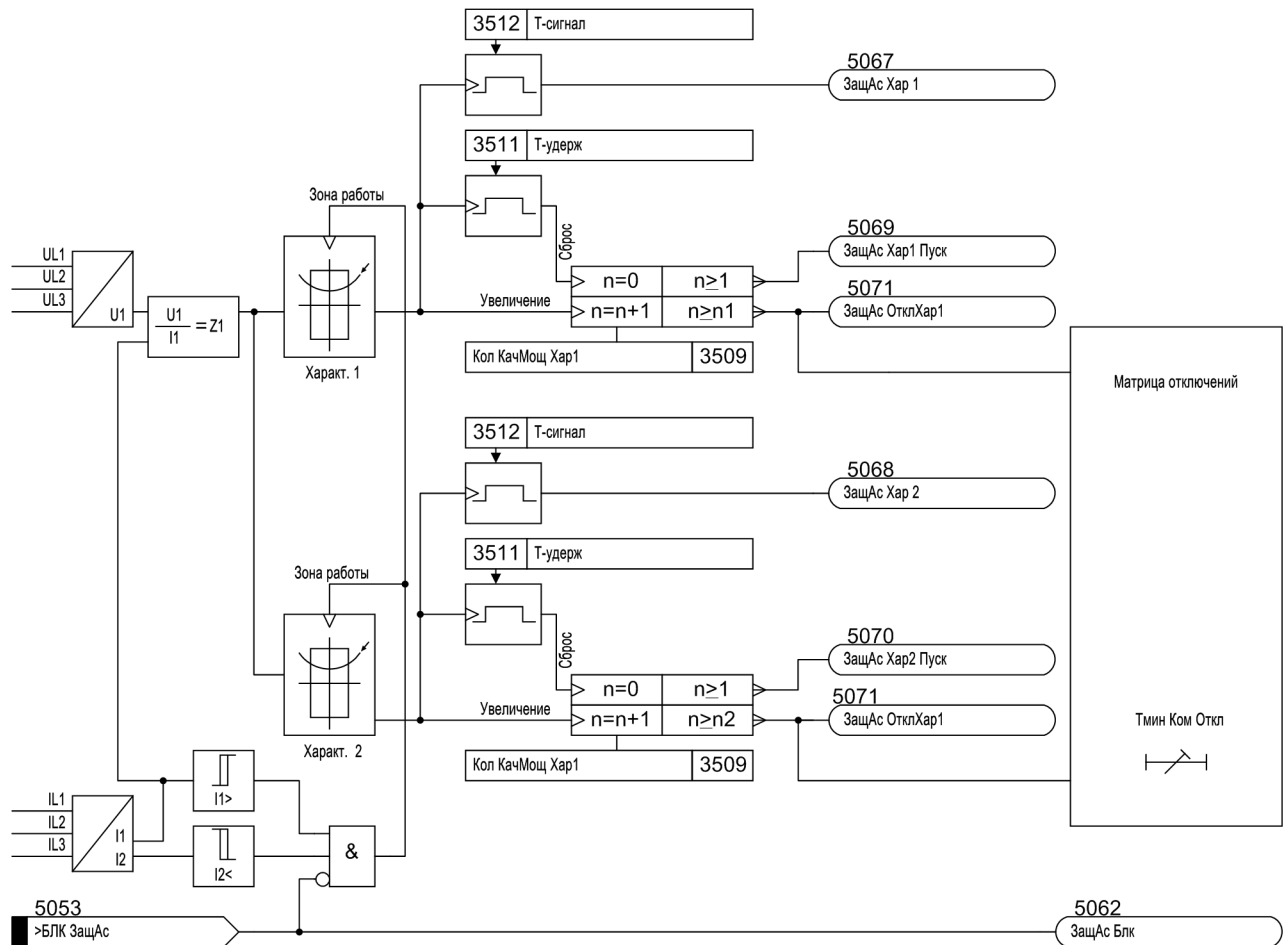


Рисунок 2-68 Логическая схема работы функции защиты от выпадения из синхронизма

### 2.20.3 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция защиты от выпадения из синхронизма будет активна только в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4, по адресу **135, ЗащАсинхрХод** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **3501 ЗащАсинхрХод** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

#### Пуск

Измерения активизируются сразу по факту превышения значениями токов прямой последовательности минимального порогового значения **3502 I1> Разреш** (пуск по максимальному току). Также, по соображениям симметрии, необходимо превышение значением тока обратной последовательности значения по адресу **3503 I2< Разреш**.

Обычно с целью избежать пуска при перегрузке значение уставки **I1> Разреш** устанавливают выше значения номинального тока, т.е. приблизительно равным 120% от  $I_n$ . В зависимости от условий сети, допустимы и меньшие значения для пуска, при этом измерения могут производиться всегда (см. логическую схему). Поскольку асинхронный ход предусматривает условия симметрии, пороговое значение пуска для тока обратной последовательности **I2< Разреш** устанавливают равными приблизительно 20% от  $I_n$ .

### Величины полного сопротивления

При выборе значений уставок решающее значение имеют величины полного сопротивления, которые способно воспринимать устройство защиты. Для выбора направления в сторону защищаемой машины (как видно из расположения трансформаторов напряжения), должно приниматься во внимание ее реактивное сопротивление, которое приблизительно равно ее реактивному сопротивлению в переходном режиме  $X_d'$ . Соответственно, Вы можете рассчитать вторичное переходное реактивное сопротивление использовать его в качестве  $Z_b \approx X_d'$  (см. рисунок ниже).

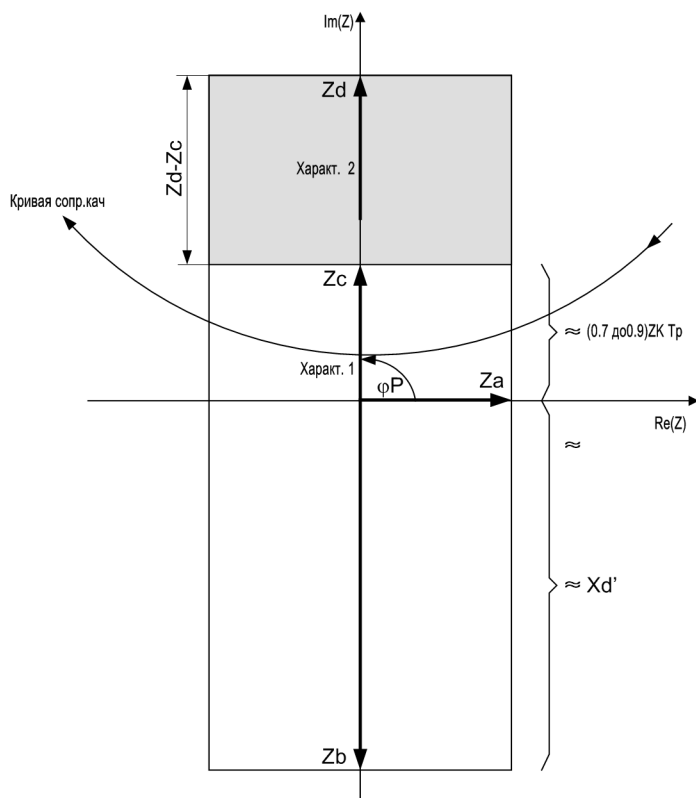


Рисунок 2-69 Прямоугольник качаний мощности

$X_d'$  можно рассчитать из реактивного сопротивления в относительных единицах  $x_d'$  по следующей формуле:

$$X_d' = \frac{U_{\text{ном генер.}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{ном генер}}} \cdot x_d' \cdot \frac{N_{\text{ТТ}}}{N_{\text{ТН}}}$$

где

- $X_d'$  переходное реактивное сопротивление генератора
- $x_d'$  переходное реактивное сопротивление (в относительных единицах)
- $U_{\text{н ген}}$  первичное номинальное напряжение - генератор
- $I_{\text{н ген}}$  первичный номинальный ток - генератор
- $N_{\text{ТТ}}$  коэффициент трансформации трансформатора тока
- $N_{\text{ТН}}$  коэффициент трансформации трансформатора напряжения



В зависимости от типа генератора и значения вторичного тока, значения вторичного напряжения  $U_H$  равные 100 В или 120 В дают приблизительно значения реактивного сопротивления, приведенные в следующей таблице.

Таблица 2-11 Значения переходного реактивного сопротивления машины (нормированные по вторичной стороне)

Тип генератора	$x_d'$	$X_d'$ $U_H = 100 \text{ В} / I_H = 1 \text{ А}$	$X_d'$ $U_H = 120 \text{ В} / I_H = 1 \text{ А}$	$X_d'$ $U_H = 100 \text{ В} / I_H = 5 \text{ А}$	$X_d'$ $U_H = 120 \text{ В} / I_H = 5 \text{ А}$
Неявнополюсный ротор	0,13...0,35	7.5 Ω...20.2 Ω	9.4 Ω...24.3 Ω	1.5 Ω...4.0 Ω	1.9 Ω...4.9 Ω
Явнополюсный ротор	0,20...0,45	11.5 Ω...26.0 Ω	13.9 Ω...31.2 Ω	2.3 Ω...5.2 Ω	2.8 Ω...6.2 Ω

Если можно предположить, что генератор подключен к сети через трансформатор, то уставки относительно направления сети выбираются так, что защита от асинхронного хода измеряет по характеристике 1 приблизительно 70-90% от полного сопротивления трансформатора, а по характеристике 2 - непосредственно в сторону сети. Значение **Zc** по адресу **3506** устанавливается между 70% и 90% от полного сопротивления КЗ на трансформаторе  $X_K$ . Для характеристики 2 по адресу **3507 Zd-Zc** задается остаток полного сопротивления КЗ трансформатора и если необходимо - дополняется полным сопротивлением контролируемой части линии.

В следующей таблице даны типичные значения вторичных полных сопротивлений КЗ в относительных единицах  $X_K$  трансформаторов со вторичными номинальными токами  $I_H = 1 \text{ А}$  и  $I_H = 5 \text{ А}$ , следующая формула дает пример расчета полного напряжения КЗ на основе напряжения КЗ.

$$X_{\text{симм.тока перв}} = \frac{U_{\text{симм.тока}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{НОМ}}} = \frac{u_{\text{симм.тока}} \cdot U_{\text{НОМ}}}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\text{НОМ}}} = \frac{u_{\text{симм.тока}} \cdot U_{\text{НОМ}}^2}{100 \cdot S_{\text{НОМ}}}$$

$$X_{\text{симм.тока}} = X_{\text{симм.тока перв}} \cdot \frac{N_{\text{ТТ}}}{N_{\text{ТН}}}$$

Таблица 2-12 Значения вторичных полных сопротивлений КЗ трансформаторов в относительных единицах

Тип генератора	$u_K$	$X_K$ $U_H = 100 \text{ В} / I_H = 1 \text{ А}$	$X_K$ $U_H = 120 \text{ В} / I_H = 1 \text{ А}$	$X_K$ $U_H = 100 \text{ В} / I_H = 5 \text{ А}$	$X_K$ $U_H = 120 \text{ В} / I_H = 5 \text{ А}$
Неявнополюсный ротор	8%...13%	4.6 Ω...7.5 Ω	5.5 Ω...9.0 Ω	0.9 Ω...1.5 Ω	1.1 Ω...1.8 Ω
Явнополюсный ротор	3%...16%	1.7 Ω...9.2 Ω	2.1 Ω...11.1 Ω	0.3 Ω...1.8 Ω	0.4 Ω...2.2 Ω

Значение уставки  $Z_a$  влияет на ширину многоугольника качаний мощности. Эта уставка по адресу **3504 Za** определяется общим полным сопротивлением  $Z_{\text{общ}}$  и может быть выведена из уравнения на следующем рисунке. При этом для  $Z_{\text{общ}}$  может использоваться либо сумма значений  $Z_b$  и  $Z_d$  (угол качаний мощности между генератором и сетью), либо сумма  $Z_b$  и  $Z_c$  (угол качаний мощности между генератором и трансформатором подстанции). Уставка по умолчанию адреса **3504 Za** соответствует последнему случаю. Обычно выбирается угол качаний мощности  $\delta = 120^\circ$ , т.к. напряжение генератора  $U_{\text{ген}}$  и напряжение системы  $U_H$  равны разнице напряжений:

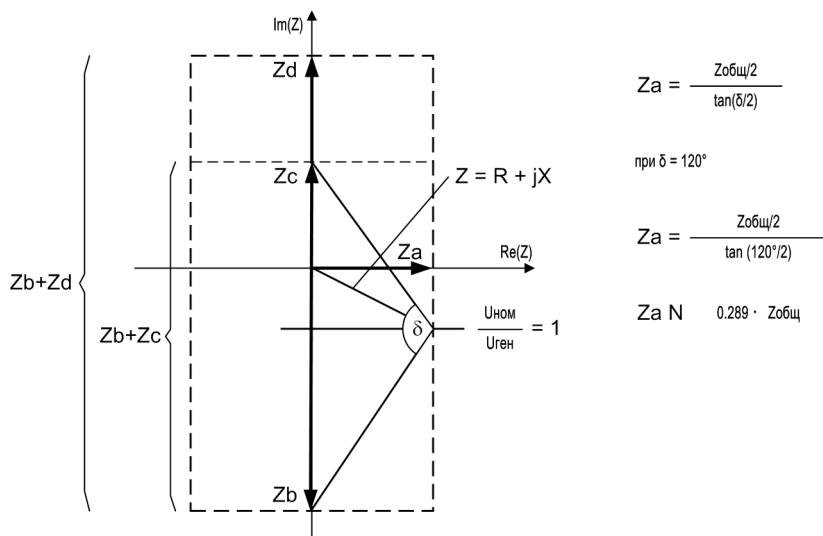


Рисунок 2-70 Многоугольник качаний мощности и векторы полного сопротивления с углом  $\delta$

### Максимальная частота качаний мощности

Ширина многоугольника  $Z_a$  определяет также величину максимальной распознаваемой частоты качаний мощности. Принимая во внимание тот факт, что даже при быстрых качаниях мощности, должны быть установлены как минимум два значения полного сопротивления внутри многоугольника качаний мощности (которые в крайнем случае отличаются на ширину этого многоугольника), для расчета максимальной распознаваемой частоты качаний мощности  $f_p$  используется следующая приближительная формула:

$$f_p = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{1}{T} \cdot \frac{Z_a}{Z_{общ}} \quad \text{где } T = \text{период перем. тока}$$

При номинальной частоте 50 Гц (т.е.  $T = 20$  мс) получаем:

$$Z_a \approx 0.289 \cdot Z_{общ}$$

$$f_p \approx 10 \text{ Гц}$$

- значение максимальной частоты качаний мощности.

Угол наклона  $\varphi$  многоугольника качаний мощности можно задать по адресу **3508 ФиМногоугХар-ки**, таким образом задав оптимально согласованные для конкретной энергосистемы условия.

Пример:

Данные генератора:

$$X_d = 0,20$$

$$U_H = 6.3 \text{ кВ}$$

$$I_H = 483 \text{ А}$$

Данные трансформатора:

$$u_K = 7\%$$

$$S_H = 5,3 \text{ МВА}$$

$$U_H = 6.3 \text{ кВ}$$

Коэффициенты трансформации:

Трансформатор тока  $N_{Str} = 500 \text{ A/1 A}$

Трансформаторы напряжения  $N_{ТН} = \frac{6300 \text{ В}/(\sqrt{3})}{100 \text{ В}/(\sqrt{3})}$

Это даст вторичное переходное реактивное сопротивление генератора:

$$X_d' = \frac{U_{\text{ном генер}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{ном генер}}} \cdot X_d' \cdot \frac{N_{ТТ}}{N_{ТН}}$$

$$X_d' = \frac{6.3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 483} \cdot 0.20 \cdot \frac{500/1}{(6.3 \cdot 10^3)/100} = 12 \text{ Ом}$$

$Z_b \approx X_d'$  определяет таким образом уставку по адресу **3505 Zb**.

Вторичное реактивное сопротивление КЗ на единичном трансформаторе рассчитывается с использованием коэффициентов трансформации:

$$X_{\text{симм.тока}} = \frac{C_{\text{симм.тока}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{100 \cdot S_{\text{ном}}} \cdot \frac{N_{ТТ}}{N_{ТН}} = \frac{7}{100} \cdot \frac{(6.3 \cdot 10^3)^2}{5.3 \cdot 10^6} \cdot \frac{500/1}{(6.3 \cdot 10^3)/100} = 4.2 \text{ Ом}$$

Если характеристика 1 охватывает 85% реактивного сопротивления трансформатора, это дает уставку для  $Z_c \approx 0.85 \cdot 4.2 \text{ Ом} \approx 3.6 \text{ Ом}$ .

Предполагая, что полное сопротивление дополнительного контролируемого участка линии вместе с остаточной частью ( $0.15 \cdot 4.2 \text{ Ом}$ ) полного сопротивления КЗ трансформатора составляет приблизительно 10 Ом, получаем значение уставки по адресу **3507 Zd-Zc** = 6.4 Ом.

Ширина многоугольника  $Z_a$  определяется общим полным сопротивлением  $Z_{\text{общ}}$ . В этом примере общее полное сопротивление  $Z_{\text{общ}}$  является общим полным сопротивлением на характеристике 1, т.е. суммой реактивного сопротивления генератора и одной части реактивного сопротивления блочного трансформатора; это сумма значений уставок  $Z_b$  и  $Z_c$  = 12 Ом + 3.6 Ом = 15.6 Ом:

$$Z_a \approx 0.289 \cdot 15.6 \text{ Ом} \approx 4.5 \text{ Ом}$$

### Количество качаний мощности

Адрес **3509 Кол КачМощ Хар1** определяет то количество циклов качаний мощности, которое после пересечения характеристики 1 ведет к выдаче команды отключения. Если такая информация недоступна, рекомендуется по этому адресу ввести 1 (или 2), т.к. качания мощности вблизи подстанции недопустимы в течение долгого времени, поскольку частые качания мощности ведут к увеличению риска большой нагрузки на защищаемую машину. С другой стороны, при качаниях мощности с электрическим центром в сети будет иметься в наличии много пересечений линий, так что по адресу **3510 Кол КачМощ Хар2** обычно вводят 4.

Каждый раз при прохождении через характеристику 1 или 2 запускается отсчет выдержки времени, введенной по адресу **3511Т-удерж**). По истечении этой выдержки состояние пуска снимается и счетчик  $n_1$  или  $n_2$  соответственно сбрасывается в ноль, таким образом информацию о последних качаниях в сети можно считать уничтоженной. Эта выдержка времени должна задаваться большей, чем самым долгий ожидаемый цикл асинхронного хода (т.е. с учетом минимальной частоты качаний мощности). Обычно выбирают уставку между 20 и 30 с.

Каждый раз, когда один из счетчиков  $n_1$  или  $n_2$  увеличивает свое значение, возобновляется выдержка времени и выдается сообщение "Характер 1 сработ. Защ от асинхр реж" или

"Характер 2 срабат. Защ от асинхр реж" Эти сигналы исчезают по истечении времени, заданного по адресу **3512 Т-сигнал**. Если здесь задано время, большее, чем время между двумя качаниями мощности, сигнал "Характер 1 (или 2) срабат. Защ от асинхр реж" появляется при обнаружении первого качания мощности и исчезает после обнаружения последнего, по истечении заданного времени **Т-сигнал**.

#### 2.20.4 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3501	ЗащАсинхрХод		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от асинхронного хода
3502	I1> Разреш		20.0 .. 400.0 %	120.0 %	Ток Пуск для разрешения измерений I1>
3503	I2< Разреш		5.0 .. 100.0 %	20.0 %	Ток Пуск для разрешения измерений I2<
3504	Za	5A	0.04 .. 26.00 Ом	0.90 Ом	Акт.сопр. Za многоуг.хар-ки,ширина
		1A	0.20 .. 130.00 Ом	4.50 Ом	
3505	Zв	5A	0.02 .. 26.00 Ом	2.40 Ом	Реакт.сопр.Zв многоуг.хар-ки,напр.назад
		1A	0.10 .. 130.00 Ом	12.00 Ом	
3506	Zc	5A	0.02 .. 26.00 Ом	0.72 Ом	Реакт.сопр.Zc многоуг.хар,вперед,хар-ка1
		1A	0.10 .. 130.00 Ом	3.60 Ом	
3507	Zd-Zc	5A	0.00 .. 26.00 Ом	1.28 Ом	Разн.реакт.сопр.,хар-ка1-хар-ка2,вперед
		1A	0.00 .. 130.00 Ом	6.40 Ом	
3508	ФиМногоугХар-ки		60.0 .. 90.0 °	90.0 °	Угол наклона многоугольной хар-ки
3509	Кол КачМощ Хар1		1 .. 10	1	Количество качаний мощности: хар-ка 1
3510	Кол КачМощ Хар2		1 .. 20	4	Количество качаний мощности: хар-ка 2
3511	Т-удерж		0.20 .. 60.00 сек	20.00 сек	Время удерживания для детектора поврежд.
3512	Т-сигнал		0.02 .. 0.15 сек	0.05 сек	Мин.время сигнализации для Хар-ки 1/2

### 2.20.5 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5053	>БЛК ЗащАс	SP	>Блокировать защ.от ассинхр.реж
5061	ЗащАс Выв	OUT	Защ.от ассинхр.реж. Выведена
5062	ЗащАс Блк	OUT	Защ.от ассинхр.реж. Заблокирована
5063	ЗащАс актив	OUT	Защ.от ассинхр.реж. Активна
5067	ЗащАс Хар 1	OUT	Характер.1 защиты от ассинхр.реж
5068	ЗащАс Хар 2	OUT	Характер.2 защиты от ассинхр.реж
5069	ЗащАс Хар1 Пуск	OUT	Характер 1 пуск Защ.от ассинхр реж
5070	ЗащАс Хар2 Пуск	OUT	Характер 2 пуск Защ.от ассинхр реж
5071	ЗащАс ОтклХар1	OUT	Характ.откл.1 Защ.от ассинхр реж
5072	ЗащАс ОтклХар2	OUT	Характ.откл.2 Защ.от ассинхр реж

## 2.21 Защита от понижения напряжения

Защита от понижения напряжения обнаруживает снижение напряжения в электрических машинах и помогает избежать недопустимых режимов и возможной потери устойчивости. Двухфазные КЗ или замыкания на землю приводят к возникновению асимметричных посадок напряжения. По сравнению с расчетами на основе трехфазных величин обнаружение понижения напряжения на основе системы прямой последовательности не подвержено влиянию данных условий и успешно применимо для решения проблем устойчивости.

### 2.21.1 Описание функции

#### Режим работы

По указанным выше причинам величины прямой последовательности рассчитываются на базе основных гармоник трех напряжений фаза-земля и подаются в устройство защиты.

Функция защиты от понижения напряжения содержит 2 ступени. Сообщение о пуске выдается сразу, как только рабочая величина станет меньше заданного порогового значения напряжения. Сигнал отключения передается в том случае, когда сообщение о пуске существует в течение заранее заданного времени.

С целью избежать случайного пуска функции защиты при сбое вторичного напряжения, каждая ступень может быть заблокирована отдельно или блокируются обе ступени сразу, через дискретный вход (входы), например, с использованием автоматического выключателя трансформатора напряжения. Также интегрированная функция блокировки при неисправностях цепей напряжения блокирует обе эти ступени (см. Раздел 2.42.1).

Если пуск происходит при переходе устройства в режим работы 0 - т.е. в отсутствие измеряемых рабочих величин или при выходе из допустимого частотного диапазона - это состояние пуска удерживается. Это гарантирует выдачу команды отключения даже в этих условиях. Это удерживание пуска может быть отменено только после повышения измеряемой величины выше значения возврата или при активации блокирующего входа.

Если перед переходом устройства в рабочее состояние 0 не было ни одного пуска, (то есть, например, не было включения устройства без наличия измеренных величин), пусков и отключений не произойдет. Незамедлительная выдача команды отключения может произойти при переходе в режим работы устройства 1 (т.е. при появлении измеренных величин). По этой причине рекомендуется активировать блокирующий вход функции защиты от понижения напряжения через блок-контакт выключателя, например, при блокировке функции защиты после выдачи команды отключения.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от понижения напряжения.

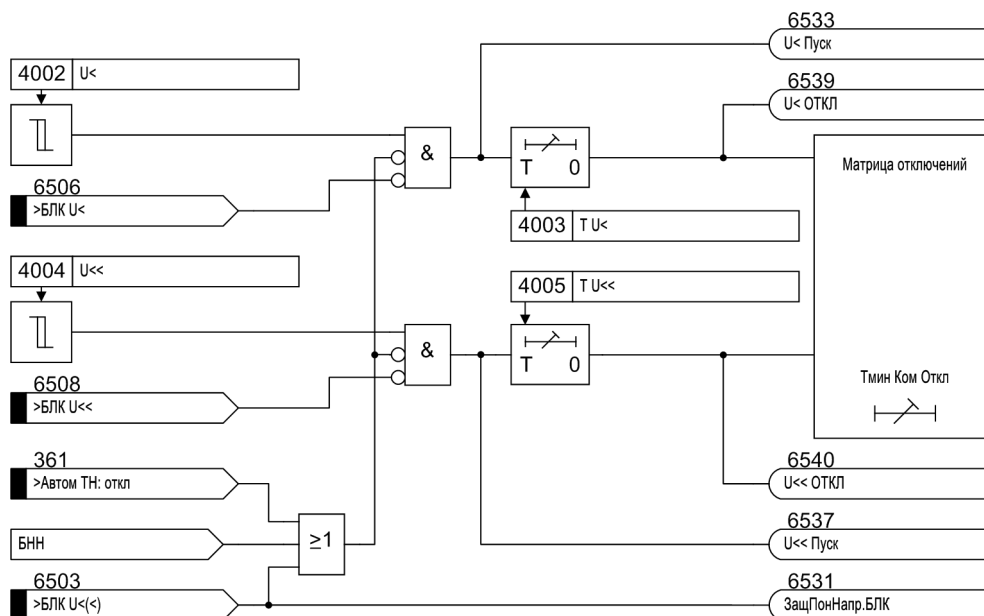


Рисунок 2-71 Логическая схема работы функции защиты от понижения напряжения

## 2.21.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от понижения напряжения будет активна только в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4, по адресу **140, ЗащПонижНапр** было введено **Введено**). Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **4001 Защ Пониж Напр** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Уставки

Необходимо учитывать тот факт, что напряжения прямой последовательности и, следовательно, пороговые значения пуска должны рассматриваться как междуфазные величины (напряжение на зажимах  $\cdot\sqrt{3}$ ). Первая ступень функции защиты от понижения напряжения обычно выставляется на 75% от номинального напряжения машины, т.е. по адресу **4002 U<** вводится значение 75 В. Пользователю для ввода по адресу **4003 T U<** нужно выбрать такое значение выдержки времени, при котором посадки напряжения, влияющие на устойчивость сети, будут гарантированно отключены. С другой стороны, эта выдержка времени должна быть достаточно большой, такой, чтобы избежать отключений при допустимых кратких понижениях напряжения.

Для второй ступени выбирают более низкое значение пуска **4004 U<<**, например, = 65 В, а также более краткую выдержку времени **4005 T U<<**, например, = 0.5 с для достижения наилучшего согласования с условиям устойчивости защищаемого объекта.

Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

Коэффициент возврата для рабочих режимов можно задать по адресу **4006 КоэффВозвр U<**.

### 2.21.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4001	Защ Пониж Напр	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от понижения напряжения
4002	U<	10.0 .. 125.0 В	75.0 В	Уставка по напряжению ступени U< (ф-з)
4003	T U<	0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени U<
4004	U<<	10.0 .. 125.0 В	65.0 В	Уставка по напряжению ступени U<<(ф-з)
4005	T U<<	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени ступени U<<
4006A	КоеффВозвр U<	1.01 .. 1.20	1.05	Коефф. возврата для U<

### 2.21.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
6503	>БЛК U<( < )	SP	>Блокировать защиту от пониж.напряжения
6506	>БЛК U<	SP	>Блокир.ступ.защиты от пониж.напряж. U<
6508	>БЛК U<<	SP	>Блокир.ступ.защиты от пониж.напряж. U<<
6530	ЗащПонНапр.Выкл	OUT	Защита от понижения напряжения выключена
6531	ЗащПонНапр.БЛК	OUT	Защита от пониж.напряжения заблокирована
6532	ЗащПонНапр.АКТ	OUT	Защита от понижения напряжения активна
6533	U< Пуск	OUT	Пуск ступ.защ.от пониж. напр. U<
6537	U<< Пуск	OUT	Пуск ступ.защ.от пониж. напр.U<<
6539	U< ОТКЛ	OUT	Отключение ступ.защ. от пониж. напр. U<
6540	U<< ОТКЛ	OUT	Отключение ступ.защ. от пониж.напр. U<<



## 2.22 Защита от повышения напряжения

Функция защиты от повышения напряжения служит для защиты электрических машин и подключенных частей подстанции от влияния недопустимого повышения напряжения. Нежелательные повышения напряжения могут возникать при неправильном ручном управлении системой возбуждения, неправильной работе автоматического регулятора напряжения, сбросе нагрузки (полной) генератора, отделении генератора от системы или при изолированной работе системы.

### 2.22.1 Описание функции

#### Режим работы

Функция защиты от повышения междуфазного напряжения позволяет выбирать, контролировать ли междуфазные или фазные напряжения. При появлении перенапряжения, отключение выполняется с короткой выдержкой времени, в то время как при меньшем повышении напряжения отключение выполняется с более длительной выдержкой времени - с целью дать возможность регулятору напряжения вернуть значение напряжения в пределы номинального диапазона. Пользователь должен задать предельные значения напряжения и выдержки времени отдельно для обеих ступеней.

Каждую ступень можно блокировать индивидуально и/или блокировать обе ступени, через дискретный вход (входы).

На следующем рисунке представлена логическая схема работы функции защиты от повышения напряжения.

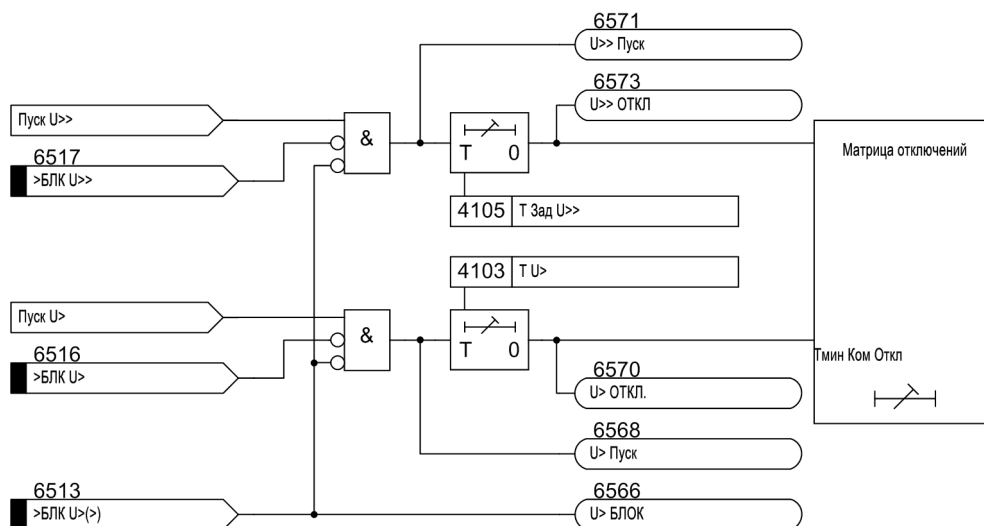


Рисунок 2-72 Логическая схема работы функции защиты от повышения напряжения

## 2.22.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от повышения напряжения будет активна только в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4), по адресу **141, ЗащПовышНапр** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **4101 Защ Повыш Напр** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Уставки

Адрес **4107 ИзмерВел U>** служит для определения того, какие величины измерения используются функцией защиты. Уставка по умолчанию (для обычного случая) определяет использование междуфазных напряжений (= **Uф-ф**). Для низковольтных машин с заземленной нейтралью выбирают значение (= **Uф-з**). Обратите внимание, что даже если в качестве измеряемых величин выбраны напряжения "фаза-земля", уставки функции защиты от повышения напряжения нормируются к междуфазным напряжениям.

Уставки пуска и выдержки времени защиты от повышения напряжения зависят от скорости, с которой регулятор напряжения может устранять отклонения в значении напряжения. Защита не должна вмешиваться в процесс регулирования исправно работающего регулятора напряжения. По этой причине двухступенчатая характеристика всегда должна быть выше характеристики "напряжение-время" регулирования напряжения.

Степень **4102 U>** с большой выдержкой времени **4103 T U>** должна пускаться при перенапряжениях установившегося режима. Для нее выбирается уставка напряжения приблизительно равная 110 - 115% от  $U_n$  и, в зависимости от скорости регулятора, уставка времени от 1.5 до 5 с.

В случае отказа генератора при полной нагрузке, растет в первую очередь переходное напряжение. Только после этого регулятор напряжения уменьшит его снова до номинального значения. Степень **U>>** обычно задается как степень с краткой выдержкой времени, так, чтобы переходный процесс в случае отказа генератора при полной нагрузке не привел к отключению. Например, обычно задается **4104 U>>** = приблизительно 130% от  $U_n$ , для выдержки времени **4105 T Зад U>>** берут значение от 0 до 0.5 с.

Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

Коэффициент возврата можно задать по адресу **4106 КоэффВозвр U>** пошагово, для согласования с рабочими режимами, эта уставка используется для высокоточной сигнализации (например, при питании сети от ветряных электростанций).

### 2.22.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4101	Защ Повыш Напр	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от повышения напряжения
4102	U>	30.0 .. 170.0 В	115.0 В	Уставка по напряжению ступени U> (ф-з)
4103	T U>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени U>
4104	U>>	30.0 .. 170.0 В	130.0 В	Уставка по напряжению U>>
4105	T Зад U>>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени U>>
4106А	КозэфВозвр U>	0.90 .. 0.99	0.95	Козэф. возврата для U>
4107А	ИзмерВел U>	Uф-ф Uф-з	Uф-ф	Измеряемые величины для U>

### 2.22.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
6513	>БЛК U>(>)	SP	>Блокировать защиту от повыш.напряжения
6516	>БЛК U>	SP	>Блокир.ступ.защиты от повыш.напряж. U>
6517	>БЛК U>>	SP	>Блокир.ступ.защиты от повыш.напряж. U>>
6565	U> Выкл	OUT	Защ.от повыш.напр.: ст. U> выключена
6566	U> БЛОК	OUT	Защ.от повыш.напр.: ст. U> блокирована
6567	U> АКТ	OUT	Защ.от повыш.напр.: ст. U> активна
6568	U> Пуск	OUT	Защ.от повыш.напр.: Пуск ст. U>
6570	U> ОТКЛ.	OUT	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>
6571	U>> Пуск	OUT	Защ.от повыш.напр.: Пуск ст. U>>
6573	U>> ОТКЛ	OUT	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>>

## 2.23 Защита по частоте

Защита по частоте фиксирует ненормально высокую или низкую частоту генератора. Если частота находится вне допустимого диапазона, то предпринимаются соответствующие действия, такие, как отключение генератора от системы.

**Понижение системной частоты** возникает при росте потребления активной мощности в системе, или при сбое в управлении частотой или скоростью. Защита от понижения частоты еще применяется для временно работающих в изолированной системе генераторов. Этот обусловлено тем фактом, что защита от реверса мощности не может работать в случае нарушения подачи мощности привода. Генератор может быть отключен от энергосистемы при использовании защиты от понижения частоты.

**Повышение системной частоты** возникает, например, в случае сбрасывания больших нагрузок в изолированных сетях, или неправильной работы устройства управления частотой. Также существует опасность самовозбуждения генераторов, питающих длинные ненагруженные линии.

При использовании фильтров измерение будет проходить практически независимо от влияния гармоник и будет очень точным.

### 2.23.1 Описание функции

#### Повышение и понижение частоты

Защита по частоте имеет четыре ступени  $f_1 - f_4$ . Для настройки функции к условиям ее реального применения, эти ступени могут использоваться как элемент защиты от повышения частоты или от понижения частоты и могут быть независимо конфигурированы для осуществления различных функций управления. При помощи уставок задают назначение каждой отдельной ступени. Для ступени  $f_4$  пользователь может вне зависимости от заданного предельного значения выбрать, будет ли эта ступень работать как защита от понижения или повышения частоты. По этой причине для различных конфигураций может быть выбрано, будет ли выдаваться сигнал о снижении частоты ниже номинальной.

#### Рабочие диапазоны

Оценка частоты возможна только тогда, когда присутствует как минимум одно из трех междуфазных напряжений и имеет достаточную величину. Если измеряемое напряжение становится меньше задаваемого значения **U<sub>мин</sub>**, то защита по частоте выводится, потому что точный расчет частоты из сигнала более не возможен.

В случае работы функции защиты от повышения частоты, удерживание пуска защиты от повышения частоты происходит при переходе в рабочий режим 0, если последняя измеренная частота была выше 66 Гц. Команда отключения снимается функцией блокировки или при переходе в рабочий режим 1. Команда пуска снимается если последняя измеренная частота перед переходом в режим работы 0 была ниже 66 Гц.

В случае работы функции защиты от понижения частоты, невозможен точный расчет частоты при переходе в режим 0 по причине слишком низкой частоты. Соответственно, команды пуска или отключения будут сняты.

## Выдержка времени, логика

Каждая команда отключения может быть задержана с помощью дополнительной выдержки времени. По истечении выдержки времени выдается сигнал отключения. После возврата пуска команда отключения немедленно снимается, но только после истечения времени минимальной длительности команды.

Каждая из четырех ступеней частоты может блокироваться отдельно через дискретные входы.

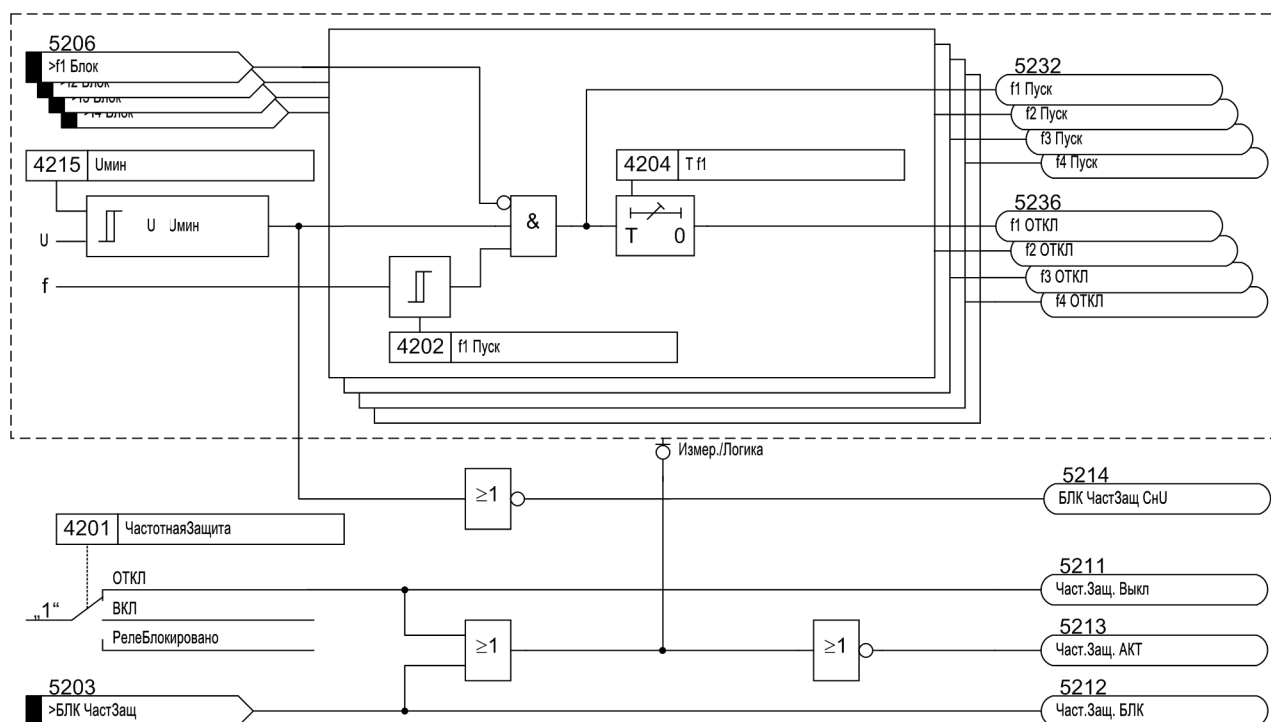


Рисунок 2-73 Логическая схема работы функции защиты по частоте

## 2.23.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция частотной защиты будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **142 ЧастотнаяЗащита** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **4201 ЧастотнаяЗащита** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Величины для пуска

При задании величин номинальной частоты энергосистемы и пороговых значений частоты для каждой из ступеней **f1 Пуск - f4 Пуск** функция в каждом случае определяется как защита от повышения или понижения частоты. Установите пороговое значение ниже номинальной частоты, если элемент используется для защиты от понижения частоты. Если элемент используется для защиты от повышения частоты, установите пороговое значение выше номинальной частоты.



### Примечание

Если пороговое значение задано равным номинальной частоте, ступень будет неактивна.

Для ступени f4 последнее утверждение справедливо только если параметр **4214 Порог f4** задан равным **Автоматически** (уставка по умолчанию). Если необходимо, по этому адресу можно ввести **f>** или **f<**, при этом задается режим работы ступени (определение повышения или понижения частоты), независимо от того, какая пороговая величина была введена для **f4 Пуск**.

Если защита по частоте используется для деления сети или частотной разгрузки, уставки будут зависеть от действующих условий сети. Обычно при применении поэтапной частотной разгрузки стараются учесть приоритеты потребителей или групп потребителей электроэнергии.

Рассмотрим примеры применения функции для защиты электростанций. Задаваемые значения частоты зависят, главным образом, также и в этих случаях, от технических требований электростанции / диспетчера станции. В этом контексте защита от понижения частоты обеспечивает потребление собственных нужд станции, отключая на время станцию от энергосистемы. Турборегулятор регулирует работу группы машин до номинальной скорости. Соответственно, электростанция постоянно снабжается энергией номинальной частоты.

При получении уменьшенной полной мощности, приводимые в движение турбинами генераторы, как правило, могут работать на частоте, составляющей 95% от номинальной. Однако, для потребителей реактивной мощности снижение частоты означает не только увеличение потребления тока, но и также подвергает опасности устойчивость работы. По этой причине разрешается производить только краткосрочные снижения частоты до приблизительно 48 Гц (для  $f_H = 50$  Гц) или 58 Гц (для  $f_H = 60$  Гц).

Повышение частоты может возникнуть, например, из-за сброса нагрузки или неверной работы регулятора частоты вращения (например, в автономной системе). Таким образом функция защиты от повышения частоты может, например, использоваться для защиты от повышения частоты вращения.

Пример задания уставок:

Ступень	Причина	Выбранные уставки		
		при $f_H = 50$ Гц	при $f_H = 60$ Гц	Задержка
f1	Отключение от системы	48,00 Гц	58,00 Гц	1,00 с
f2	Остановка	47,00 Гц	57,00 Гц	6,00 с
f3	Предупреждение	49,50 Гц	59,50 Гц	20,00 с
f4	Сигнализация или отключение	52,00 Гц	62,00 Гц	10,00 с

### Выдержки времени

Выдержки времени **T f1 - T f4** задаются по адресам **4204, 4207, 4210 и 4213**), они позволяют реализовать градацию ступеней защиты. Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

### Минимальное напряжение

Адрес **4215 Умин** служит для ввода величины минимального напряжения, по достижении которого частотная защита блокируется. Рекомендуемое значение - приблизительно 65% от  $U_H$ . Значение задается для междуфазных напряжений. Минимальное пороговое значение напряжения можно вывести, задав по этому адресу **0**.

### 2.23.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4201	ЧастотнаяЗащита	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от повышения/понижения частоты
4202	f1 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	48.00 Гц	Уставка пуск 1-й ступ.частот.защиты
4203	f1 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	58.00 Гц	Уставка пуск 1-й ступ.частот.защиты
4204	T f1	0.00 .. 600.00 сек	1.00 сек	Выдержка времени 1-й ступ.частот.защиты
4205	f2 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	47.00 Гц	Уставка пуск 2-й ступ.частот.защиты
4206	f2 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	57.00 Гц	Уставка пуск 2-й ступ.частот.защиты
4207	T f2	0.00 .. 100.00 сек	6.00 сек	Выдержка времени 2-й ступ.частот.защиты
4208	f3 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	49.50 Гц	Уставка пуск 3-й ступ.частот.защиты
4209	f3 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	59.50 Гц	Уставка пуск 3-й ступ.частот.защиты
4210	T f3	0.00 .. 100.00 сек	20.00 сек	Выдержка времени 3-й ступ.частот.защиты
4211	f4 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	52.00 Гц	Уставка пуск 4-й ступ.частот.защиты
4212	f4 Пуск	40.00 .. 66.00 Гц	62.00 Гц	Уставка пуск 4-й ступ.частот.защиты
4213	T f4	0.00 .. 100.00 сек	10.00 сек	Выдержка времени 4-й ступ.частот.защиты
4214	Порог f4	Автоматически f> f<	Автоматически	Работа с пороговым значением f4
4215	Умин	10.0 .. 125.0 В; 0	65.0 В	Минимальное рабочее напряжение

#### 2.23.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5203	>БЛК ЧастЗащ	SP	>Блокировать частотную защиту
5206	>f1 Блок	SP	>Блокировать ступень f1 частотной защиты
5207	>f2 Блок	SP	>Блокировать ступень f2 частотной защиты
5208	>f3 Блок	SP	>Блокировать ступень f3 частотной защиты
5209	>f4 Блок	SP	>Блокировать ступень f4 частотной защиты
5211	Част.Защ. Выкл	OUT	Частотная защита выключена
5212	Част.Защ. БЛК	OUT	Частотная защита заблокирована
5213	Част.Защ. АКТ	OUT	Частотная защита активна
5214	БЛК ЧастЗащ СнУ	OUT	Блокир.част.защиты при снижении напряж.
5232	f1 Пуск	OUT	Пуск ступени f1 частотной защиты
5233	f2 Пуск	OUT	Пуск ступени f2 частотной защиты
5234	f3 Пуск	OUT	Пуск ступени f3 частотной защиты
5235	f4 Пуск	OUT	Пуск ступени f4 частотной защиты
5236	f1 ОТКЛ	OUT	Отключение ступенью f1 частотной защиты
5237	f2 ОТКЛ	OUT	Отключение ступенью f2 частотной защиты
5238	f3 ОТКЛ	OUT	Отключение ступенью f3 частотной защиты
5239	f4 ОТКЛ	OUT	Отключение ступенью f4 частотной защиты



## 2.24 Защита от перевозбуждения

Функция защиты от перевозбуждения используется для обнаружения недопустимо большой электромагнитной индукции в генераторах и трансформаторах, особенно в блочных трансформаторах на электростанциях. Защита должна вступать в действие по факту превышения предельного для защищаемого объекта (например, блочного трансформатора) значения. Трансформатор может подвергаться опасности, например, когда блок электростанции при полной нагрузке отключается от системы, а регулятор напряжения или не работает, или работает недостаточно быстро для регулирования появляющегося увеличения напряжения. Аналогично, снижение частоты (скорости вращения), например, в изолированных системах, может привести к недопустимому росту индукции.

Рост электромагнитной индукции выше номинального значения ведет к очень быстрому насыщению стального сердечника и ведет к большим потерям вихревых токов.

### 2.24.1 Описание функции

#### Метод измерения

Функция защиты от перевозбуждения служит для измерения коэффициента  $f$  (напряжение  $U$ /частота), который пропорционален индукции  $B$  и приводит ее к номинальной индукции  $B_{\text{ном маш}}$ . В этом случае напряжение и частота даются в отношении к номинальным значениям защищаемого объекта (генератора, трансформатора).

$$B \sim \frac{U}{f}$$

$$\frac{B}{B_{\text{ном маш}}} = \frac{\frac{U}{f}}{\frac{U_{\text{ном маш}}}{f_{\text{ном}}}} \doteq \frac{U}{f} \quad (\text{упрощено})$$

Расчет производится на основе максимального из трех междуфазных напряжений. Диапазон контролируемой частоты - от 10 Гц до 70 Гц.

#### Согласование трансформаторов напряжения

Любые отклонения первичных номинальных напряжений трансформаторов напряжения и защищаемого объекта компенсируются внутренним корректирующим коэффициентом ( $U_{\text{н перв}}/U_{\text{н маш}}$ ). По этой причине нет необходимости конвертировать пороговые значения и характеристики пуска во вторичные величины. Однако, первичное номинальное напряжение трансформатора в системе и номинальное напряжение защищаемого объекта должны быть введены правильно (см. Разделы 2.5 и 2.7).

#### Кривые функционирования

Защита от перевозбуждения располагает двумя ступенчатыми характеристиками и одной термической характеристикой для приблизительного моделирования нагрева защищаемого объекта в случае перевозбуждения. Как только пороговое значение (ступень предупредительной сигнализации  $4302 U/f >$ ) будет превышено, запускается выдержка времени  $4303 T U/f >$ . По истечении этого времени выдается предупредительное сообщение. При этом счетчик переключений активизируется сразу же при превышении пороговой величины пуска. Значение этого весового счетчика увеличивается в соответствии с текущей величиной  $U/f$ , соответствующей времени отключения согласно заданной характеристике. Сигнал отключения передается, как только счетчик отключений достиг этого состояния.

Команда отключения снимается, как только значение становится меньше порогового значения срабатывания, и счетчик уменьшает свое значение согласно заданной скорости охлаждения.

Термическая характеристика определяется 8 парами значений  $U/f$  (приведенных к номинальному значению) и временем отключения  $T$ . В большинстве случаев для защиты достаточно использовать характеристику по умолчанию для стандартных трансформаторов. Если эта характеристика не соответствует фактической термической характеристике защищаемого объекта, то путем ввода определяемых пользователем времен отключения для конкретных значений перевозбуждения  $U/f$  можно реализовать любую характеристику. Промежуточные величины определяются устройством с помощью линейной интерполяции.

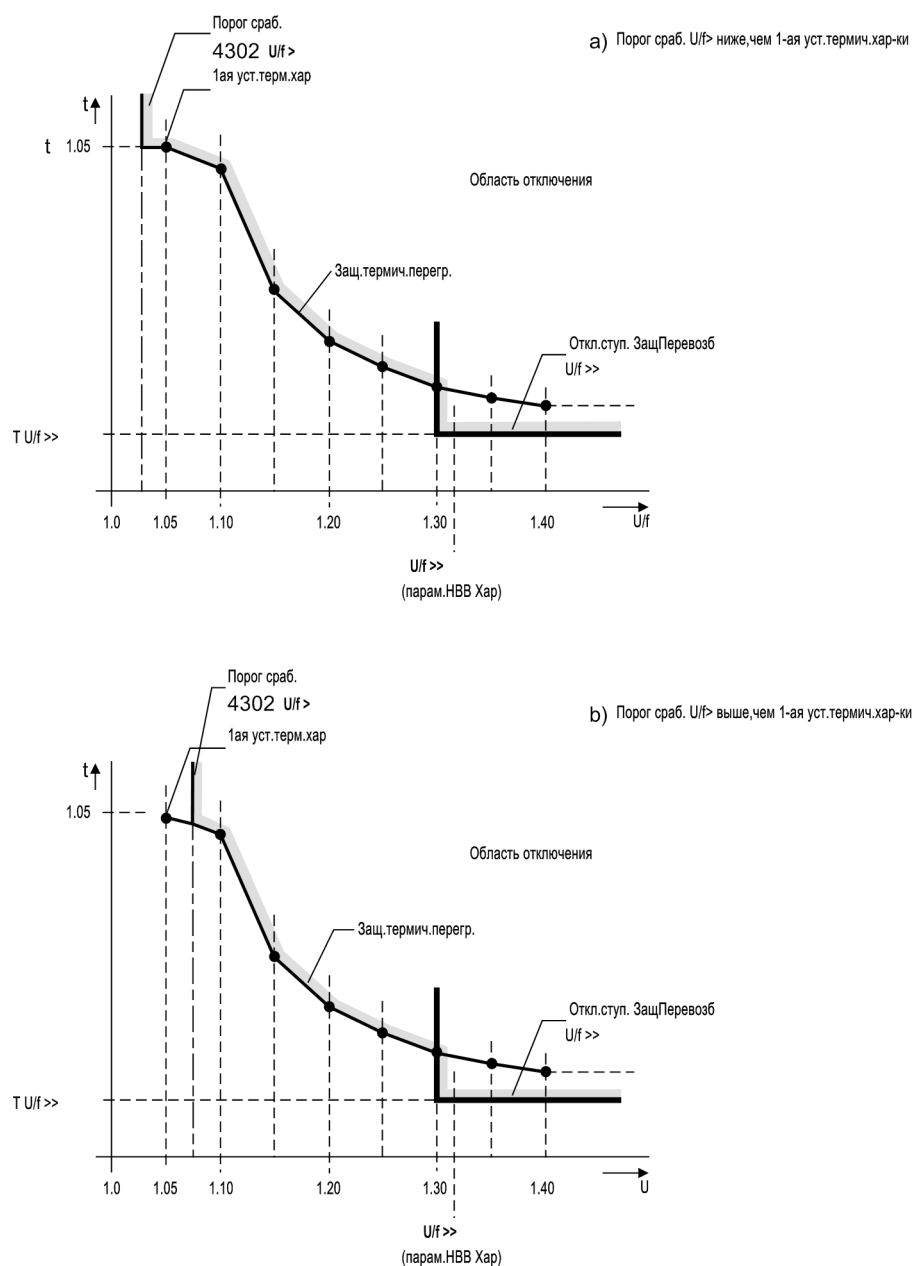


Рисунок 2-74 Диапазон отключений функции защиты от перевозбуждения

Полученная для уставок по умолчанию устройства характеристика представлена в Главе "Технические данные", Раздел "Защита от перевозбуждения". На рисунке 2-74 показана характеристика защиты с предположением, что уставка порогового значения срабатывания (параметр **4302 U/f >**) выбирается больше или меньше первого задаваемого значения термической характеристики.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от перевозбуждения. Счетчик можно обнулить с помощью блокирующего входа или входа сброса.

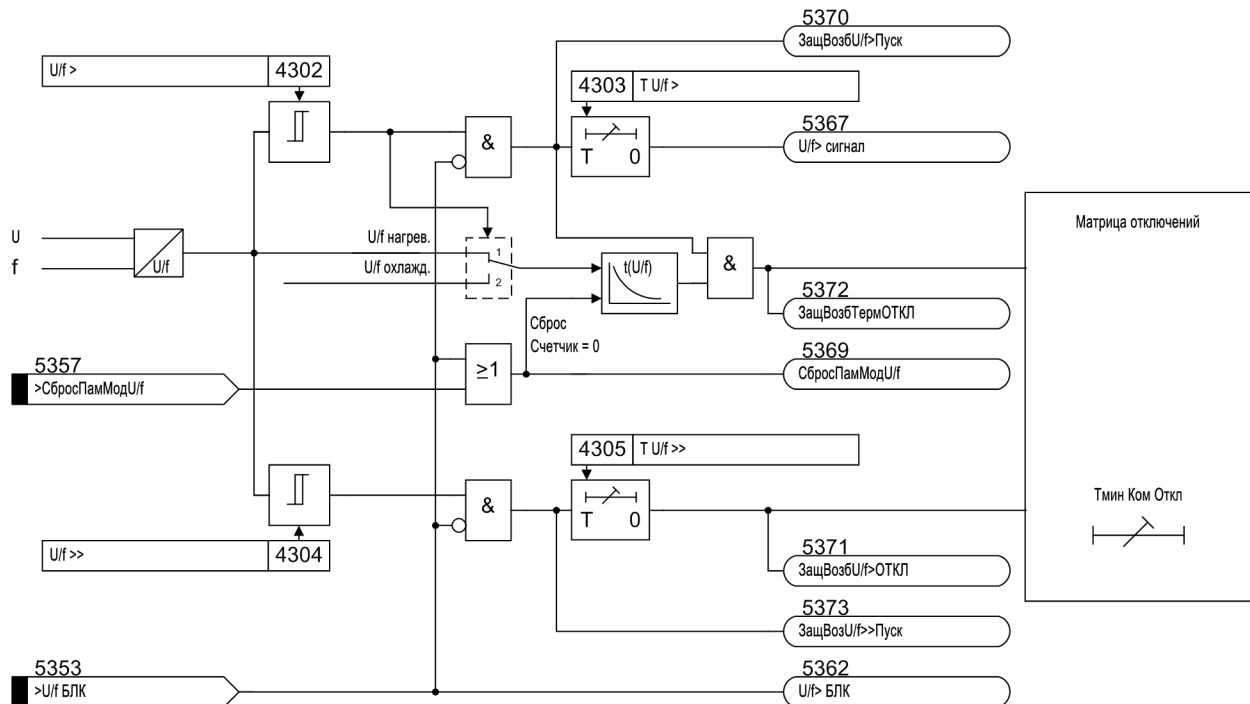


Рисунок 2-75 Логическая схема работы функции защиты от перевозбуждения

## 2.24.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от перевозбуждения будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **143 ЗащОтПеревозб** было введено значение **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **4301 ЗащОтПеревозб** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

Защита от перевозбуждения измеряет коэффициент напряжение / частота, который пропорционален значению индукции В. Защита должна вступать в действие по факту превышения предельного для защищаемого объекта (например, блочного трансформатора) значения. Трансформатор может подвергаться опасности, например, когда блок электростанции при полной нагрузке отключается от системы, а регулятор напряжения или не работает, или работает недостаточно быстро для регулирования появляющегося увеличения напряжения

Аналогично, снижение частоты (скорости вращения), например, в изолированных системах, может привести к недопустимому росту индукции.

Таким образом,  $U/f$  защита контролирует правильность функционирования регуляторов напряжения и скорости вращения, во всех рабочих режимах.

### Независимые ступени

Уставка порогового значения **4302  $U/f >$**  берет за основу значение предельно допустимой индукции, отнесенной к номинальной индукции ( $B/B_n$ ), определяемой производителем защищаемого объекта.

Сообщение о пуске выдается сразу по превышении предельного значения индукции  $U/f$ , введенного по адресу **4302**. Предупреждающее сообщение передается по истечении соответствующей выдержки времени **4303  $T U/f >$** .

Ступени отключения **4304  $U/f >>$** , **4305  $T U/f >>$**  служат для быстрого отключения при наличии заметных перевозбуждений.

Выдержка времени - это дополнительная выдержка времени, которая не включает время действия (время измерения, времени возврата).

### Термическая характеристика

Термическая характеристика накладывается на ступенчатую характеристику отключений. Для этой цели приблизительно моделируется рост температуры при перевозбуждении. Не только упомянутый выше сигнал о срабатывании выдается при превышении предельного значения индукции  $U/f$ , заданного по адресу **4302**, но дополнительно устанавливается счетчик, который выдает команду отключения по истечении соответствующего выбранной характеристике времени.

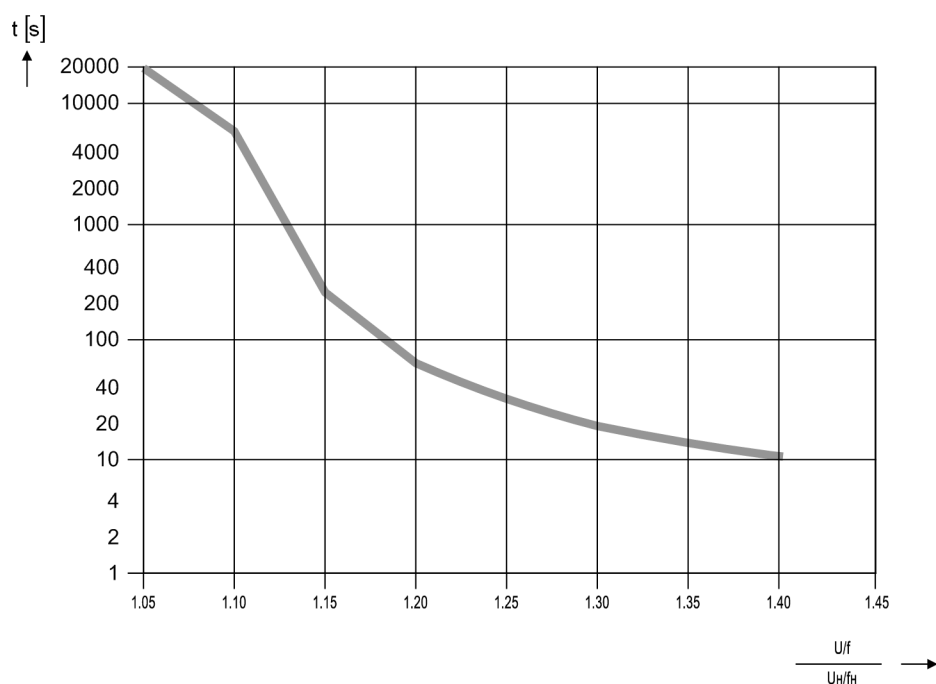


Рисунок 2-76 Термическая характеристика отключений (согласно уставкам по умолчанию)

В качестве уставок по умолчанию для параметров **4306 - 4313** была выбрана характеристика стандартного трансформатора Siemens. Если производитель защищаемого объекта не предоставил соответствующей информации, нужно использовать стандартную

характеристику по умолчанию. В противном случае, любая характеристика отключения может быть выбрана путем ввода параметров длиной максимально 7 символов. Для этого выдержки времени для величин перевозбуждения  $U/f = 1.05; 1.10; 1.15; 1.20; 1.25; 1.30; 1.35$  и  $1.40$  считываются с введенной ранее характеристики и вводятся по адресам **4306  $\tau(U/f=1.05)$**  - **4313  $\tau(U/f=1.40)$** . Устройство защиты осуществляет линейную интерполяцию по этим точкам.

### Ограничение

Тепловая модель защищаемого объекта ограничена 150% превышением температуры отключения.

### Время охлаждения

Команда отключения от термической модели пропадает, когда контролируемый параметр становится меньше порогового значения срабатывания. Однако, счетчик начинает обратный отсчет до нуля со временем охлаждения, задаваемым по адресу **4314 Т Охлажд**. Этот параметр определяется как время, необходимое, чтобы тепловая модель охладилась со 100% до 0%.

### Согласование трансформаторов напряжения

Любые отклонения первичных номинальных напряжений трансформаторов напряжения и защищаемого объекта компенсируются внутренним корректирующим коэффициентом ( $U_{н\text{ перв}}/U_{н\text{ маш}}$ ). Необходимым условием для этого является корректный ввод параметров **221 Уном Первич** и **251 Ун Ген/Двиг** в соответствии с Разделом 2.5.

## 2.24.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4301	ЗащОтПеревозб	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от перевозбуждения (U/f)
4302	U/f >	1.00 .. 1.20	1.10	Пуск предупред. U/f>
4303	Т U/f >	0.00 .. 60.00 сек; $\infty$	10.00 сек	Выдержка времени для U/f>
4304	U/f >>	1.00 .. 1.40	1.40	Пуск U/f>>
4305	Т U/f >>	0.00 .. 60.00 сек; $\infty$	1.00 сек	Выдержка времени для U/f>>
4306	$\tau(U/f=1.05)$	0 .. 20000 сек	20000 сек	Время Выдержки при U/f=1.05
4307	$\tau(U/f=1.10)$	0 .. 20000 сек	6000 сек	Выдержка времени при U/f=1.10
4308	$\tau(U/f=1.15)$	0 .. 20000 сек	240 сек	Выдержка времени при U/f=1.15
4309	$\tau(U/f=1.20)$	0 .. 20000 сек	60 сек	Выдержка времени при U/f=1.20
4310	$\tau(U/f=1.25)$	0 .. 20000 сек	30 сек	Выдержка времени при U/f=1.25
4311	$\tau(U/f=1.30)$	0 .. 20000 сек	19 сек	Выдержка времени при U/f=1.30
4312	$\tau(U/f=1.35)$	0 .. 20000 сек	13 сек	Выдержка времени при U/f=1.35

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4313	T(U/f=1.40)	0 .. 20000 сек	10 сек	Выдержка времени при U/f=1.40
4314	T Охлажд	0 .. 20000 сек	3600 сек	Время охлаждения для термической модели

#### 2.24.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5353	>U/f БЛК	SP	>Защита от перевозбуждения блокировано
5357	>СбросПамМодU/f	SP	>Защ.от перевозб.: сброс пам.терм.модели
5361	U/f> ВЫВЕДЕНА	OUT	Защита от перевозбуждения выведена
5362	U/f> БЛК	OUT	Защита от перевозбуждения блокирована
5363	U/f> ВВЕДЕНА	OUT	Защита от перевозбуждения введена
5367	U/f> сигнал	OUT	Защита от перевозб.: Сигнальная.ступень
5369	СбросПамМодU/f	OUT	Защ.от перевозб.: сброс пам.терм.модели
5370	ЗащВозбU/f>Пуск	OUT	Защ.от перевозб.: Пуск ст.U/f>
5371	ЗащВозбU/f>ОТКЛ	OUT	Защ.от перевозб.: Отключение от ст.U/f>
5372	ЗащВозбТермОТКЛ	OUT	Защ.от перевозб.: Отключ.от терм.ступени
5373	ЗащВозU/f>>Пуск	OUT	Защ.от перевозб.: Пуск ст.U/f>>

## 2.25 Защита от понижения напряжения с инверсной выдержкой времени

Защита от понижения напряжения с инверсно-зависимой выдержкой времени в основном осуществляет защиту потребителей электроэнергии (индукционные машины) от последовательностей падений напряжения в изолированных энергосистемах с целью исключить недопустимые режимы функционирования и возможную потерю устойчивости. Ее также можно использовать в качестве критерия сброса нагрузки в объединенных сетях. Двухфазные КЗ или замыкания на землю приводят к возникновению асимметричных посадок напряжения. По сравнению с расчетами на основе однофазных величин, обнаружение понижения напряжения на основе системы прямой последовательности не подвержено влиянию данных условий и успешно применимо для решения проблем устойчивости.

### 2.25.1 Описание функции

#### Измеряемые величины

По указанным выше причинам величины прямой последовательности рассчитываются на базе основных гармоник трех напряжений фаза-земля и подаются в устройство защиты. После цифровой фильтрации происходит оценка основной гармоники.

Если трансформаторы напряжения, подключенные разомкнутым треугольником, (V-подключение) находятся на стороне электростанции, защита применяется к междуфазным напряжениям и внутренняя нейтраль остается пустой. При этом формируется "виртуальная" нейтраль, так, чтобы могли обнаруживаться "виртуальные" напряжения "фаза-земля" (см. пример подключения в Приложении А.3).

#### Характеристика отключения

При помощи зависимой от напряжения и времени характеристики отключений защита может быть согласована непосредственно с характеристикой устойчивости двигателей. Если показатели двигателя упадут ниже характеристики устойчивости, то он остановится или будет работать на существенно меньшей скорости, даже если полное напряжение будет быстро восстановлено. Только асинхронные машины с коротко-замкнутым ротором, для которых характеристика вращающего момента машины лежит ниже характеристики двигателя при любой скорости, восстановят их номинальную скорость. Все другие машины получают тепловую и, возможно, механическую перегрузки при снижении оборотов после восстановления напряжения.

Функция защиты содержит одну инверсную ступень. Чтобы избежать неправильного срабатывания защиты при неисправностях в цепях вторичного напряжения, ее работу можно заблокировать через дискретный вход, например, через блок-контакт автомата трансформатора напряжения или при помощи задания соответствующего положения основного силового выключателя при простое машины. Также интегрированная функция блокировки при неисправностях цепей напряжения блокирует обе эти ступени (см. Раздел 2.42.2).

Если на устройство не поступает ни одной измеренной величины (рабочее состояние 0), при отсутствии срабатывания не будет выдано ни одной команды отключения. Это гарантирует, что устройство защиты не сработает немедленно после включения до поступления на него измеренных величин. Если защита активирована, ее можно отключить снова только путем блокировки.

Если имеется сигнал пуска в момент вхождения устройством в рабочий режим 0 (т.е. на него не поступает ни измеренных величин, ни частоты, выходящих за пределы разрешенного

диапазона), сигнал сохраняется. Выдержка времени до отключения рассчитывается точно так же, как и при падении напряжения до 0 В. Удерживаемый сигнал пуска или отключения может быть сброшен только после восстановления напряжения или при активации блокирующего входа.

Коэффициент пуска/возврата составляет 101% от порогового значения по адресу **4402 Ур< Пуск.** или 0,5 В (абсолютное значение). Значение времени задержки отключения „заморожено“ между значениями выдержек времени пуска и возврата.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от понижения напряжения с инверсно-зависимой выдержкой времени.

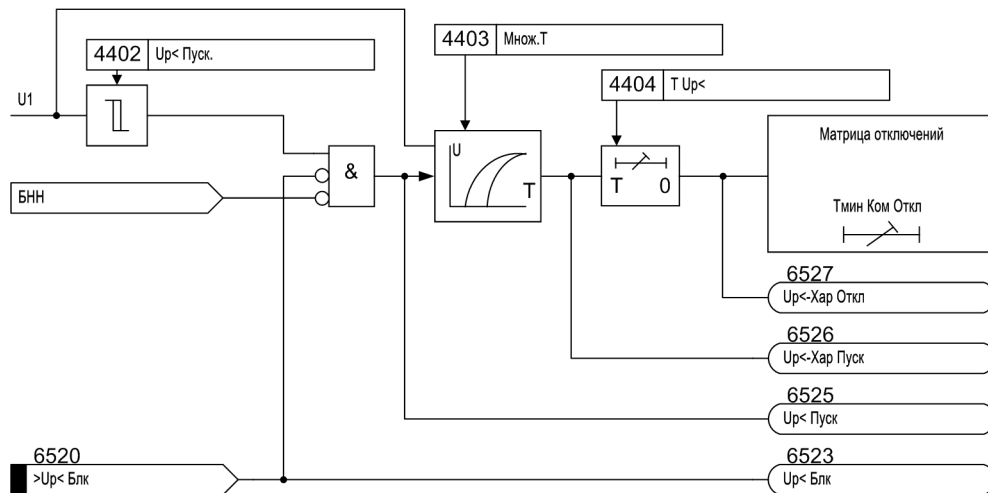


Рисунок 2-77 Логическая схема работы функции защиты от понижения напряжения с инверсно-зависимой выдержкой времени

## 2.25.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от понижения напряжения с инверсно-зависимой выдержкой времени будет активна только в том случае, если при конфигурировании устройства (Раздел 2.4) по адресу **144, ЗашПонижНапрУр<** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **4401 ЗашПонижНапрУр<** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Уставки

Необходимо учитывать тот факт, что напряжения прямой последовательности и, следовательно, пороговые значения пуска должны рассматриваться как междуфазные величины (напряжение на зажимах  $\cdot \sqrt{3}$ ).

Для определения величин пуска нет четких процедур. Но т.к. функция используется в основном для защиты потребителей электроэнергии (индукционные машины) от последовательных падений напряжения и для предотвращения потери устойчивости, берется значение, равное приблизительно 75% от номинального тока машины, т.е. по адресу **4402 Ур< Пуск.** вводится значение 75 В. В исключительных случаях, когда падение напряжения при пуске машины слишком велико, бывает необходимо задать защиту и на меньшие значения. Значение множителя времени **4403 Множ.Т** должно быть выбрано так, чтобы падения напряжения, которые служат причиной неустойчивой работы, были надежно



устранены. С другой стороны, эта выдержка времени должна быть достаточно большой, такой, чтобы избежать отключений при допустимых кратких понижениях напряжения.

Если это необходимо, выдержка времени команды отключения может быть увеличена с помощью дополнительной выдержки **4404 T Up<**.

Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) защиты.

### 2.25.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4401	ЗащПонижНапрUp<	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Ступень Up< с ИВВ ЗащПонижНапр
4402	Up< Пуск.	10.0 .. 125.0 В	75.0 В	Пуск Up<
4403	Множ.Т	0.10 .. 5.00 сек; 0	1.00 сек	Множитель времени для хар-ки
4404	T Up<	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выд.времени для Up<

### 2.25.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
6520	>Up< Блк	SP	>Блокир.защ.от пониж.напряж с ИВВ ст.Up<
6522	Up< Вывед	OUT	Защ.от пониж. напряж с ИВВ выведена
6523	Up< Блк	OUT	Защ.от пониж. напряж с ИВВ заблокир
6524	Up< актив	OUT	Защ.от пониж. напряж с ИВВ активна
6525	Up< Пуск	OUT	Защ.от пониж. напряж с ИВВ сработыв
6526	Up<-Хар Пуск	OUT	Защ.от пониж. напряж с ИВВ Характ сраб
6527	Up<-Хар Откл	OUT	Защ.от пониж. напряж с ИВВ Отключение

## 2.26 Защита по скорости изменения частоты

При использовании функции защиты по скорости изменения частоты изменения частоты распознаются быстро. Это позволяет быстро реагировать на понижения и повышения частоты. Команда отключения может быть выдана даже до достижения порогового значения функции частотной защиты (см. Раздел 2.23).

Изменения частоты возникают, например, при отсутствии баланса между генерируемой и требуемой активными мощностями. При этом, с одной стороны, необходимы меры контроля, с другой - операции переключения. Это могут быть мероприятия по уменьшению нагрузки, такие, как разделение сети, или отключение нагрузок (сброс нагрузки). Чем быстрее будут приняты эти меры при возникновении сбоев в работе, тем более эффективными они будут.

Двумя основными областями применения данной функции защиты являются разделение сети и сброс нагрузки.

### 2.26.1 Описание функции

#### Принцип измерения

На основе напряжения прямой последовательности, значение частоты определяется 1 раз за цикл, в рамках диапазона измерений, равного 3 циклам, затем выводится среднее значение двух последовательных измерений частоты. Затем определяется разность частот в пределах задаваемого временного интервала (уставка по умолчанию = 5 циклам). Коэффициент между разностью частот и разностью времени соответствует изменению частоты; оно может быть положительным или отрицательным. Измерения ведутся постоянно (по циклам). Функции контроля, такие как контроль понижения напряжения, проверка скачков угла фаз и т.д. помогают избежать избыточного функционирования устройства.

#### Повышение и понижение частоты

Функция защиты по скорости изменения частоты состоит из четырех ступеней, от  $df1/dt$  до  $df4/dt$ . Это позволяет подстроить работу функции для любых условий работы энергосистемы. Ступени можно настроить на обнаружение как уменьшения ( $-df/dt$ ), так и увеличения ( $+df/dt$ ) частоты. Ступень  $-df/dt$  работает только для частот ниже номинальной, или еще меньших, если активирован модуль включения понижения частоты. Точно так же, ступень  $df/dt$  работает для частот выше номинальной, или еще выше, если активирован модуль включения повышения частоты. Уставка параметра определяет, как будет использоваться каждая конкретная ступень.

Во избежание увеличения количества уставок, параметрируемые диапазоны измерений для определения разности частот и разности возврата действуют для двух ступеней каждый.

#### Рабочие диапазоны

Частота может определяться до тех пор, пока существуют достаточно высокие значения напряжений прямой последовательности. Если измеряемое напряжение становится меньше задаваемого значения **U мин**, то защита по частоте выводится, потому что точный расчет частоты из сигнала более не возможен.

#### Выдержки времени / логика

Команда отключения может быть задержана на задаваемое для каждой ступени время. Это рекомендуется делать в случае контроля малых градиентов. По истечении выдержки времени, выдается сигнал отключения. После возврата пуска команда отключения

немедленно снимается, но только после истечения времени минимальной длительности команды.

Каждая из четырех ступеней частоты может блокироваться отдельно через дискретные входы. Блокировка при пониженном напряжении работает на всех ступенях одновременно.

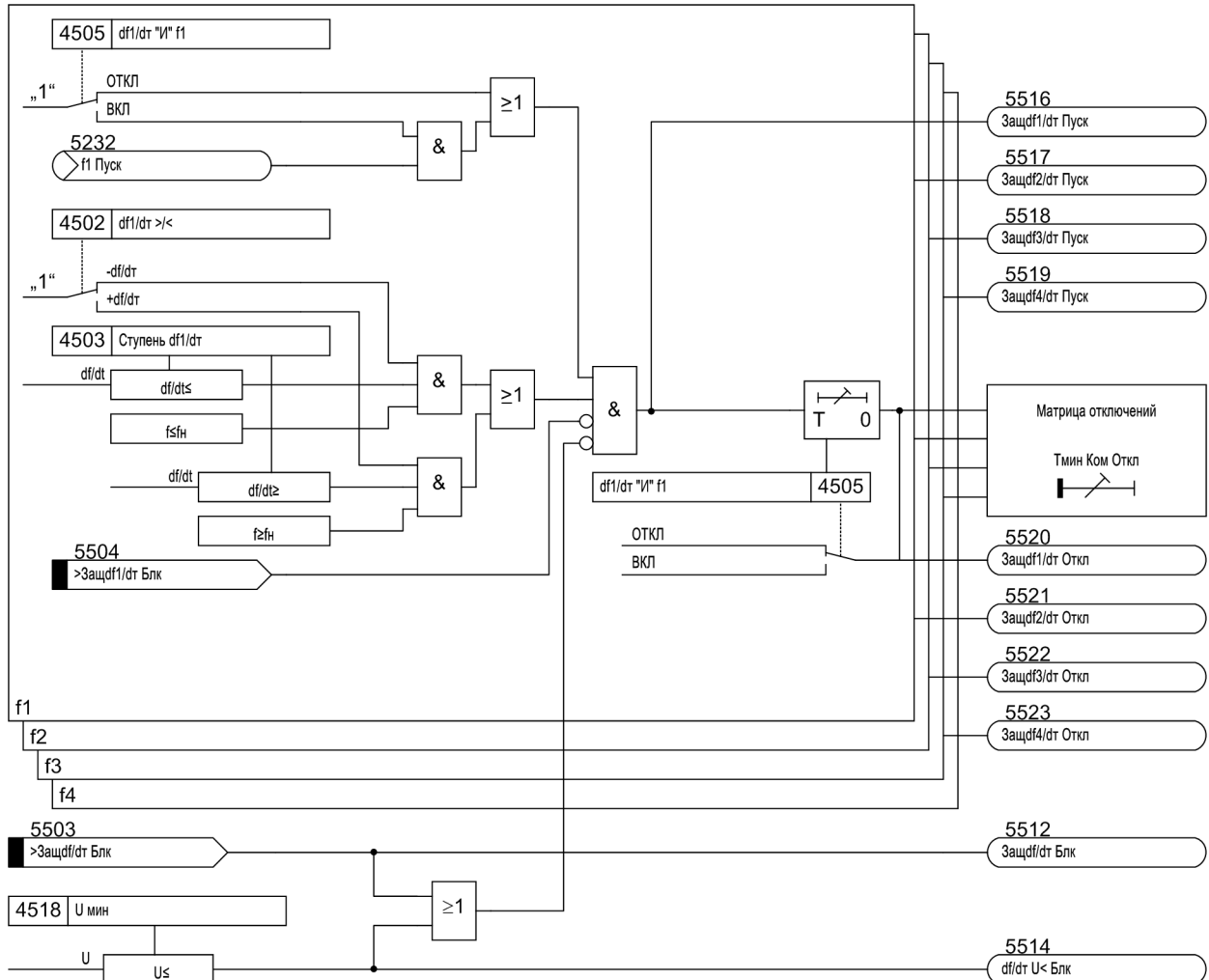


Рисунок 2-78 Логическая схема работы функции защиты по скорости изменения частоты

## 2.26.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты по скорости изменения частоты будет активна только если в процессе конфигурирования устройства это было задано по адресу **145 Защита df/dt**. Могут быть выбраны 2 или 4 ступени защиты. По умолчанию устанавливаются две ступени.

Адрес **4501 Защита df/dt** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

## Величины для пуска

Процедура ввода уставок одинакова для всех ступеней. Сначала необходимо определить, будет ли ступень контролировать повышение частоты при  $f > f_H$  или понижение частоты при  $f < f_H$ . Для ступени 1, например, значение этой уставки вводится по адресу **4502 df1/dt >/<**. Значение для пуска вводится как абсолютная величина по адресу **4503 Ступень df1/dt**. Уставка по адресу **4502** содержит информацию о знаке (+ или -).

Значение для пуска зависит от применения функции и определяется согласно условиям энергосистемы. В большинстве случаев необходимо будет проанализировать особенности сети. Неожиданные отключения нагрузок ведут к избытку активной мощности. При этом частота растет, и это ведет к положительному изменению частоты. Сбои на генераторах, с другой стороны, ведут к дефициту активной мощности. При этом частота падает, что приводит к отрицательному изменению частоты.

В качестве примера можно использовать следующие отношения. Они применимы к коэффициенту скорости изменения в начале изменения частоты (прибл. 1 секунда).

$$\frac{df}{dt} = \frac{f_{\text{ном}}}{2H} \cdot \frac{\Delta P}{S_{\text{ном}}}$$

где:

$f_H$	номинальная частота
$\Delta P$	изменение активной мощности
	$\Delta P = P_{\text{потребл.}} - P_{\text{произв.}}$
$S_H$	номинальная полная мощность машины
$H$	коэффициент инерции

для гидроэлектрогенераторов (явнополюсные машины)  $H = 1.5 - 6$  с

для генераторов, приводимых в движение турбинами (машины с неявнополюсным ротором)  $H = 2 - 10$  с

для промышленных турбогенераторов  $H = 3 - 4$  с

### Пример:

$f_H = 50$  Гц

$H = 3$  с

Случай 1:  $\Delta P/S_H = 0.12$

Случай 2:  $\Delta P/S_H = 0.48$

Случай 1:  $df/dt = -1$  Гц/с

Случай 2:  $df/dt = -4$  Гц/с

Уставки по умолчанию выбраны с учетом этого примера. Четыре ступени заданы симметрично.

## Выдержки времени

Если функция должна работать очень быстро, уставки по времени задаются равными 0. Это будет случай с высокими значениями уставок. Для целей контроля небольших изменений (<1 Гц/с), с другой стороны, небольшая выдержка времени может быть полезна во избежание излишнего функционирования функции. Выдержка времени для ступени 1 задается по адресу **4504 T df1/dt**, это время будет дополнительным ко времени работы защиты.

### Пуск функцией защиты по частоте

Параметр **df1/dt "И" f1** (адрес **4505**) используется для ввода значения частоты, с которого происходит пуск ступени. Для этого берется подходящее значение одной из ступеней частотной защиты. В примере - это ступень f1. Для того, чтобы исключить соединение двух функций, этот параметр можно задать как **ОТКЛ** (уставка по умолчанию).

### Дополнительные параметры

Дополнительные параметры позволяют задавать для каждой из двух ступеней (например, df1/dt и df2/dt) разность возврата и диапазон измерений. Эти уставки можно ввести только с помощью программы DIGSI.

Изменение уставок необходимо, например, для получения большой разности возврата. Для обнаружения очень малых изменений частоты (<0.5 Гц/с), уставку по умолчанию для диапазона измерений нужно увеличить. Это повысит точность измерений.

Уставка Ступень df <sub>n</sub> /dt	df/dt Гистерез. (Адреса 4519, 4521)	dfx/dt ИнтИзмер (Адреса 4520, 4522)
0.1...0.5 Гц/с	≈ 0.05	25...10
0,5..1 Гц/с	≈ 0.1	10...5
1...0.5 Гц/с	≈ 0.2	10...5
5..0,20 Гц/с	≈ 0.5	5...1

### Минимальное напряжение

Адрес **4518 U мин** используется для ввода минимального значений напряжения, ниже которого защита по скорости изменения частоты блокируется. Рекомендуемое значение - приблизительно 65% от U<sub>н</sub>. Минимальное пороговое значение напряжения можно вывести, задав по этому адресу "0".

## 2.26.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4501	Защита df/dt	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита по скорости изменения частоты
4502	df1/dt >/<	-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df1/dt >/<)
4503	Ступень df1/dt	0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	1.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df1/dt
4504	T df1/dt	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд.времени для ступени df1/dt
4505	df1/dt "И" f1	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логическое "И" при Пускступени f1
4506	df2/dt >/<	-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df2/dt >/<)
4507	Ступень df2/dt	0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	1.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df2/dt
4508	T df2/dt	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд.времени для ступени df2/dt

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4509	df2/dt "И" f2	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логическое "И" при Пускступени f2
4510	df3/dt >/<	-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df3/dt >/<)
4511	Ступень df3/dt	0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	4.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df3/dt
4512	T df3/dt	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выд.времени для ступени df3/dt
4513	df3/dt И f3	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логика И при Пускступени f3
4514	df4/dt >/<	-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df4/dt >/<)
4515	Ступень df4/dt	0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	4.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df4/dt
4516	T df4/dt	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выд.времени для ступени df4/dt
4517	df4/dt "И" f4	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логическое "И" при Пускступени f4
4518	U мин	10.0 .. 125.0 В; 0	65.0 В	Минимальное рабочее напряжение U мин
4519A	df1/2 Гистерез.	0.02 .. 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с	Гистерезис для df1/dt и df2/dt
4520A	df1/2 ИнтИзмер	1 .. 25 1*П	5 1*П	Интервал измерения для df1/dt и df2/dt
4521A	df3/4 Гистерез.	0.02 .. 0.99 Гц/с	0.40 Гц/с	Гистерезис для df3/dt и df4/dt
4522A	df3/4 ИнтИзмер	1 .. 25 1*П	5 1*П	Интервал измерения для df3/dt и df4/dt

#### 2.26.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5503	>Защdf/dt Блк	SP	>Блокировать защ по скор изм частоты
5504	>Защdf1/dt Блк	SP	>Блокир.ступ.df1/dt
5505	>Защdf2/dt Блк	SP	>Блокир.ступ.df2/dt
5506	>Защdf3/dt Блк	SP	>Блокир.ступ.df3/dt
5507	>Защdf4/dt Блк	SP	>Блокир.ступ.df4/dt
5511	Защdf/dt Выв	OUT	Защ df/dt выведена
5512	Защdf/dt Блк	OUT	Защ df/dt заблокир
5513	Защdf/dt акт	OUT	Защ df/dt активна
5514	df/dt U< Блк	OUT	Защ df/dt блокир защ.от пониж. U
5516	Защdf1/dt Пуск	OUT	Ступ. df1/dt пуск
5517	Защdf2/dt Пуск	OUT	Ступ. df2/dt пуск
5518	Защdf3/dt Пуск	OUT	Ступ. df3/dt пуск
5519	Защdf4/dt Пуск	OUT	Ступ. df4/dt пуск
5520	Защdf1/dt Откл	OUT	Ступ. df1/dt отключ
5521	Защdf2/dt Откл	OUT	Ступ. df2/dt отключ

<b>№</b>	<b>Сообщение</b>	<b>Тип сообщения</b>	<b>Комментарии</b>
5522	Защdf3/dt Откл	OUT	Ступ. df3/dt отключ
5523	Защdf4/dt Откл	OUT	Ступ. df4/dt отключ

## 2.27 Контроль скачка вектора напряжения

Иногда потребители, располагающие собственной электростанцией, подают электроэнергию непосредственно в сеть. Входящий фидер обычно является границей собственности между электросетью и этими потребителями. Повреждение на входящем фидере, например, по причине трехфазного АПВ, может привести к отклонениям в значениях напряжения или частоты на питающем генераторе, что является функцией общего баланса мощности. Когда входящая фидерная линия снова включается после отключения, могут возникнуть условия потери синхронизма, которые приводят к повреждениям генератора или зубчатой передачи между генератором и приводом.

Одним из способов обнаружить обрыв на входящем фидере является контроль угла фаз напряжения. При повреждении входящего фидера внезапное исчезновение тока приведет к скачку угла фаз напряжения. Этот скачок фиксируется с использованием дельта-процесса. Как только превышает заданное заранее пороговое значение, выдается команда разомкнуть выключатель генератора или шиносоединительный выключатель.

Это означает, что функция контроля защиты от скачка вектора напряжения используется для целей разделения сети.

### 2.27.1 Описание функции

#### Изменение частоты при сбросе нагрузки

на следующем рисунке представлен график изменения частоты при отключении нагрузки от генератора. Размыкание выключателя генератора ведет к скачку угла фаз, который можно видеть при измерении частоты как скачок частоты. Генератор ускоряется в соответствии с условиями энергосистемы (см. также Раздел 2.26 „Защита по скорости изменения частоты“).



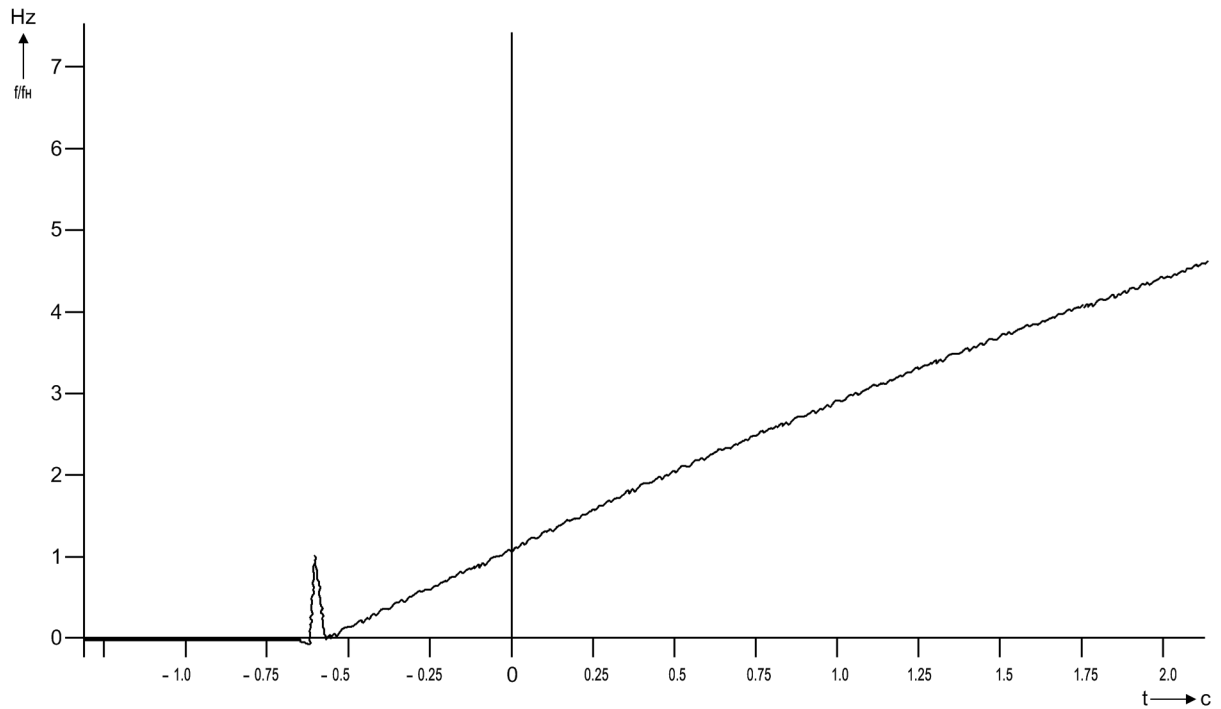


Рисунок 2-79 Изменение частоты при снятии нагрузки (протоколирование повреждения при помощи устройства SIPROTEC 4 - на рисунке показано отклонение от номинальной частоты)

### Принцип измерения

Вектор напряжения прямой последовательности рассчитывается из значения напряжений "фаза-земля", а изменение угла фаз напряжения определяется в течение дельта-интервала, равного 2 циклам. О наличии скачка угла фаз свидетельствует внезапное изменение течения тока. Основной принцип измерений представлен на рисунке 2-80. Диаграмма слева описывает установившееся состояние, справа - изменение вектора вследствие сброса нагрузки. Скачок вектора хорошо виден.

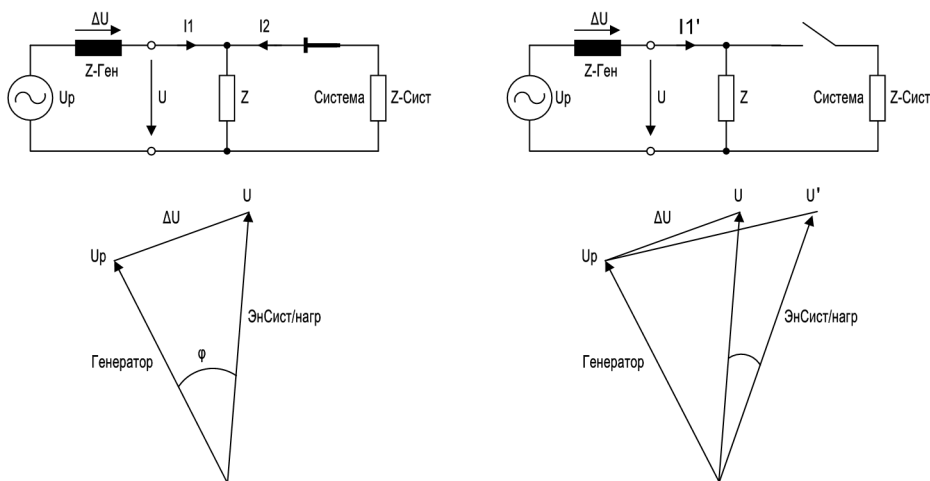


Рисунок 2-80 Скачок вектора напряжения вследствие сброса нагрузки

Функция содержит ряд дополнительных процедур, позволяющих избежать спонтанной выдачи команды отключения, таких, как:

- коррекция отклонения от номинальной частоты в установившемся режиме,
- ограничение рабочего диапазона частоты до  $f_H \pm 3 \text{ Гц}$
- выявление изменения внутренней сканирующей частоты (регулировка сканирующей частоты),
- минимальное напряжение для ввода,
- блокировка при подключении или отключении напряжения.

### Логические принципы

Логика работы функции представлена на рисунке 2-81. Сравнение углов фаз дает разность углов, которая сравнивается с заданным значением. Если это значение превышено, значение вектора сохраняется в RS-триггере. Команды отключения могут задерживаться на соответствующие значения выдержек времени.

Состояние пуска можно сбросить через дискретный вход, или автоматически - таймером (адрес **4604 Твозвр**).

Данная функция становится нерабочей при выходе за допустимые диапазоны частоты. То же самое относится и к напряжению. В этом случае ограничивающими параметрами будут **Uмин** и **Uмакс**.

Если напряжение или частота отсутствуют, логика функции формирует логическую "1", вход сброса становится постоянно активен. Результат измерения скачка вектора исчезает. Если, например, напряжение подключено и диапазон частоты корректен, логическая "1" меняется на логический "0". Таймер **Тблок** с задержкой сброса продолжает поддерживать вход сброса активным в течение определенного времени, таким образом предотвращая срабатывание функции защиты от скачка вектора напряжения.

Если в случае КЗ напряжение мгновенно падает до очень низкого значения, вход сброса мгновенно активизируется для блокировки функции. Таким образом предотвращается выдача команды отключения от функции защиты от скачка вектора напряжения.

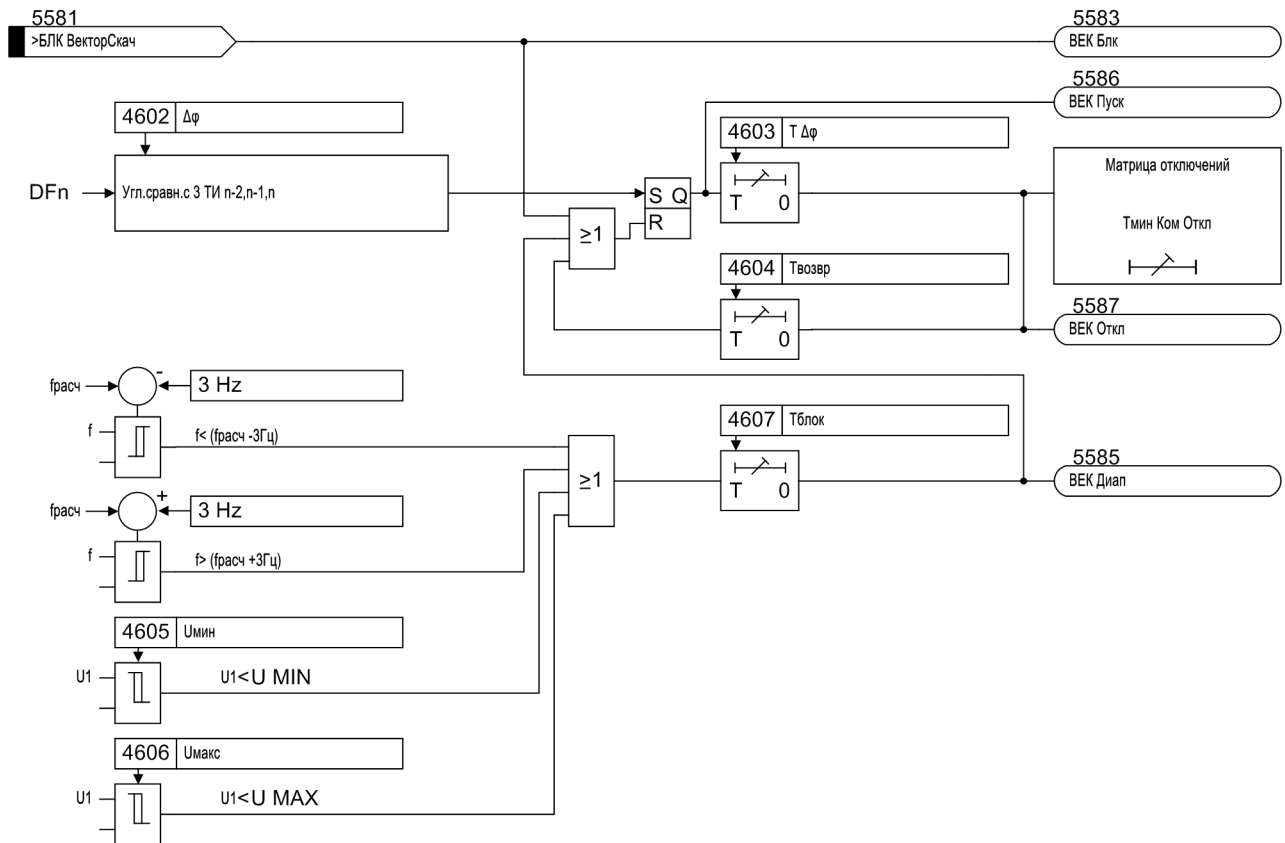


Рисунок 2-81 Логическая схема работы функции защиты от скачка вектора напряжения

## 2.27.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты скачка вектора напряжения будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **146 Скачок Вектора** было введено значение **Введено**.

Адрес **4601 Скачок Вектора** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Величины для пуска

Для скачка вектора вводится величина по адресу **4602 Δφ** в зависимости от условий питания сети и нагрузок. внезапное изменение активной мощности ведет к скачку вектора напряжения. Вводимое значение должно соответствовать конкретной энергосистеме. его можно выбрать с помощью упрощенной эквивалентной схемы диаграммы „Скачок вектора напряжения вследствие сброса нагрузки“ из раздела "Описание функции", или с использованием программного обеспечения для расчета сетей.

При выборе чувствительной уставки функция защиты осуществит разделение сети почти каждый раз при подключении или отключении нагрузок. Поэтому уставка по умолчанию равна **10°**.

Допустимый рабочий диапазон напряжения вводят по адресам: **4605** для **Uмин** и **4606** для **Uмакс**. Диапазон уставок берут слегка расширенным (относительно внутренней политики сети). Значение для **Uмин** должно быть ниже допустимого уровня кратковременных понижений напряжения, при котором разделение сети желательно. Уставка по умолчанию составляет **80%** от номинального напряжения. Для **Uмакс** выбирают максимальное допустимое напряжение. В большинстве случаев оно составляет **130%** от номинального.

### Выдержки времени

Выдержка **T Δφ** (адрес **4603**) должна быть оставлена равной нулю, если только вам не нужно передавать сообщение об отключении в логику (CFC) или располагать временем, достаточным для внешней блокировки.

После выборки времени **Tвозвр** (адрес **4604**), сообщение о наличии повреждения автоматически снимается. Время возврата зависит от политики разделения сети. Оно должно истекать до следующего включения силового выключателя. Если не используется функция автоматического возврата, здесь нужно задать ∞. Сигнал сброса (возврата) в этом случае должен поступить с дискретного входа (блок-контакта силового выключателя).

Таймер **Tблок** с выдержкой возврата (адрес **4607**) помогает избежать избыточного функционирования при включении и отключении напряжения. Обычно для него не нужно менять уставки по умолчанию. Любые изменения могут быть осуществлены при помощи DIGSI (дополнительные параметры). Необходимо помнить, что **Tблок** всегда должно быть задано выше диапазона измерения скачка вектора напряжения (2 цикла).

### 2.27.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4601	Скачок Вектора	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Скачок вектора напряжения
4602	Δφ	2 .. 30 °	10 °	Скачок вектора Дельта Фи
4603	T Δφ	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка времени вектора Дельта Фи
4604	Tвозвр	0.10 .. 60.00 сек; ∞	5.00 сек	Время возврата после отключения
4605А	Uмин	10.0 .. 125.0 В	80.0 В	Минимальное рабочее напряжение U мин
4606А	Uмакс	10.0 .. 170.0 В	130.0 В	Максимальное рабочее напряжение U макс
4607А	Tблок	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выдержка блокировки

#### 2.27.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5581	>БЛК ВекторСкач	SP	>Блокир.скачка вектора
5582	ВЕК Выв	OUT	Функц.скачка вектора выведена
5583	ВЕК Блк	OUT	Функц. скачка вектора заблокир
5584	ВЕК акт	OUT	Функц.скачка вектора активна
5585	ВЕК Диап	OUT	Скачок вектора не в измер.диапазоне
5586	ВЕК Пуск	OUT	Пуск при скачке вектора
5587	ВЕК Откл	OUT	Отключение при скачке вектора

## 2.28 Защита статора от зам. на землю

Функция защиты статора от замыканий на землю выявляет замыкания на землю в обмотках статора трехфазных машин. Машина при этом может работать в соединении с шинами (непосредственно подключена к сети) или в блочном соединении (через блочный трансформатор). Критерием появления замыкания на землю является, в основном, наличие напряжения смещения или дополнительно в случае соединения с шинами - тока утечки на землю. Использование этого принципа дает возможность реализовать зону защиты в 90 - 95% обмотки статора.

### 2.28.1 Описание функции

#### Напряжение смещения

Напряжение смещения  $U_E$  можно измерить либо на нейтрали машины через трансформаторы напряжения или заземляющие трансформаторы в нейтрали (рисунок 2-82) или же через e–n–обмотку (обмотку разомкнутого треугольника) группы трансформаторов напряжения или измерительную обмотку подключенного к линии заземляющего трансформатора (рисунок 2-83). Поскольку заземляющий трансформатор в нейтрали или подключенный к линии заземляющий трансформатор обычно дают напряжение смещения, равное 500 В (при полном смещении), в таких случаях нужно последовательно подключать делитель напряжения 500 В / 100 В.

Если напряжение смещения не может быть непосредственно подано на устройство в качестве измеренной величины, устройство может рассчитать это напряжение на основе значений напряжений "фаза-земля".

Адрес **223 Подключ UE** служит для сообщения устройству - будет ли напряжение смещения рассчитываться или подаваться в устройство.

Во всех случаях формирования значения напряжения смещения суммируются компоненты третьей гармоники в каждой фазе, т.к. они находятся в фазе в трехфазной системе. С целью получить надежные значения измеренных величин защита от замыканий на землю статора оценивает только основные составляющие напряжения смещения. Гармоники фильтруются при помощи алгоритмов цифровой фильтрации.

Для машин в блочном соединении достаточно оценки напряжения смещения. Возможная чувствительность защиты ограничивается только напряжениями помехи промышленной частоты, возникающим при замыкании на землю в сети. Эти напряжения помехи переходят на сторону машины через емкостные сопротивления связи блочного трансформатора. Если это необходимо, для уменьшения этих напряжений помехи вводится нагрузочное сопротивление. Защита инициирует отключение машины, если замыкание в зоне машины присутствует в течение заданного времени.

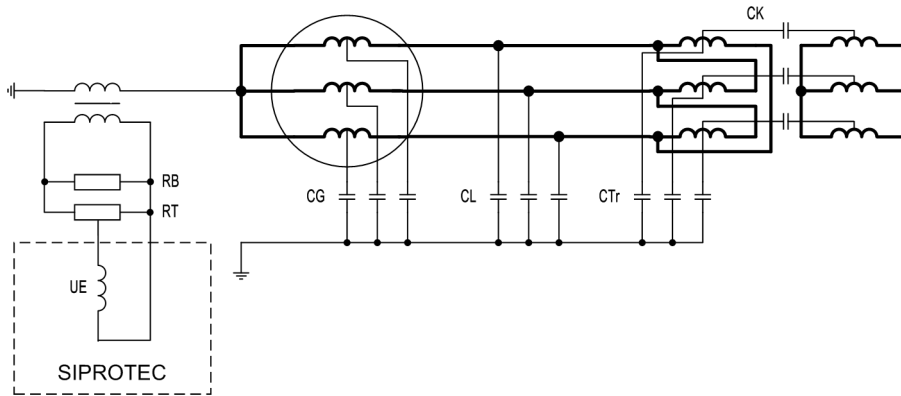


Рисунок 2-82 Блочное соединение генератор-трансформатор с заземляющим трансформатором в нейтрали

- $R_B$  нагрузочное сопротивление
- $R_T$  делитель напряжения
- $U_E$  напряжение смещения
- $C_G$  емкость генератора относительно земли
- $C_L$  емкость линии относительно земли
- $C_{Tr}$  емкость блочного трансформатора относительно земли
- $C_K$  емкость связи блочного трансформатора

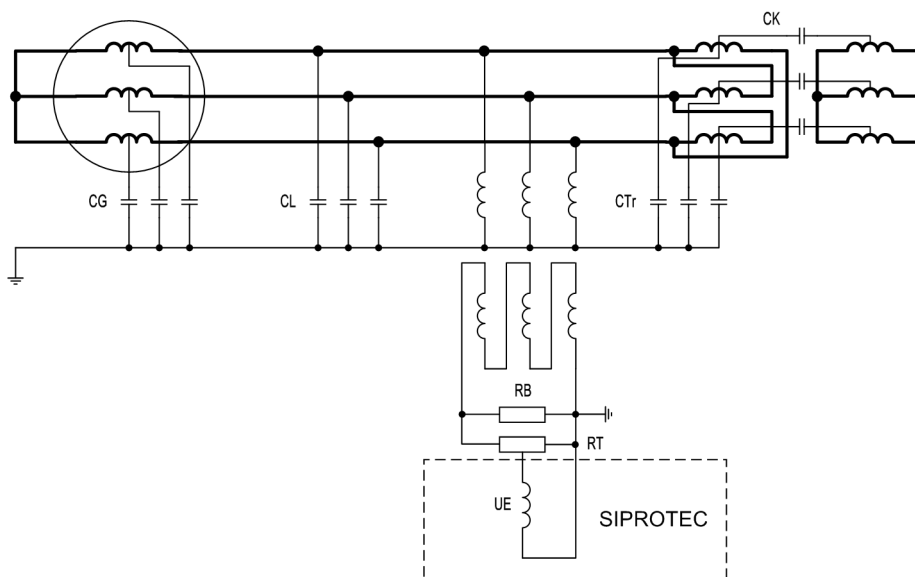


Рисунок 2-83 Блочное соединение генератор-трансформатор с заземляющим трансформатором

- $R_B$  нагрузочное сопротивление
- $R_T$  делитель напряжения
- $U_E$  напряжение смещения
- $C_G$  емкость генератора относительно земли
- $C_L$  емкость линии относительно земли
- $C_{Tr}$  емкость блочного трансформатора относительно земли
- $C_K$  емкость связи блочного трансформатора

### Определение направления тока замыкания на землю

Для машин, работающих на сборные шины, невозможно различить замыкание на землю в сети и замыкание на землю машины с использованием только напряжения смещения. В этом случае ток замыкания на землю используется в качестве дополнительного критерия к значению напряжения смещения - необходимого условия.

Ток замыкания на землю может быть измерен при помощи тороидального трансформатора тока или группы трансформаторов тока, подключенных по схеме Хольмгрена. Во время замыкания на землю в сети машина дает только незначительный ток замыкания в месте измерения, которое должно быть расположено между машиной и сетью. Во время замыкания на землю в машине можно измерить ток замыкания на землю в сети. Однако, поскольку условия в сети обычно изменяются в соответствии с состоянием коммутационной аппаратуры в сети, нагрузочное сопротивление, которое дает возросший в результате наличия напряжения смещения ток замыкания на землю, используется для получения определенных условий измерения, независимых от состояния коммутационной аппаратуры сети. Ток замыкания на землю, получаемый с нагрузочного сопротивления, всегда должен течь через точку измерений.

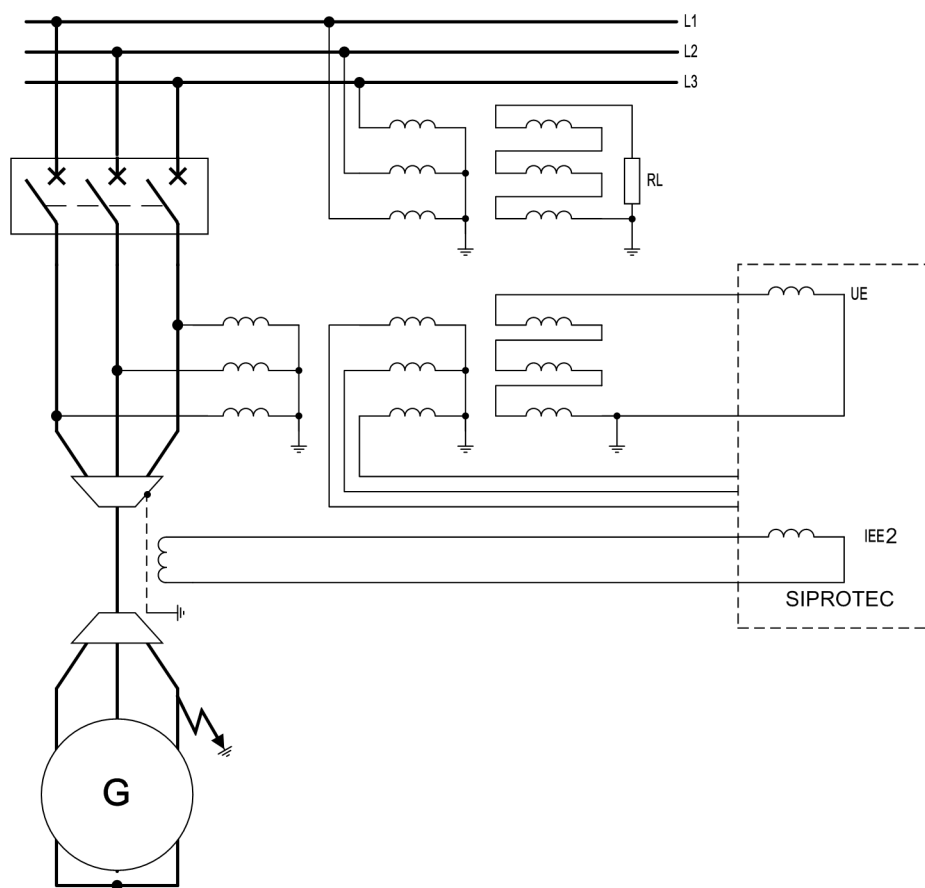


Рисунок 2-84 Определение направления замыкания на землю на присоединении генератора непосредственно к шинам

Соответственно, нагрузочное сопротивление должно быть помещено с противоположной стороны от точки измерения (трансформатора тока, тороидального трансформатора тока), если смотреть со стороны машины. Заземляющий трансформатор предпочтительно размещать со стороны шин. В отличие от значения тока замыкания на землю, направление



этого тока относительно напряжения смещения можно использовать для точного определения замыкания на землю на машине, работающей на сборные шины. Границу направлений между „направлением в сторону машины“ и "направлением в сторону сети" в устройстве 7UM62 можно изменить (см. рисунок ниже).

Устройство защиты обнаруживает замыкание на землю в машине, если соблюдены три следующих критерия:

- Напряжение смещения больше заданного значения  $U_0>$ ,
- Величина тока замыкания на землю в точке измерения больше заданного значения  $3I_0>$ ,
- Ток замыкания на землю протекает в направлении защищаемой электрической машины.

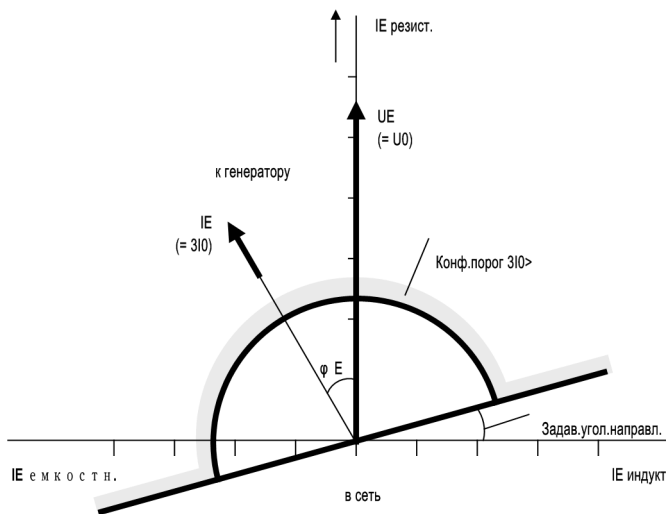


Рисунок 2-85 Характеристика работы функции защиты статора от замыкания на землю при подключении генератора к шинам

При возникновении замыкания на землю в зоне машины отключение машины инициируется по истечении соответствующей выдержки времени.

При открытом положении выключателя, когда ток повреждения не является решающим критерием для обнаружения замыкания на землю, модуль определения аварийного тока может быть деактивирован на некоторое время через дискретный вход. В результате этого можно перейти к оценке только напряжения смещения (например, при запуске генератора).

На рисунке 2-87 представлена логическая схема работы функции защиты статора от замыкания на землю.

Если функция защиты статора от замыкания на землю используется в качестве направленной или ненаправленной защиты генератора, работающего на сборные шины, активизируется чувствительный вход измерения тока устройства 7UM62. Пользователь должен помнить, что при чувствительном определении замыкания на землю может использоваться тот же измерительный вход (если сконфигурирован  $I_{ee2}$ ) и, следовательно, то же измеренное значение. То есть два дополнительных независимых пороговых значения  $I_{ee>}$  и  $I_{ee>>}$  могут быть сформированы для этого измеренного значения при помощи чувствительного определения замыканий на землю (см. Раздел 2.29). Если пользователю этого не нужно, он должен отключить модуль чувствительного определения замыканий на землю по адресу **151**, или использовать его с величиной  $I_{ee1}$ .

Если используется функция защиты ротора от замыканий на землю, (см. Раздел 2.34), то дополнительно используется вход напряжения; напряжение смещения  $U_0$  для функции

защиты статора от замыканий на землю рассчитывается в этом случае на основе значений напряжений "фаза-земля".

### Обнаружение тока замыкания на землю (Дифференциальная защита от замыканий на землю, осуществляемая при помощи напряжения смещения)

В промышленных сетях используются системы шин с высоким и низким сопротивлением, переключаемыми сопротивлениями нейтралей. Для обнаружения замыканий на землю ток нейтрали и общий ток определяются через тороидальный трансформатор, а затем передаются в устройство защиты в качестве разности токов. Таким образом, доли тока замыкания на землю, полученные из сопротивления нейтрали и энергосистемы, являются составляющими полного тока замыкания на землю. С целью исключить нежелательное функционирование при повреждениях на трансформаторе, для отключения используется значение напряжения смещения (см. рисунок ниже).

Функция защиты обнаруживает замыкание на землю в машине, если соблюдены два следующих критерия:

- Напряжение смещения больше заданного значения  $U0>$ ,
- Разница тока повреждения на землю  $\Delta I_E$  больше заданного значения  $3I0>$ ,

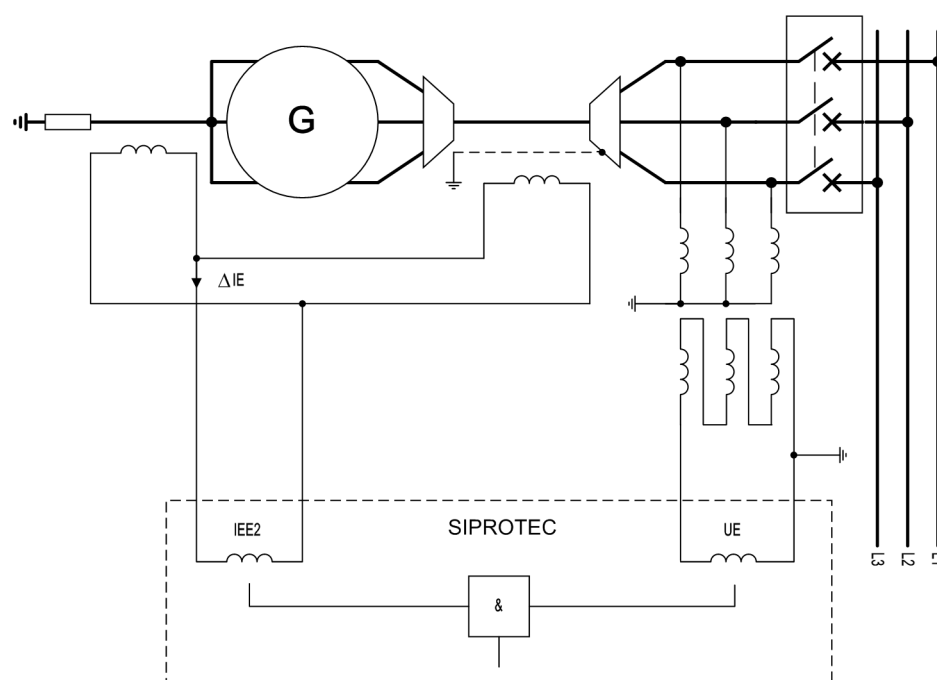


Рисунок 2-86 Дифференциальная защита от замыкания на землю генератора, работающего на сборные шины

### Обнаружение поврежденной фазы

Кроме того, для обнаружения поврежденной фазы используется дополнительная функция. Поскольку напряжение "фаза-земля" в поврежденной фазе меньше, чем в двух других, и при повреждении напряжение в двух последних фазах даже возрастает, поврежденную фазу можно определить путем выбора минимального напряжения "фаза-земля" с выдачей соответствующего сообщения.

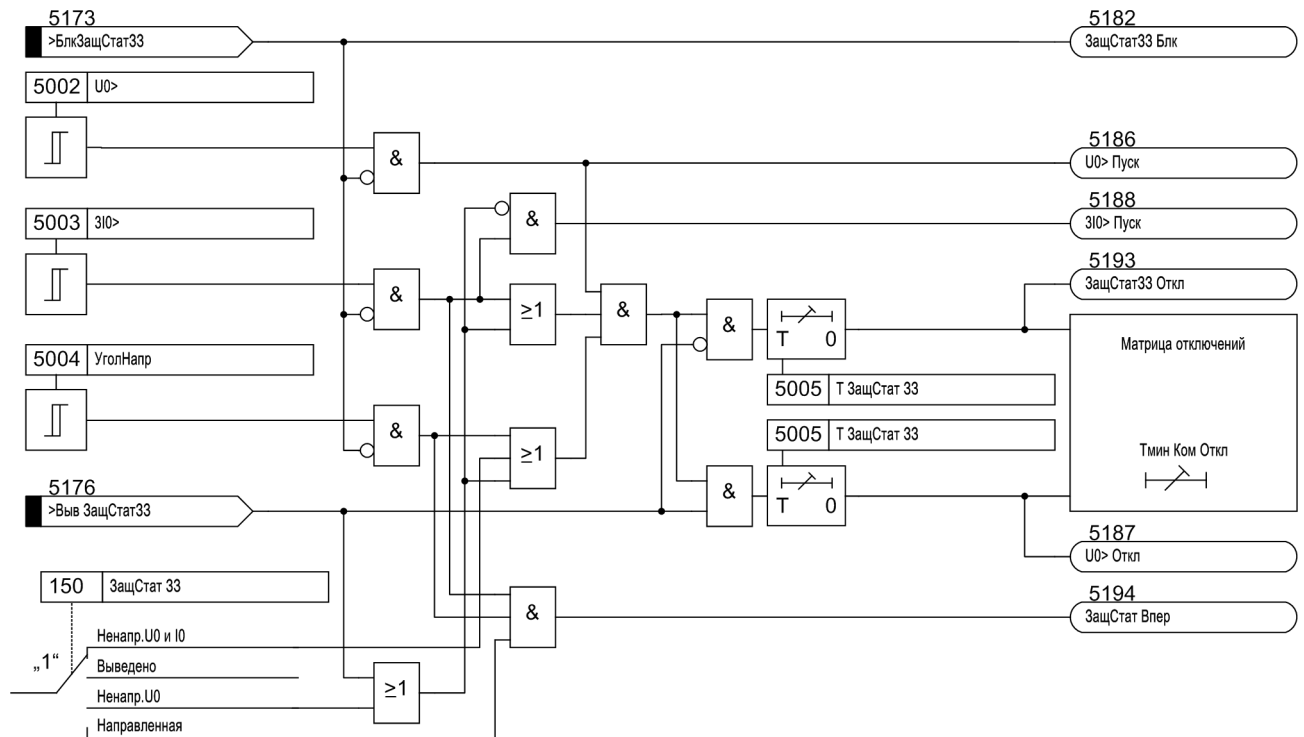


Рисунок 2-87 Логическая схема работы функции защиты статора от замыканий на землю

## 2.28.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты статора от замыканий на землю будет находиться в рабочем состоянии только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **150 ЗащСтат 33** было введено **Направленная**, **Ненапр.U0** или **Ненапр.U0 и I0**. Если было выбрано значение **Ненапр.U0**, параметры, влияющие на значение аварийного тока, отображаться не будут. При выборе одной из опций **Направленная** или **Ненапр.U0 и I0**, эти параметры будут доступны. Для машин, работающих на сборные шины, выбирают один из двух этих вариантов, т.к. отличить замыкание на землю в энергосистеме от замыкания на землю машины можно только по аварийному току. При использовании функции в качестве „дифференциальной защиты от замыканий на землю“, по адресу **150 ЗащСтат 33** вводят **Ненапр.U0 и I0**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **5001 ЗащСтат 33** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Напряжение смещения

Критерием появления замыкания на землю статора является наличие нейтрального напряжения смещения. Поэтому превышение значения **5002 U0>** приводит к пуску защиты.

Уставки нужно выбирать таким образом, чтобы защита не срабатывала при наличии асимметричных условий функционирования. Это особенно важно для машин, работающих на сборные шины, т.к. асимметрия напряжений сети влияет на напряжение нейтрали машины. Пороговое значение уставки должно быть как минимум в два раза больше значения рабочего асимметричного напряжения. Обычно берется значение, равное 5-10% от напряжения смещения.

Для машин, работающих в блоке с трансформатором, величина пуска должна выбираться таким образом, чтобы смещения при замыкании на землю в сети, которые влияют на величину тока статора, протекающего через переходные емкостные сопротивления блочного трансформатора, не приводили к срабатыванию защиты. При этом должно учитываться демпфирующее влияние нагрузочного сопротивления. Указания касательно характеристик нагрузочного сопротивления содержатся в руководстве "Системы планирования защиты электрических машин" /5/. Величина уставки должна быть в два раза больше напряжения смещения, которое фиксируется при полном смещении сети и окончательно определяется в процессе пуска-наладки на первичных величинах.

### Выдержка времени

Отключение от защиты от замыкания на землю статора может быть задержано на определенное время, вводимое по адресу **5005 T ЗащСтат 33**. При выборе этого времени необходимо учитывать перегрузочную способность оборудования нагрузки. Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) самой функции защиты.

### Ток замыкания на землю

Уставки по адресам **5003** и **5004** имеют значение только для случая защиты машин, работающих на сборные шины, если по адресу **150 ЗащСтат 33** введено **Направленная** или **Ненапр. U0 и I0**. Следующие положения не применимы для машин, работающих в блоке с трансформатором.

Величина срабатывания защиты **5003 310>** задается так, чтобы при замыкании на землю в защищаемой зоне величина тока замыкания на землю однозначно превышала это значение.

Поскольку остаточный аварийный ток замыкания на землю в резонансно заземленных сетях очень мал, и не должен зависеть в целом от условий сети, заземляющий трансформатор с омическим нагрузочным сопротивлением, в случае повреждения на землю, обычно должен увеличивать остаточный ваттметрический ток. Указания касательно характеристик трансформатора тока замыкания на землю и нагрузочного сопротивления содержатся в руководстве „Системы планирования защиты электрических машин“, /5/.

Поскольку величина аварийного тока при повреждении на землю в этом случае определяется в основном нагрузочным сопротивлением, по адресу **5004 УголНапр** вводят небольшую величину угла, например, **15°**. Если в случае изолированной сети рассматриваются также емкостные сопротивления сети, тогда может быть введена более значительная величина (прибл. **45°**), которая соответствует величине наложения емкостного тока сети на ток нагрузки.

Угол направления **5004 УголНапр** показывает смещение фаз между напряжением смещения нейтрали и является перпендикуляром к направленной характеристике, т.е. равен углу наклона направленной характеристики к реактивной оси.

Если в изолированной сети для формирования тока замыкания на землю емкостные сопротивления относительно земли сети должны быть значительно больше, также можно работать и без заземляющего трансформатора. В этом случае вводится величина угла, приблизительно равная **90°** (в соответствии с подключением  $\sin \varphi$ ).

Пример для подключения генератора к шинам:

Заземляющий трансформатор	$\frac{6.3 \text{ kV}}{\sqrt{3}} / \frac{500 \text{ V}}{3}$	(коэфф. трансформации)
	27 kVA	

Нагрузочное сопротивление	10 Ω	
	10 А	длительно
	50 А	в течение 20 с
Делитель напряжения	500 В / 100 В	
Тороидальный трансформатор тока	60 А / 1 А	
Защищаемая зона	90%	

При полном напряжении смещения нейтрали, величина тока на нагрузочном резисторе равна

$$\frac{500 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 50 \text{ А}$$

Относительно стороны 6.3 кВ, это составит

$$I_{\text{ЕЕ перв}} = 50 \text{ А} \cdot \frac{500 / 3}{6300 \text{ В} / (\sqrt{3})} \cdot 3 = 6.87 \text{ А}$$

Вторичный ток тороидального трансформатора на входе устройства защиты составит

$$I_{\text{ЕЕ втор}} = \frac{I_{\text{ЕЕ перв}}}{60 \text{ А} / 1 \text{ А}} \cdot \frac{6.87 \text{ А}}{60} = 115 \text{ мА}$$

При зоне охвата в 90%, защита должна также работать при 1/10 напряжения смещения, поскольку генерируется только 1/10 тока повреждения на землю:

$$\text{Уставка } 3I0> = \frac{115 \text{ мА}}{10} = 11.5 \text{ мА}$$

В данном примере для **3I0>** вводят 11 мА. Для уставки напряжения смещения берут 1/10 величины напряжения полного смещения (т.к. зона охвата составляет 90%). При использовании делителя напряжения 500 В / 100 В, это составит

$$\text{Величина уставки } U0> = 10 \text{ В}$$

Уставка выдержки времени должна быть меньше максимально допустимого времени работы при токе 50 А нагрузочного сопротивления, то есть меньше 20 с. Необходимо учитывать также допустимую длительность перегрузки заземляющего трансформатора, если она меньше допустимой длительности перегрузки нагрузочного сопротивления.

### 2.28.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5001	ЗащСтат 33	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита статора от замык.на землю
5002	U0>	2.0 .. 125.0 В	10.0 В	Уставка U0> (90% защита от 33)
5003	3I0>	2 .. 1000 мА	5 мА	Уставка 3I0> (90% защита от 33)
5004	УголНапр	0 .. 360 °	15 °	Угол для определения направления
5005	T ЗащСтат 33	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.30 сек	Выд.врем.для защ.статора от зам.на землю

**2.28.4 Сводная таблица сообщений**

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5173	>БлкЗащСтат33	SP	>Блокир.Защ. статора от замык на земл
5176	>Выв ЗащСтат33	SP	>Выв.опред.тока(защ.стат.замык.на земл)
5181	ЗащСтат33 Выв	OUT	Защ. статора от замык на земл вывод
5182	ЗащСтат33 Блк	OUT	Блокир.Защ.статора от замык на зем
5183	ЗащСтат33 акт	OUT	Защ. статора от замык на земл актив
5186	U0> Пуск	OUT	Защ.стат.от зам.на земл:U0> Сраб
5187	U0> Откл	OUT	Защ.стат.от зам.на земл:U0> Откл
5188	3I0> Пуск	OUT	Защ.стат.от зам.на земл:3I0> Сраб
5189	Uземл L1	OUT	Замык. на землю в фазе L1
5190	Uземл L2	OUT	Замык. на землю в фазе L2
5191	Uземл L3	OUT	Замык. на землю в фазе L3
5193	ЗащСтат33 Откл	OUT	Защ.стат.от зам.на земл Откл
5194	ЗащСтат Впер	OUT	Защ.стат.от зам.на земл:напр.Вперед

## 2.29 Чувствительная защита от зам. на землю

Высокочувствительная защита от повреждения на землю определяет замыкание на землю в системах с изолированной или высокоомно заземленной нейтралью. Эта ступень оперирует с величиной тока повреждения на землю. Эта защита используется тогда, когда о наличии замыкания судят по амплитуде тока повреждения. Примером таких ситуаций может служить электрическая машина, работающая на сборные шины, в изолированной энергосистеме, в случае возникновения на ней замыкания на землю обмотки статора когда полная емкость сети индуцирует аварийный ток на землю, но во время замыкания на землю в сети аварийный ток на землю незначителен в связи с низким емкостным сопротивлением машины. Величина тока может быть измерена с помощью тороидальных ТТ или ТТ, подключенных по схеме Хольмгрена.

В устройстве 7UM62 функция чувствительного определения аварийного тока на землю может быть ранжирована как на вход  $I_{ee1}$ , так и на  $I_{ee2}$ . Этот выбор осуществляют в процессе конфигурирования (см. Раздел 2.4).

По причине своей высокой чувствительности этот вид защиты не подходит для обнаружения высоких аварийных токов на землю (более прилб. 1 А на контактах для подключения чувствительного аварийного тока на землю). Если, тем не менее, функция должна использоваться для защиты от замыканий на землю, необходимо использовать дополнительный трансформатор тока в качестве промежуточного.

**Примечание:** Чувствительная защита от замыканий на землю может использовать тот же токовый измерительный вход ( $I_{ee2}$ ), который используется направленной или ненаправленной защитой статора от замыканий на землю при присоединении генератора напрямую к шинам. Тогда, если по адресу **150 ЗащСтат 33** введено **Направленная** или **Ненапр. U0 и I0**, то чувствительная защита от замыканий на землю будет использовать то же самое измеренное значение.

### 2.29.1 Описание функции

#### Применение функции для защиты ротора от повреждения на землю

В качестве альтернативы, данная защитная функция может использоваться для защиты ротора от замыкания на землю в случаях, когда напряжение смещения системной частоты поступает в цепь ротора (см. рисунок 2-88). В этом случае максимальное значение тока повреждения определяется величиной напряжения смещения  $U_V$  и емкостной связью цепи ротора.

Функция контроля измеряемых величин будет использоваться здесь в качестве защиты ротора от замыкания на землю. Предполагается, что пока аварийный ток превышает задаваемое минимальное значение **IEE<**, даже если изоляция не нарушена, измерительная цепь находится в замкнутом состоянии из-за наличия емкостного сопротивления ротор-земля. Если измеренная величина оказывается меньше значения уставки, после выдержки времени, равной 2 с, выдается соответствующий сигнал.

#### Метод измерения

Сначала остаточный ток проходит цифровую фильтрацию таким образом, что далее для измерения используется только его основная составляющая. Это делает процесс измерения нечувствительным к переходным аварийным состояниям и гармоникам.

Функция защиты состоит из 2 ступеней. При превышении током первого заранее введенного значения **IEE>** происходит пуск защиты. По истечении соответствующей выдержки времени **T IEE>** передается команда отключения. При превышении током второго заданного значения

**IEE>>** происходит пуск защиты. По истечении соответствующей выдержки времени **T IEE>>** передается команда отключения.

Обе ступени можно заблокировать через дискретный вход,

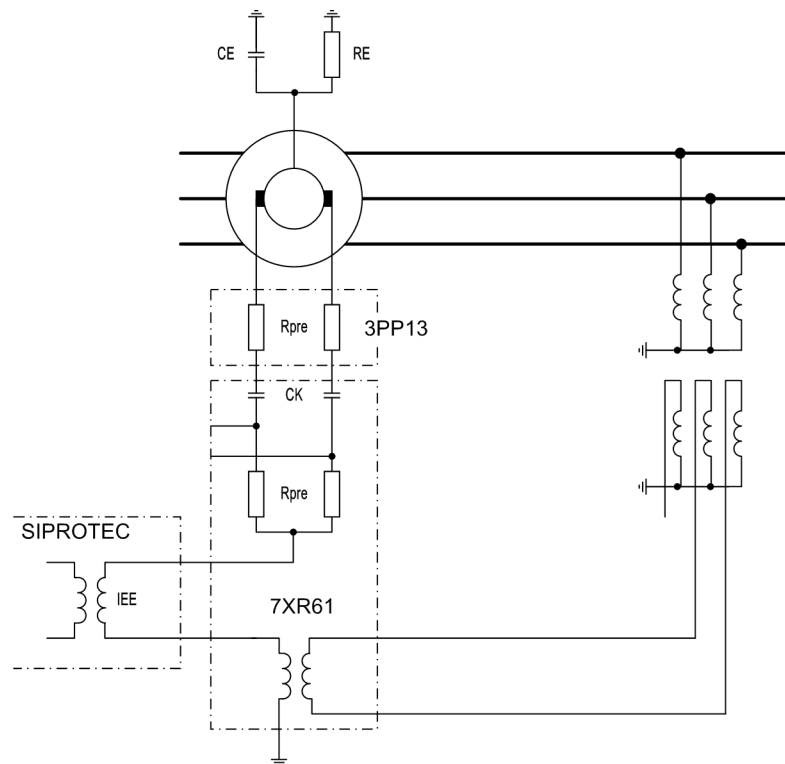


Рисунок 2-88 Пример применения функции в качестве защиты ротора от замыкания на землю (7XR61 – последовательное устройство для защиты ротора от замыканий на землю; 3PP13 – от  $U_{рег} > 150$  В, резисторы в устройстве 7XR61 должны быть закорочены!)



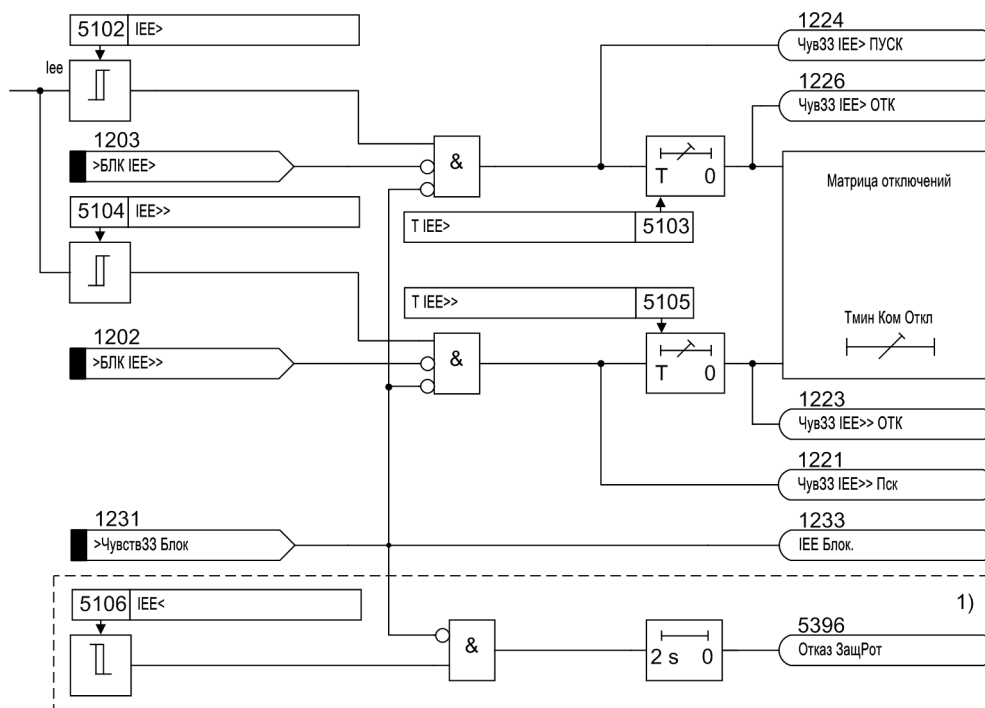


Рисунок 2-89 Логическая схема работы функции чувствительного обнаружения замыкания на землю

1) Параметр и сигнал будут доступны только в том случае, когда для **Защита ротора от замыканий на землю** (адрес 160) введено **Выведено**.

## 2.29.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция чувствительной защиты от замыкания на землю будет находиться в рабочем состоянии только тогда, когда по адресу **151 МТЗ Iee>** введено **c Iee1** или **c Iee2**. Если при конфигурировании функции защиты статора от замыкания на землю (адрес **150 ЗащСтат 33**, см. подраздел 2.4) была выбрана одна из опций со значением тока, активизируется чувствительный вход измерения тока устройства 7UM62. Пользователь должен помнить, что при чувствительном определении замыкания на землю может использоваться тот же измерительный вход (если сконфигурирован Iee2) ( $I_{EE2}$ ) и, следовательно, то же измеренное значение. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **5101 МТЗ Iee>** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Применение функции для защиты ротора от замыканий на землю

Функция чувствительной защиты от замыкания на землю обнаруживает повреждения как в обмотках статора, так и ротора генератора. Предварительным условием наличия замыкания является наличие соответствующей величины тока повреждения. В цепях с очень высоким сопротивлением или изолированных от земли должны протекать соответственно высокие токи повреждения.

Когда например, функция используется в качестве защиты ротора, в цепь ротора необходимо подать напряжение смещения системы ( $U_V$  42 В, которое должно поступать на ротор через устройство 7XR61 (см. рисунок „Пример применения функции в качестве защиты ротора от замыкания на землю“ в Разделе 2.29). Из-за наличия этого напряжения смещения, при условии хорошей изоляции земли, ток протекает сквозь емкостное сопротивление

относительно земли, и этот факт может использоваться в качестве критерия замкнутости измерительной цепи (адрес **5106 IEE<**). Обычно величина уставки равна 2 мА. Степень контроля не будет работать при значении этой уставки = 0. Ее бывает необходимо вывести, если емкостное сопротивление относительно земли очень мало.

Величина срабатывания по току на землю **5102 IEE>** выбирается так, чтобы сопротивление изоляции  $R_E$  можно было определить в диапазоне от 3 кΩ до 5 кΩ:

$$\text{Пример уставки сигнальной ступени: } IEE> \approx \frac{U_V}{R_E + Z_K} \approx \frac{42 \text{ В}}{4 \text{ к}\Omega} \approx 10 \text{ мА}$$

С другой стороны, значение уставки должно быть как минимум в 2 раза больше тока помехи, вызванного наличием емкостного сопротивления относительно земли в цепи ротора.

Степень отключения **5104 IEE>>** нужно задать с учетом сопротивления повреждения, приблизительно равного 1.5 кΩ.

$$\text{Пример уставки ступени отключения } IEE>> \approx \frac{U_V}{R_E + Z_K} \approx \frac{42 \text{ В}}{1.5 \text{ к}\Omega + 0.4 \text{ к}\Omega} \approx 23 \text{ мА}$$

где  $Z_K$  = полное сопротивление последовательно подключенного устройства при номинальной частоте.

По адресам **5103 T IEE>** и **5105 T IEE>>** вводят выдержки времени отключения, которые не включают время работы функции.

### Применение функции для защиты статора от замыкания на землю

См. также раздел 2.28. При использовании функции в качестве защиты статора, аварийный ток на землю должен увеличиваться при помощи омического нагрузочного резистора на заземляющем трансформаторе. Указания касательно характеристик нагрузочного сопротивления трансформатора тока на землю содержатся в руководстве "Системы планирования защиты электрических машин" /5/.

### Применение функции в качестве защиты от замыкания на землю

В случае применения защиты на низковольтных машинах со встроенным нейтральным проводом или на машинах с низкоимпедансной заземленной нейтралью, МТЗ фазных цепей одновременно является и защитой от замыканий на землю, поскольку ток замыкания на землю также протекает и через поврежденную фазу. Если функция чувствительного обнаружения тока замыкания на землю тем не менее будет использоваться в качестве защиты от замыканий на землю, для гарантии того, что аварийный ток на землю не превысит термических предельных значений для измерительного входа (15 А длительно, 100 А в течение < 10 с, 300 А в течение < 1 с) нужно вводить внешний промежуточный трансформатор.

### 2.29.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5101	MT3 Iee>	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	MT3 Iee>
5102	IEE>	2 .. 1000 мА	10 мА	Уставка по току ступени IEE>
5103	T IEE>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	5.00 сек	Выдержка времени ступени IEE>
5104	IEE>>	2 .. 1000 мА	23 мА	Уставка по току ступени IEE>>
5105	T IEE>>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдержка времени ступени IEE>>
5106	IEE<	1.5 .. 50.0 мА; 0	0.0 мА	Iee< Пуск (обрыв цепи)

### 2.29.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
1202	>БЛК IEE>>	SP	>Блокировать ступ. IEE>> чувс.защ. от зз
1203	>БЛК IEE>	SP	>Блокировать ступ. IEE> чувс.защ. от зз
1221	Чув33 IEE>> Пск	OUT	Пуск ступ.чувс.защ. от зз IEE>>
1223	Чув33 IEE>> ОТК	OUT	Отключение ступ.чувс.защ. от зз IEE>>
1224	Чув33 IEE> ПУСК	OUT	Пуск ступ.чувс.защ. от зз IEE>
1226	Чув33 IEE> ОТК	OUT	Отключение ступ.чувс.защ. от зз IEE>
1231	>Чувств33 Блок	SP	>Блокировать чувствительную защиту от ЗЗ
1232	IEE Выведена	OUT	Чувствительная защита от ЗЗ выведена
1233	IEE Блок.	OUT	Чувствительная защита от ЗЗ заблокирована
1234	IEE Введена	OUT	Чувствительная защита от ЗЗ введена
5396	Отказ ЗащРот	OUT	Отказ защ.рот. от замык на земл

## 2.30 Защита статора от зам. на землю по 3 гарм.

Как указано в Разделе 2.28, процедура измерения, основанная на измерении основной составляющей напряжения смещения, служит для защиты максимум 90-95% обмотки статора. Для достижения диапазона защиты в 100% необходимо использовать нелинейное частотное напряжение. В устройстве 7UM62 для этих целей используется 3-я гармоника.

### 2.30.1 Описание функции

#### Режим работы

Третья гармоника проявляется в любой машине более или менее явно. Она определяется формой полюсов. При возникновении замыкания в обмотке статора генератора меняется коэффициент деления паразитных емкостей, т.к. одна из емкостей будет закорочена в результате повреждения на землю. В течение этого процесса измеряемая на нейтрали 3-я гармоника уменьшается, тогда как 3-я гармоника, измеряемая на контактах генератора, растет (см. рисунок ниже). Третья гармоника формирует систему нулевой последовательности и может, таким образом, быть определена при помощи трансформатора напряжения, подключенного по схеме звезда/треугольник или при помощи расчетов величин нулевой последовательности на основе напряжений "фаза-земля".

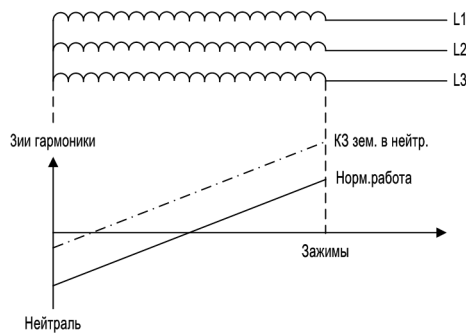


Рисунок 2-90 Профиль 3-ей гармоники для обмотки статора

Более того, величина 3-ей гармоники зависит от рабочей точки генератора, т.е. является функцией активной мощности  $P$  и реактивной мощности  $Q$ , рабочий диапазон защиты статора от замыканий на землю ограничен для повышения надежности.

В случае подключения к шинам все машины дают составляющие 3-ей гармоники, что мешает разделению отдельных машин.

#### Принцип измерения

Содержание компонентов 3-ей гармоники в измеренных величинах является критерием пуска защиты. Компоненты 3-ей гармоники выводятся из напряжения смещения, измеренного в течение 2 циклов, при помощи цифровой фильтрации.

Применяются различные процедуры измерения, в зависимости от метода определения напряжения смещения (параметр **223 Подключ UE**):

1. **ТН в нейтр**: подключение входа  $U_E$  трансформатора напряжения к нейтрали машины,
2. **РазомкнТреуг**: подключение входа  $U_E$  к обмотке, подключенной разомкнутым треугольником,
3. **Не подключен**: расчет напряжения смещения на основе напряжений "фаза-земля" в случае, когда вход  $U_E$  не подключен,
4. **Любой ТН**: подключение любого напряжения; подключение любого напряжения; функция защиты статора от замыканий на землю по 3-ей гармонике блокирована,
5. **Ротор**: подключение напряжения смещения для защиты ротора от замыканий на землю; функция защиты статора от замыканий на землю по 3-ей гармонике блокирована,
6. **НагружСопр**: подключение  $U_E$  для функции 100% защиты статора от замыканий на землю; защита статора от замыканий на землю по 3-ей гармонике блокирована,
7. **Uен-обм**: расчет напряжения смещения на основе напряжений "фаза-земля" в случае, когда вход  $U_E$  не подключен

### Трансформатор в нейтрали

Поскольку при замыкание на нейтрали ведет к снижению компонентов 3-ей гармоники по сравнению с неповрежденным состоянием, функция защиты используется в качестве ступени понижения напряжения (**5202 U0 3 гарм <**). Такой вариант считается предпочтительным.

### Подключение обмотки по схеме разомкнутого треугольника

При отсутствии трансформаторов в нейтрали функция защиты ведет расчеты на основе компонента нулевой последовательности третьей гармоники напряжений на выводах генератора. В случае повреждения напряжение растет. Тогда функция защиты используется в качестве ступени повышения напряжения (**5203 U0 3гарм >**).

С целью увеличения чувствительности величина пуска защиты может быть уменьшена пропорционально активной мощности. Это задается по адресу **5207 U03гарм (U/100%)**. Устройство защиты рассчитывает величину пуска на основе следующей формулы:

$$U_{\text{Згарм, корр}} = U_{\text{Згарм}} - U_{\text{корр}} \cdot (100\% - P_{\text{изм}})$$

где:

$U_{\text{Згарм, корр}}$	используемая внутренняя величина пуска,
$U_{\text{Згарм}}$	величина по адресу <b>5203 U0 3гарм &gt;</b> при 100% активной мощности,
$U_{\text{корр}}$	коэффициент коррекции в [вольт/%), заданный по адресу <b>5207 U03гарм(U/100%)</b>
$P_{\text{изм}}$	измеренная активная мощность.

На рисунке2-91 показан принцип работы функции.

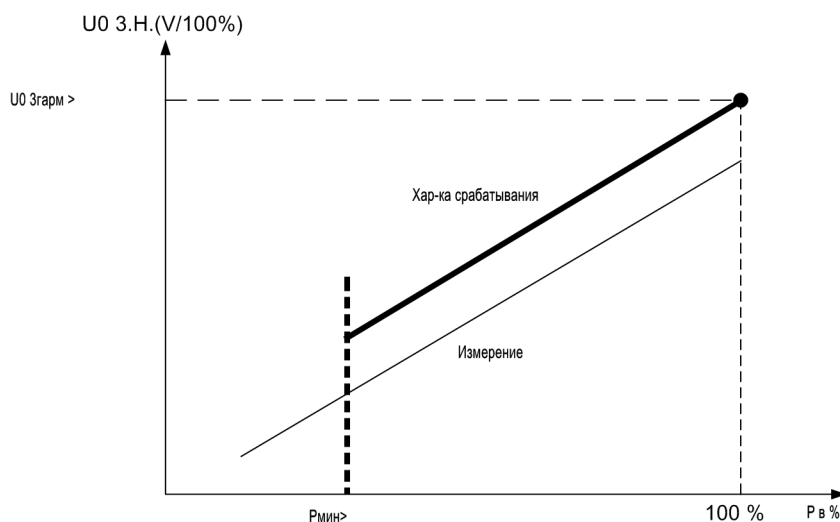


Рисунок 2-91 Автоматическое уменьшение величины пуска **U0 3гарм >**

Характеристика отключения вступает в действие как только будет достигнут задаваемый минимум активной мощности. В качестве дополнительного критерия надежности вводится следующее ограничение. Если из-за изменения зависящего от мощности коэффициента коррекции величина пуска  $U_{3\text{гарм, корр}}$  уменьшится ниже минимально возможной уставки (0,2 В), величина пуска берется равной 0,2 В.

### Без подключения; расчет $U_0$

Как и в случае подключения по схеме разомкнутого треугольника, увеличение составляющей 3-ей гармоники также ведет к расчету напряжения. Значение параметра **5203 U0 3гарм >** остается действующим.

### Подключение к любому трансформатору; ротору

При таких видах подключения данная функция защиты не работает.

На следующем рисунке представлена логическая схема работы функции защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике

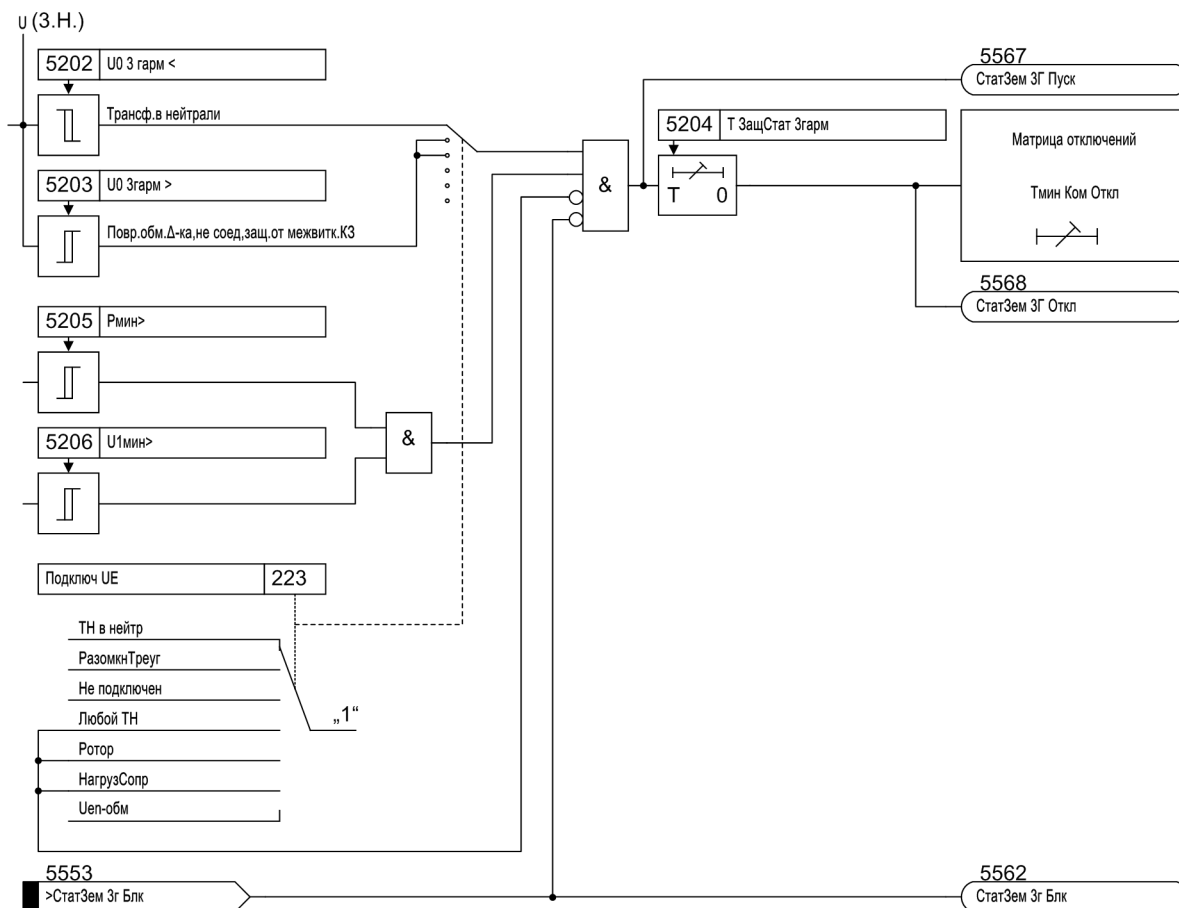


Рисунок 2-92 Логическая схема работы функции защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике

## 2.30.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике будет находиться в рабочем состоянии только в том случае, если по адресу **152 ЗащСтат 3гарм** в процессе конфигурирования устройства введено значение **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **5201 ЗащСтат 3гарм** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Способ подключения

В зависимости от условий конкретной системы, по адресу **223 Подключ UE** при конфигурировании пользователь может определить, будет ли напряжение смещения  $U_{en}$  поступать в устройство через трансформатор в нейтрали (**ТН в нейтр**) или через подключенную по схеме разомкнутого треугольника обмотку заземляющего трансформатора (**РазомкнТреуг**). Если нет возможности подавать напряжение смещения в устройство в качестве измеренной величины, будут использоваться расчетные значения и тогда здесь нужно ввести **Не подключен** или **Уел-обм**. Уставку **Любой ТН** выбирают, если вход напряжения устройства 7UM62 должен использоваться для измерения любого другого напряжения вместо напряжения для функции защиты от замыканий на землю. При такой уставке данная функция защиты не работает. Опция **Ротор** выбирается, если через этот вход должно подаваться напряжение смещения для функции защиты ротора от замыкания на

землю. Тогда аналогично функция защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике не работает.

Вариант уставки **НагрузСопр** выбирается для работы функции 100% защиты статора от замыканий на землю. При такой уставке функция защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике не работает.

### Величины пуска для функции защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике

В зависимости от выбора варианта подключения будут доступны 1 или 2 параметра: **5202** или **5203**.

Значения уставок определяются только в процессе первичного тестирования. В целом, здесь справедливо следующее:

- Ступень по понижению напряжения, адрес **5202 U0 3 гарм <**, действует в случае подключения к трансформатору в нейтрали. Величина пуска выбирается как можно меньшей.
- Ступень по повышению напряжения, адрес **5203 U0 3гарм >**, действует в случае подключения разомкнутым треугольником к обмотке заземляющего трансформатора или в случае расчета напряжения смещения (без подключения).

Как указано в Разделе 2.30, заголовок „Подключение обмотки по схеме разомкнутого треугольника“, чувствительность ступени **U0 3гарм >** может быть увеличена за счет проведения зависимой от мощности коррекции величины пуска. Соответствующий параметр задается по адресу **5207 U03гарм(U/100%)**. Уставка по умолчанию равна 0, что соответствует отсутствию коррекции.

Уставка относительно коррекции рассчитывается следующим образом:

- Измеряется составляющая 3-ей гармоники для различных величин активной мощности с использованием рабочих измеренных величин. Для уставок рекомендуются вторичные значения.
- Осуществляется интерполяция измеренных величин относительно прямой линии. Берется величина составляющей 3-ей гармоники при 100% (P1) и 50% (P2) величины активной мощности. Расчет разности осуществляется по следующей формуле:

$$U_{\text{корр}} = \frac{U_{3\text{гарм}1} - U_{3\text{гарм}2}}{P_1 - P_2}$$

На рисунке 2-93 приведен пример измерений, произведенных на генераторе. Зависимость составляющей 3-ей гармоники от активной мощности определена для условий недовозбуждения и перевозбуждения.



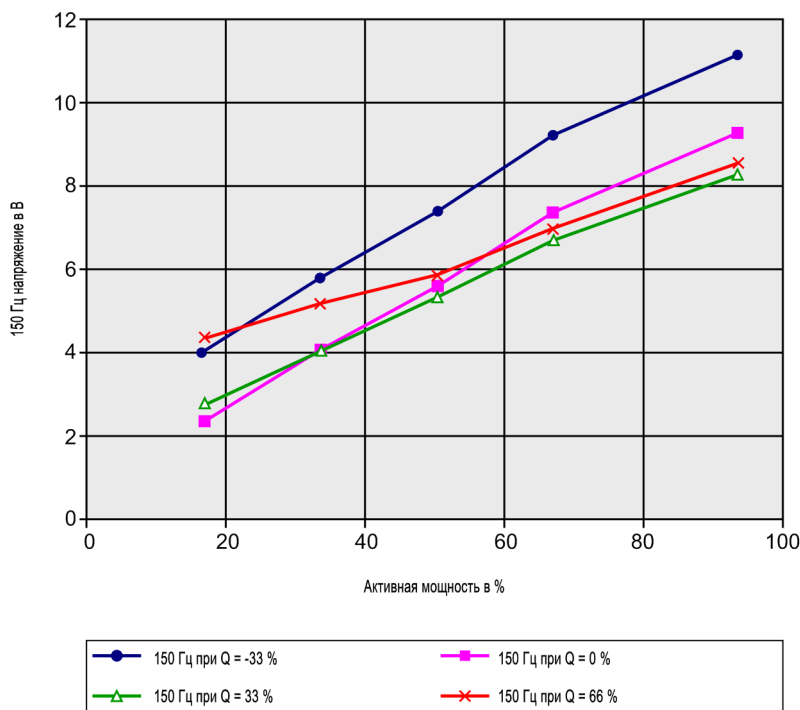


Рисунок 2-93 Составляющая 3-ей гармоники вторичного напряжения как функция активной мощности

Как показано на рисунке 2-93, рост характеристики почти одинаков в обоих случаях. Наиболее неблагоприятными являются условия недозовозбуждения. При экстраполяции кривой, соответствующей 100% величина напряжения равна приблизительно 12 В. При 50% активной мощности - приблизительно 7,5 В. Теперь уставка может быть рассчитана следующим образом:

$$U_{\text{корр}} = \frac{12 \text{ В} - 7.5 \text{ В}}{100 \% - 50 \%} = \frac{4.5 \text{ В}}{50 \%} = \frac{9 \text{ В}}{100 \%}$$

По адресу **5207 U03гарм(U/100%)** задается значение 9. Величина пуска по адресу **5203 U03гарм >** должна так же экстраполироваться до 100%. Если здесь выбирается значение 14,5 В, в результате будет выбрано значение при 50% активной мощности : 14.5 В – 4.5 В = 10 В. При  $\cos \varphi = 0.8$  и работе генератора на этой номинальной уставке, результирующее значение величины пуска составит: 14.5 В – 9 В/100% (100% – 80%) = 14.5 В – 1.8 В = 12.7 В.

Как указано в пункте „Рабочий диапазон“, характеристика должна быть ограничена определением возможной активной мощности. Т.к. измерение активной мощности представлено на рисунке 2-93 до P = 20%, и поведение характеристики практически линейно, значение уставки параметра **5205 Pмин >** = 30% позволяет получать определенный резерв мощности.

### Рабочий диапазон

По причине сильной зависимости измеряемой 3-ей гармоники от соответствующей рабочей точки генератора, в рабочей зоне функции защиты статора от замыкания на землю по 3-ей гармонике отключения будут происходить только при превышении активной мощностью порогового значения **5205 Pмин >** и при превышении минимального напряжения прямой последовательности **5206 U1мин >**.

Рекомендуется вводить уставки:

$P_{мин} > 40\% P/S_H$

$U_{1 мин} > 80\% U_H$

### Выдержка времени

В случае замыкания на землю отключение будет задержано на время, введенное по адресу **5204 Т ЗащСтат 3гарм**. Выдержка времени является дополнительной выдержкой, которая не включает время действия самой функции защиты.

### 2.30.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5201	ЗащСтат 3гарм	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защ.статора от замык.на землю по 3 гарм.
5202	U0 3 гарм <	0.2 .. 40.0 В	1.0 В	Пуск ступ. U0 3 гарм>
5203	U0 3гарм >	0.2 .. 40.0 В	2.0 В	Пуск ступ. U0 3 гарм<
5204	Т ЗащСтат 3гарм	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд.врем.для ЗащСтат.от ЗамНаЗемлю 3гарм
5205	Рмин>	10 .. 100 %; 0	40 %	Ввод порогового значения Рмин>
5206	U1мин>	50.0 .. 125.0 В; 0	80.0 В	Ввод порогового значения U1мин>
5207	U03гарм(U/100%)	-40.0 .. 40.0	0.0	Поправочный коэфф. для (U/100%)

### 2.30.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5553	>СтатЗем 3г Блк	SP	>Блокир.защ.стат.от зам.земл с 3 гарм
5561	СтатЗем 3г Выв	OUT	Защ.стат.от зам.земл с 3 гарм вывод
5562	СтатЗем 3г Блк	OUT	Защ.стат.от зам.земл с 3 гарм заблок
5563	СтатЗем 3г акт	OUT	Защ.стат.от зам.земл с 3 гарм актив
5567	СтатЗем 3Г Пуск	OUT	Защ.стат.от зам.земл с 3 гарм Сраб
5568	СтатЗем 3Г Откл	OUT	Защ.стат.от зам.земл с 3 гарм Откл

## 2.31 100% защита статора от замыканий на землю

Функция 100% защиты статора от замыканий на землю обнаруживает замыкания на землю в обмотках статора генераторов, подключенных к сети через блочный трансформатор. Эта функция защиты, которая работает с приложенным напряжением 20 Гц, независима от напряжения смещения с сетевой частотой, возникающего при замыкании на землю, и обнаруживает замыкания во всех обмотках, включая нейтраль машины. Используемый ею принцип измерения абсолютно не зависит от режима работы генератора и дает возможность делать измерения даже в режиме остановки генератора. Два принципа измерения - измерение напряжения смещения и оценка измеренных величин при приложенном напряжении 20 Гц - позволяют осуществлять надежную схему защиты, при которой оба принципа дополняют друг друга.

Если замыкание на землю в генераторе и вблизи него не обнаруживается, генератор работает как "заземленный". Последующее (например, второе) замыкание вызывает однофазное КЗ, которое может иметь экстремально высокий ток повреждения, поскольку нулевое полное сопротивление генератора очень мало.

Функция 100% защиты статора от замыканий на землю по этой причине считается основной защитной функцией для больших генераторов.

### 2.31.1 Описание функции

#### Основной принцип работы

Основной принцип работы функции представлен на следующем рисунке. Внешний источник переменного напряжения низкой частоты (20 Гц) подает на нейтраль генератора напряжение, составляющее максимум 1% от номинального напряжения генератора. При возникновении замыкания на землю в нейтрали генератора напряжение 20 Гц проводит ток через поврежденную нагрузку. Из величин этих тока и напряжения устройство защиты рассчитывает сопротивление повреждения. Описываемый здесь принцип функционирования защиты также подходит для обнаружения замыкания на землю контактов генератора, включая присоединенные компоненты, например, трансформаторы напряжения.

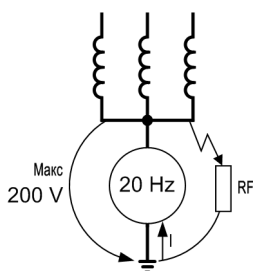


Рисунок 2-94 Основной принцип приложения вспомогательного напряжения к нейтрали генератора

#### Схемное решение

Для реализации концепции защиты необходимо использование дополнительного оборудования. На следующем рисунке дана схема использования генератора напряжения 20 Гц, который продуцирует напряжение прямоугольного сигнала с амплитудой приблизительно 25 В. Это напряжение прямоугольного сигнала подается через полосовой фильтр на нагрузочное сопротивление заземляющего трансформатора или трансформатора в нейтрали. Полосовой фильтр используют для скругления прямоугольного сигнала и

экономии энергии. Сопротивление полосового фильтра 20 Гц составляет приблизительно 8  $\Omega$ . Модуль полосы пропускания несет также и функции защиты. Если при замыкании на землю контактов генератора через нагрузочный резистор протекает полное напряжение смещения, более высокое (подключенное параллельно) сопротивление полосового фильтра защищает генератор 20 Гц от избыточных токов обратной связи.

Несущее напряжение 20 Гц берется непосредственно с нагрузочного сопротивления с помощью делителя напряжения. Дополнительно с помощью миниатюрного трансформатора тока измеряется протекающий ток 20 Гц. Обе величины ( $U_{SEF}$  и  $I_{SEF}$ ) подаются в устройство защиты.

Величина подаваемого на генератор приложенного напряжения зависит от несущего напряжения 20 Гц (делитель напряжения: нагрузочное сопротивление и полосовой фильтр) и от коэффициента трансформации трансформатора в нейтрали или заземляющего трансформатора.

Для того, чтобы вторичное сопротивление нагрузки не оказалось слишком малым (оно должно по возможности быть ниже 0.5  $\Omega$ ), нужно выбирать высокое вторичное номинальное напряжение для заземляющего трансформатора или трансформатора в нейтрали. На практике используют значение напряжения, равное 500 В.

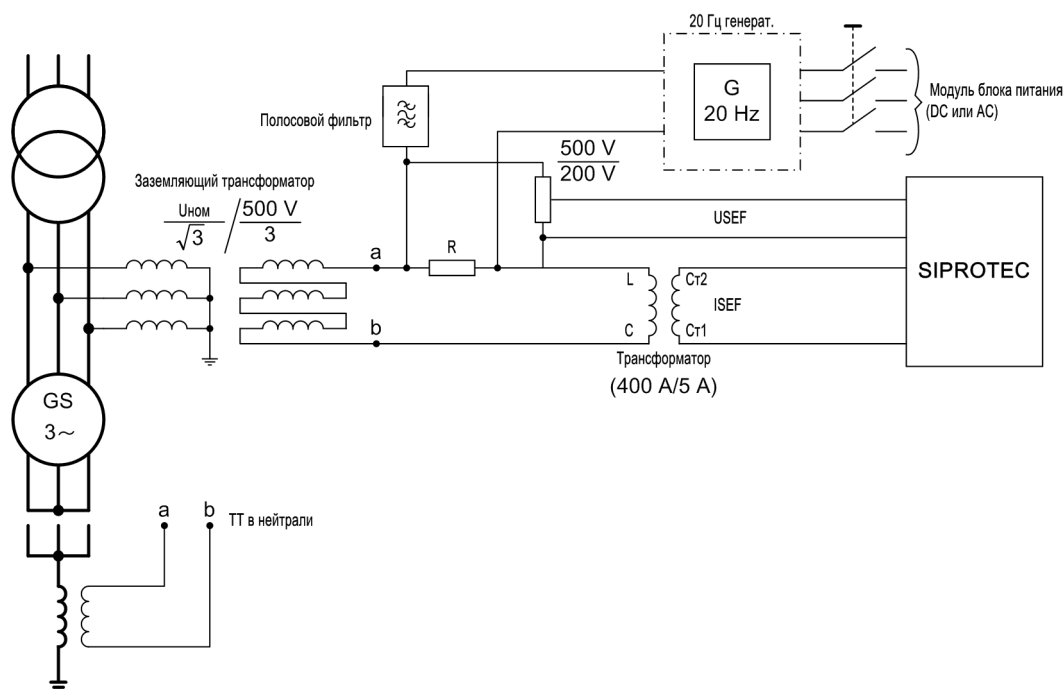


Рисунок 2-95 Схема реализации функции 100% защиты статора от замыканий на землю с использованием заземляющего трансформатора или трансформатора в нейтрали

- R нагрузочное сопротивление
- $U_{SEF}$  напряжение смещения в устройстве защиты
- $I_{SEF}$  ток, измеренный в устройстве защиты

Аналогичный метод измерения может также быть использован и с первичным нагрузочным сопротивлением. Напряжение 20 Гц подключается в этом случае через трансформатор напряжения, а ток нейтрали измеряется непосредственно. В примечаниях по вводу уставок (раздел 2.31.2) содержится схема подключения и информация по схемному решению.

## Метод измерения

На основании измеренных величин  $U_{SEF}$  и  $I_{SEF}$  (см. рисунок выше), рассчитываются ток и напряжение 20 Гц, а из полученного в результате комплексного полного сопротивления получают омическое сопротивление повреждения. Этот метод исключает ошибки, связанные с наличием емкостного сопротивления статора относительно земли и обеспечивает высокую чувствительность. Точность измерения увеличивается также с использованием при расчете сопротивления средних значений тока и напряжения, получаемых в течение нескольких циклов работы.

Эта модель расчета принимает во внимание переходное сопротивление  $R_{PS}$ , которое может присутствовать в трансформаторе в нейтрали, заземляющем трансформаторе или трансформаторе напряжения. Другие причины возникновения ошибок учтены в величине угловой погрешности.

В дополнение к определению сопротивления земли, существует ступень тока на землю, которая использует среднеквадратическое значение тока и, таким образом, учитывает все компоненты частоты. Ступень используется в качестве резервной и охватывает приблизительно 80 - 90% зоны защиты.

Модуль контроля цепей проверяет наличие напряжения и тока 20 Гц и обнаруживает, оценивая из значения, любой сбой в работе генератора 20 Гц или его цепей подключения. В случае сбоя блокируется процесс определения сопротивления. Ступень тока на землю остается активной.

## Логические принципы

На следующем рисунке представлена логическая схема работы функции. Она состоит из:

- контроля цепей подключения напряжения и тока 20 Гц,
- расчета сопротивления и пороговой величины пуска,
- независимой ступени измерения тока.

Функция защиты содержит сигнальную ступень и ступень отключения. Обе из них могут иметь выдержку времени срабатывания. Процедура обнаружения тока повреждения на землю относится только к ступени отключения. Процедура оценки сопротивления земли блокируется при частоте от 10 до 40 Гц, т.к. при таких частотах напряжение нулевой последовательности может генерироваться при пуске и останове генераторов. При этом оно может быть наложено на приложенное напряжение 20 Гц, что приведет к ошибкам в измерениях и избыточному функционированию защиты.

Функция измерения сопротивления активна на частотах ниже 10 Гц (т.е. при останове) и выше 40 Гц. Модуль измерения аварийного тока активен на всем диапазоне частот.

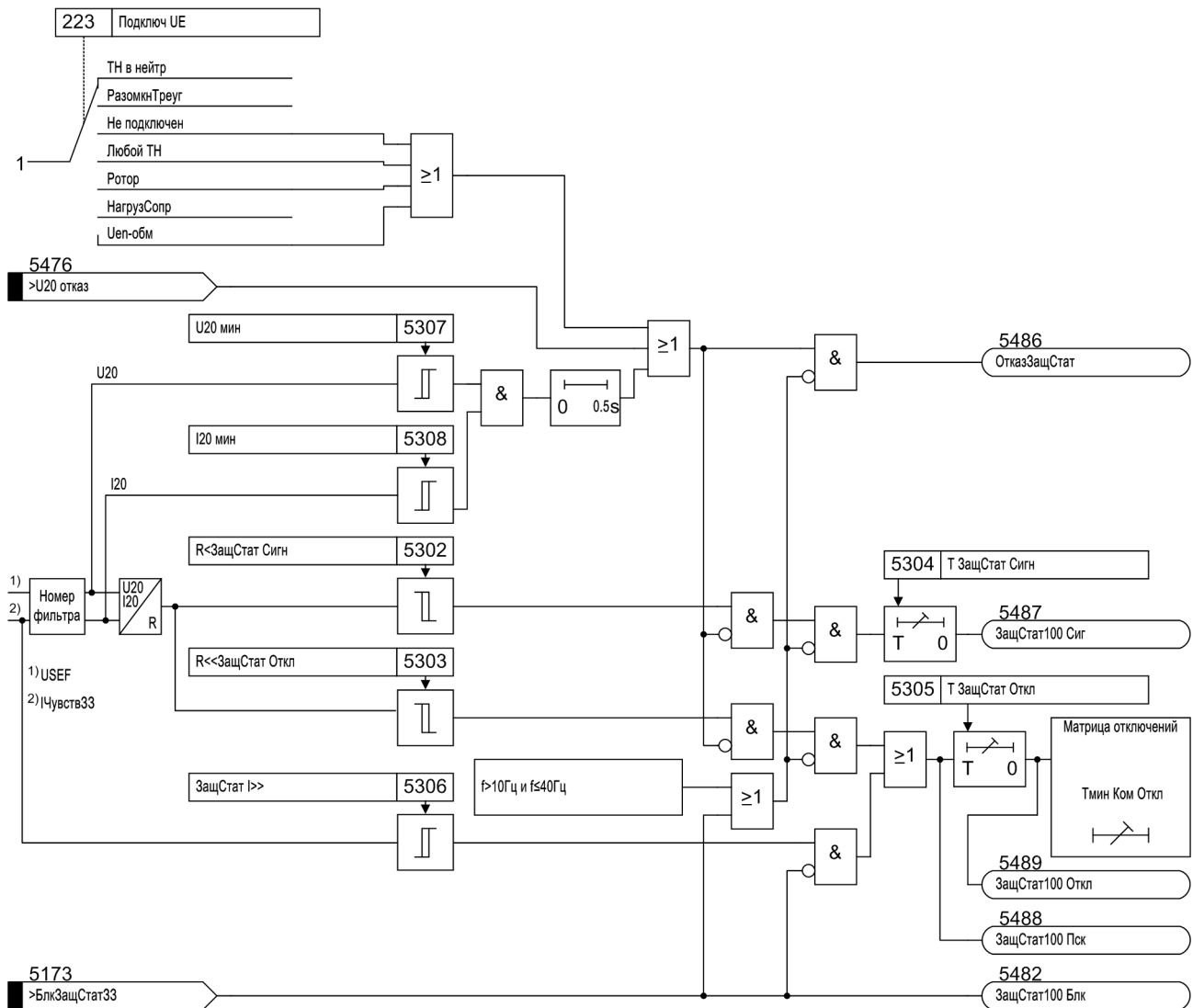


Рисунок 2-96 Логическая схема работы функции 100% защиты статора от замыканий на землю

### 2.31.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция 100% защиты статора от замыканий на землю будет находиться в рабочем состоянии только в том случае, если по адресу **153 100% ЗащСтат33** в процессе конфигурирования устройства введено значение **Введено**.

Кроме того, для этой функции в Данных энергосистемы 1 необходимо ввести следующие уставки:

- адрес **275: Коэфф R ЗащСтат**; задает коэффициент трансформации сопротивления (см. заголовок "Сопротивления повреждений")
- по адресу **223 Подключ UE** необходимо ввести **НагрузСопр**. Напряжение 20 Гц в этом случае измеряется на входе  $U_E$ , а напряжение смещения для функции защиты статора от замыканий на землю рассчитывается из напряжений "фаза-земля". Если функцией защиты статора от замыканий на землю используется измеренное напряжение, введите здесь **ТН в нейтр** или **РазомкнТреуг**.

Адрес **5301 100% ЗащСтат33** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Сопротивления повреждений

Окончательные значения уставок определяются в процессе первичных испытаний (см. Раздел 3 Подраздел „Пуско-наладка“).

Обратите внимание на то, что устройство защиты рассчитывает сопротивление земли из вторичных величин USEF и ISEF, которые присутствуют на контактах устройства. Соотношение между этими расчетными величинами и действительным (первичным) сопротивлением статора определяется коэффициентом трансформации заземляющего трансформатора и трансформатора в нейтрали. Для общего случая справедлива следующая формула:

$$R_{E\text{втор}} = \frac{1}{N_{\text{Трансф}}^2} \cdot \frac{N_{\text{Мин ТТ}}}{N_{\text{Делит}}} \cdot R_{E\text{перв}}$$

где:

$R_{E\text{втор}}$	Сопротивление земли, приведенное к стороне устройства
$R_{E\text{перв}}$	Первичное сопротивление земли обмотки статора (= сопротивлению повреждения)
$U_{\text{трансф}}$	Коэффициент трансформации заземляющего трансформатора или трансформатора в нейтрали
	Заземляющий трансформатор (основная трансформация, деленная на 3):
	$N_{\text{трансф}} = N_{\text{заземл.трансф}} = \frac{1 \cdot \frac{U_{\text{ном.перв}}}{\sqrt{3}}}{\frac{U_{\text{ном.втор}}}{3}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{U_{\text{ном.перв}}}{\frac{500\text{ В}}{3}}$
$N_{\text{мин ТТ}}$	Нейтральный трансформатор:
	$N_{\text{трансф}} = N_{\text{нейтр.трансф}} = \frac{U_{\text{ном.перв}}}{\frac{\sqrt{3}}{U_{\text{ном.втор}}}}$
$N_{\text{Делит}}$	Коэффициент деления делителя напряжения

Коэффициент приведения для сопротивления земли **Коэфф R ЗащСтат** вводят по адресу **275** в разделе Данные энергосистемы 1. Общая формула расчета ( $R_{\text{зем\_перв}} / R_{\text{зем\_втор}}$ ) такова:

$$\text{Коэфф R SEF} = N_{\text{трансф}}^2 \cdot \frac{N_{\text{делит}}}{N_{\text{мин ТТ}}}$$

Эта формула справедлива только для практически идеальных заземляющих трансформаторов или трансформаторов в нейтрали. Если это необходимо, в качестве **Коэфф R ЗащСтат** может быть введен результат измерений при первичных испытаниях. Для этого введенное сопротивление повреждения (степень отключения) относят к измеренному вторичному сопротивлению повреждения.

Сопротивление при первичном тесте должно находиться в пределах 1-2 кΩ для степени отключения и приблизительно в пределах 3-8 кΩ для сигнальной степени. Значения по умолчанию выдержек времени обычно используются неизменными.

Пример:

Заземляющий трансформатор	$b_{\text{трансф}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{10 \text{ кВ}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{500 \text{ В}}{3}$	
Нагрузочное сопротивление	$R_L$	10 $\Omega$ (10 А длительно, 50 А в течение 20 с)
Делитель напряжения	$N_{\text{делит}}$	500 В / 200 В
Миниатюрный трансформатор тока	$N_{\text{мин ТТ}}$	200 А/5 А

Коэффициент трансформации миниатюрного трансформатора тока 400 А:5 А должен быть разделен пополам - 200А:5 А при двойном проходе через первичный проводник.

Для **Коэфф R ЗащСтат** получаем:

$$\text{Коэфф R SEF} = \frac{\left(\frac{10\,000 \text{ В}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{500 \text{ В}}\right)^2}{9} \cdot \frac{500/200}{200/5} = 8.33$$

Если сопротивление повреждения со стороны генератора 1000  $\Omega$  принимается для ступени отключения  $R \ll$ , величина сопротивления  **$R \ll \text{ЗащСтат Откл} = 1000 \Omega / 8.33 = 120 \Omega$**  вводится по адресу **5303**. Для сигнальной ступени первичное сопротивление, равное 3 к $\Omega$ , дает значение уставки  **$R \ll \text{ЗащСтат Сигн} = 360 \Omega$** .

### Ступень тока на землю

Ступень тока на землю располагает резервной функцией защиты. Она настроена на охват приблизительно 80% защитной зоны. Нормированная по максимальному вторичному аварийному току, величина пуска задается приблизительно на 20%, а значение уставки рассчитывается следующим образом:

$$\text{SEF } 100 \text{ I} >> = 0.2 \cdot \frac{U_{\text{НОМ ВТОР}}}{R_L} \cdot \frac{1}{N_{\text{Мин ТТ}}} = 0.2 \cdot \frac{500 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} \cdot \frac{5 \text{ А}}{200 \text{ А}} = 0.25 \text{ А}$$

Выдержка времени **T ЗащСтат Откл** (адрес **5305**), которая относится к ступени аварийного тока на землю, должна быть меньше чем допустимое время нагрузочного трансформатора (в этом примере - 50 А в течение 20 с). Необходимо учитывать также нагрузочную способность заземляющего трансформатора, если она меньше нагрузочной способности нагрузочного сопротивления.

### Процедуры контроля

По адресам **5307** и **5308** вводятся пороговые величины контроля **U20 мин** и **I20 мин**. Если напряжение 20 Гц падает ниже величины пуска без роста величины тока 20 Гц, тогда должен существовать сбой цепи напряжения 20 Гц. В большинстве случаев можно оставить значения уставок по умолчанию. Для случаев, когда нагрузочное сопротивление ниже 1  $\Omega$ , величина уставки **U20 мин** должна быть снижена до 0.5 В. Порог тока **I20 мин** можно оставить равным 10 мА.



### Угол коррекции, переходное сопротивление

Параметр  $\phi I$  **ЗащСтат 33** (уставка по умолчанию) по адресу **5309** используется для компенсации угловых погрешностей трансформаторов тока и искажений величины, вызванных неидеальностью заземляющего или нейтрального трансформатора. Правильное значение этой уставки определяется только при первичных испытаниях. Для величины отключения должна быть сделана корректировка.

то же самое справедливо и для переходного сопротивления заземляющего или нейтрального трансформатора. Дополнительный параметр можно ввести при помощи DIGSI (невозможно при местном управлении). Как правило это сопротивление ничтожно мало. По этой причине по адресу **5310** **ЗащСтат Rps** оставляют значение по умолчанию. Однако, если напряжение 20 Гц подается на нагрузочное сопротивление первичной стороны, переходным сопротивлением трансформатора напряжения пренебрегать нельзя.

На больших участках сети, где имеется выключатель генератора, где существует дополнительное нагрузочное оборудование на низковольтной стороне блочного трансформатора для снижения влияния нулевого напряжения, когда выключатель генератора будет отключен. Источник напряжения 20 Гц подключается через нейтральный трансформатор на нейтрали генератора. При включенном выключателе генератора защита измеряет нагрузочное сопротивление со стороны трансформатора, которое можно ошибочно принять за сопротивление земли. Дополнительный параметр по адресу **5311** позволяет ввести это дополнительное нагрузочное сопротивление. Уставка по умолчанию для этого параметра **Rпарал нагр** =  $\infty$ . При этом предполагается, что нет дополнительных нагрузочных сопротивлений.

### Функция 100% защиты статора от замыканий на землю при наличии первичного нагрузочного сопротивления

В некоторых энергосистемах с генераторами, работающими в блоке генератор-трансформатор, имеется нагрузочное сопротивление, установленное непосредственно на нейтрали генератора для снижения помех. На следующем рисунке изображено присоединение генератора напряжения 20 Гц, устройства полосового фильтра и устройства защиты. Напряжение 20 Гц подается на нейтраль генератора через мощный трансформатор напряжения и сбрасывается на первичном нагрузочном резисторе. При наличии замыкания на землю ток замыкания на землю протекает через нейтраль трансформатора тока. Функция защиты обнаруживает и обрабатывает этот ток в дополнение к напряжению 20 Гц.

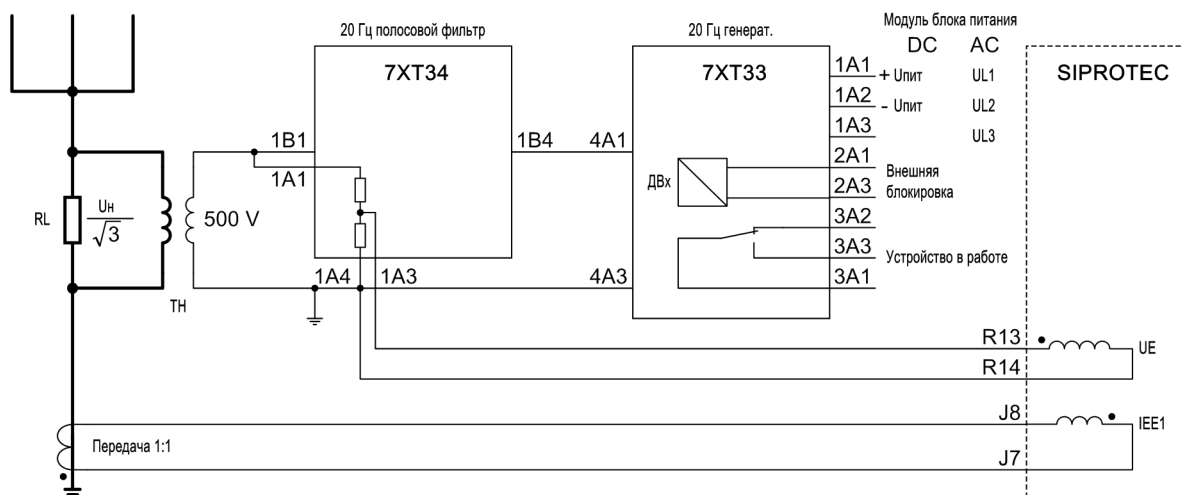


Рисунок 2-97 Подключение функции 100% защиты статора от замыканий на землю к первичному нагрузочному сопротивлению

**Двухполюсный изолированный трансформатор напряжения** должен использоваться с низким первичным / вторичным полным сопротивлением. Это применимо для частоты 20 Гц.

Первичное напряжение:	$U_{H \text{ ген}} / \sqrt{3}$ (не насыщается до $U_{H \text{ ген}}$ )
Вторичное напряжение:	500 В
Мощность в течение 20 с (50 Гц или 60 Гц)	3 кВА
Первичное-вторичное полное сопротивление при 20 Гц	$Z_{ps} < R_L$ (но как минимум $< 1000 \Omega$ ).
Некоторые производители:	Ritz Messwandlerbau Salomon-Heine Weg 72 D-20251 Hamburg (№ телефона +49 (0) 40511123 333)

Т.к. коэффициент трансформации составляет 1:1, необходимо выбрать трансформатор тока с максимальным количеством ампер-витков обмоток.

Трансформатор тока устанавливается непосредственно на нейтраль со стороны земли ниже нагрузочного сопротивления.

Тип: 5P10 или 5P15 (или 1FS10)

Номинальный вторичный ток: 1 А

Коэффициент трансформации: 1 (1А/1А)

В процессе первичных испытаний должны быть определены и введены в устройство угол коррекции (адрес **5309 φI ЗащСтат 33**) и омическое переходное сопротивление трансформатора напряжения (адрес **5310 ЗащСтат Rps**).

Коэффициент приведения для сопротивления (первичное-вторичное и наоборот) составит:

$$\text{Коефф RЗащСтат} = \frac{N_{TH} \cdot N_{\text{делителя}}}{N_{TT}}$$

Пример:

Первичное нагрузочное сопротивление:  $R_L = 1250 \Omega$

Трансформатор напряжения:  $10.5 \text{ кВ} / \sqrt{3} / 500 \text{ В}$

Омический делитель:  $1650 \Omega / 660 \Omega$  (5:2)

Трансформатор тока: 1 А/1 А

$$\text{Коефф R ЗащСтат} = \frac{\frac{10.5 \text{ кВ}}{\sqrt{3} \cdot 500 \text{ В}} \cdot \frac{5}{2}}{\frac{1 \text{ А}}{1 \text{ А}}} = 30.3$$

**Примечание**



Из-за наличия переходного сопротивления  $R_{ps}$ , идеального коэффициента трансформации трансформатора напряжения не будет. По этой причине могут возникнуть большие отклонения величины **Коефф R ЗащСтат** от расчетного значения. Рекомендуется измерять коэффициент трансформации при подаче напряжения 20 Гц в режиме останова машины. Вводить в устройство необходимо это измеренное значение.

Степень отключения: первичное 2 кΩ, вторичное 66 Ω

Сигнальная степень: первичное 5 кΩ, вторичное 165 Ω

$$\text{Степень тока } \text{ЗащСтат } I >> = 0.1 \cdot \frac{U_{N, \text{Генератора}}}{R_L \cdot N_{CT}} = 0.1 \cdot \frac{10.5 \text{ кВ}}{1250 \Omega \cdot 1 \text{ A} / 1 \text{ A}} \approx 500 \text{ мА}$$

### 2.31.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5301	100% ЗащСтат33	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	100%защита статора от замыканий на землю
5302	R<ЗащСтат Сигн	20 .. 700 Ом	100 Ом	Вел.Пуск сигнализ.ступени R<ЗащСтат 33
5303	R<<ЗащСтат Откл	20 .. 700 Ом	20 Ом	Вел.Пуск отключ.ступени R<ЗащСтат 33
5304	T ЗащСтат Сигн	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выд.врем.сигнализ.ступени R<ЗащСтат 33
5305	T ЗащСтат Откл	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выд.врем.отключ.ступени R<ЗащСтат 33
5306	ЗащСтат I>>	0.02 .. 1.50 А	0.40 А	Вел.Пуск ступени ЗащСтат33 I>>
5307	U20 мин	0.3 .. 15.0 В	1.0 В	Пускблוקир.знач.20 Гц для ЗащПонижНапр
5308	I20 мин	5 .. 40 мА	10 мА	Пускблוקир.знач.20 Гц для ЗащПонижТок
5309	φI ЗащСтат 33	-60 .. 60 °	0 °	Поправочный угол для I 100%ЗащСтат33
5310A	ЗащСтат Rps	0.0 .. 700.0 Ом	0.0 Ом	Сопротивление Rps
5311A	Rпарал нагр	20 .. 700 Ом; ∞	∞ Ом	Активное сопрот. параллельной нагрузки

### 2.31.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5473	>БЛК ЗащСтатЗем	SP	>Блокир. Защ.статора от замык на земл
5476	>U20 отказ	SP	>Отказ 20Гц напряж.смещ(ЗащСтатЗем)
5481	ЗащСтат100 Выв	OUT	Защ.стат.от зам.на зем 100% вывод

<b>№</b>	<b>Сообщение</b>	<b>Тип сообщения</b>	<b>Комментарии</b>
5482	ЗащСтат100 Блк	OUT	Защ.стат.от зам.на зем 100% заблок
5483	ЗащСтат100 акт	OUT	Защ.стат.от зам.на зем 100% активн
5486	ОтказЗащСтат	OUT	Отказ защ.статора от зам.на зем
5487	ЗащСтат100 Сиг	OUT	Защ.статора от зам.на зем:сигн.ступ
5488	ЗащСтат100 Пск	OUT	Защ.статора от зам.на зем:срабат
5489	ЗащСтат100 Откл	OUT	Защ.статора от зам.на зем:отключ

## 2.32 Чувствительная МТЗ-В от замык. на землю

Чувствительная МТЗ-В от замыкания на землю устройства 7UM62 обладает большей гибкостью и может использоваться в следующих случаях.

### Области применения

- Контроль тока замыкания на землю для обнаружения повреждения (статора генератора, контактного вывода, трансформатора).
- Измерение 3-ей гармоники тока замыкания на землю для обнаружения замыкания на землю вблизи нейтрали генератора.
- Предполагается подключение ко вторичной цепи трансформатора в нейтрали.
- Защита от сопротивлений нагрузки при помощи контроля однофазного тока.
- Защита от подшипниковых токов генератора с целью их обнаружения и предотвращения повреждения подшипников генератора. Используется в основном на гидро-электро генераторах.

### 2.32.1 Описание функции

#### Общие положения

Чувствительная МТЗ-В от замыкания на землю использует или аппаратный вход  $I_{ee1}$ , или  $I_{ee2}$ . Эти входы сконструированы таким образом, что они отсекают токи выше 1.6 А (термический предел, см. Технические данные). Это нужно учитывать при применении устройства или при выборе трансформаторов тока.

#### Применение функции для защиты от подшипниковых токов генератора (защита от повреждения подшипников)

Поскольку большинство упомянутых выше вариантов применения защиты достаточно просты, сосредоточим внимание на применении функции для защиты от подшипниковых токов. Функция представляет особый интерес для использования на гидро-электро генераторах. Из-за особенностей конструкции гидро-электро генераторы имеют относительно длинные валы. Вал соединен с землей в одной точке через колесо турбины и воду. В генераторах с круглым ротором вал заземлен в одной точке через заземляющую щетку. По ряду причин, а именно, из-за трения, магнитных полей генераторов и т.д., может возникнуть напряжение на вале, который будет работать как источник напряжения (электродвижущая сила - ЭДС). Это напряжение содержит гармоники с наиболее сильной третьей. Это индуцированное напряжение также зависит от нагрузки, системы и машины. Величина индуцированного напряжения может находиться в пределах 0.5 - 2 В для генераторов с круглым ротором и 10 - 30 В в гидро-электро генераторах. Обнаружение его возможно только при работе генератора.

Если масляная пленка смазки подшипника слишком тонка, может произойти его поломка. Т.к. корпус подшипника заземлен, электрическая цепь не будет замкнутой. Из-за низкого сопротивления (вала, подшипников и земли) могут возникать значительные токи, приводящие к разрушению подшипников. Как показывает практика последнего времени, токи величиной выше 1 А являются критическими для целостности подшипников. Поскольку повреждены могут быть различные подшипники, ток нельзя измерить на каждом из них, но при помощи специального трансформатора можно определить ток на входе вала. Для этого используется навесной трансформатор, который монтируется вокруг вала.

Основной принцип применения функции для защиты валов показан на рисунке 2-98. Трансформатор тока вала здесь подключается к выбранному чувствительному токовому

входу ( $I_{ee1}$  или  $I_{ee2}$ ). Если ток на валу превысит определенное значение, генератор необходимо остановить.

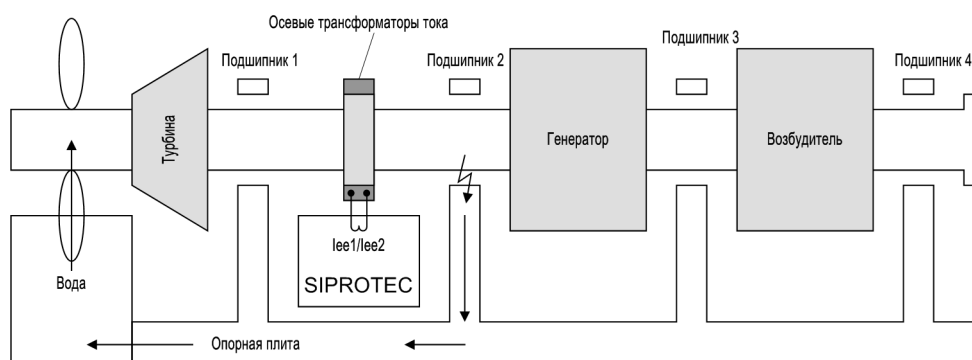


Рисунок 2-98 Подключение трансформатора тока вала (возможное направление тока при повреждении)

Трансформатор тока вала нужно приобретать отдельно у производителей трансформаторов, или при замене устройства защиты можно использовать существующий трансформатор тока вала. Диаметр трансформатора зависит от диаметра вала и может достигать 2 метров. Количество витков вторичной обмотки при изменении диаметра меняется незначительно. Такие трансформаторы могут иметь от 400 до 1000 витков. Для трансформаторов с меньшим количеством витков (например, 600) нужно проверять, дают ли они достаточно высокий измеренный ток.

Трансформаторы тока вала также имеют тестовую обмотку, обычно с 4 витками. Это дает возможность приложить тестовый ток для проверки целостности схемы. К примеру на рисунке 2-99 показаны соединительные клеммы S1-S2: измерительное присоединение (400 мотков) и A-B: проверочное присоединение (400 мотков)

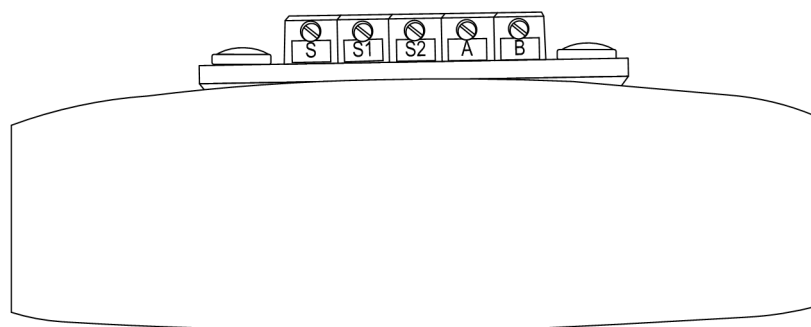


Рисунок 2-99 Контакты трансформатора тока вала

### Метод измерения

С целью сохранить гибкость конфигурации для обработки чувствительного тока на землю используются различные методы измерения. Уставки защиты определяют используемый метод. В алгоритмических терминах это означает, что параметры фильтра с конечной импульсной характеристикой должны быть модифицированы. Для увеличения чувствительности сознательно используется широкая полоса пропускания фильтра.

Присутствуют следующие опции фильтра:

Фильтрация	Применение
основной гармоники (50 Гц или 60 Гц)	- Защиты от обычного тока замыкания на землю - Защита от подшипниковых токов если доминирует основная гармоника
3-ей гармоники (150 Гц или 180 Гц)	- Контроль тока замыкания на землю в нейтрали генератора для обнаружения КЗ вблизи нейтрали (если необходимо - использование дополнительных логических схем CFC). - Защита от подшипниковых токов если доминирует 3-я гармоника
Основной гармоники и 3-ей гармоники	- Защита от подшипниковых токов, если доминируют и основная гармоника, и 3-я гармоника

### Логические принципы

На рисунке 2-100 представлена логическая схема. В соответствии с выбранным методом измерения, измеренная величина передается на логику обработки пороговых величин. В зависимости от конфигурации, можно вести контроль по более высокому или низкому пороговому значению. Во избежание последовательных ошибочных пусков, вводится время возврата. Это время удерживания. Таймер также дает возможность задержать сигнал отключения. При значении, равном 0, ступень IEE-B< считается выведенной.

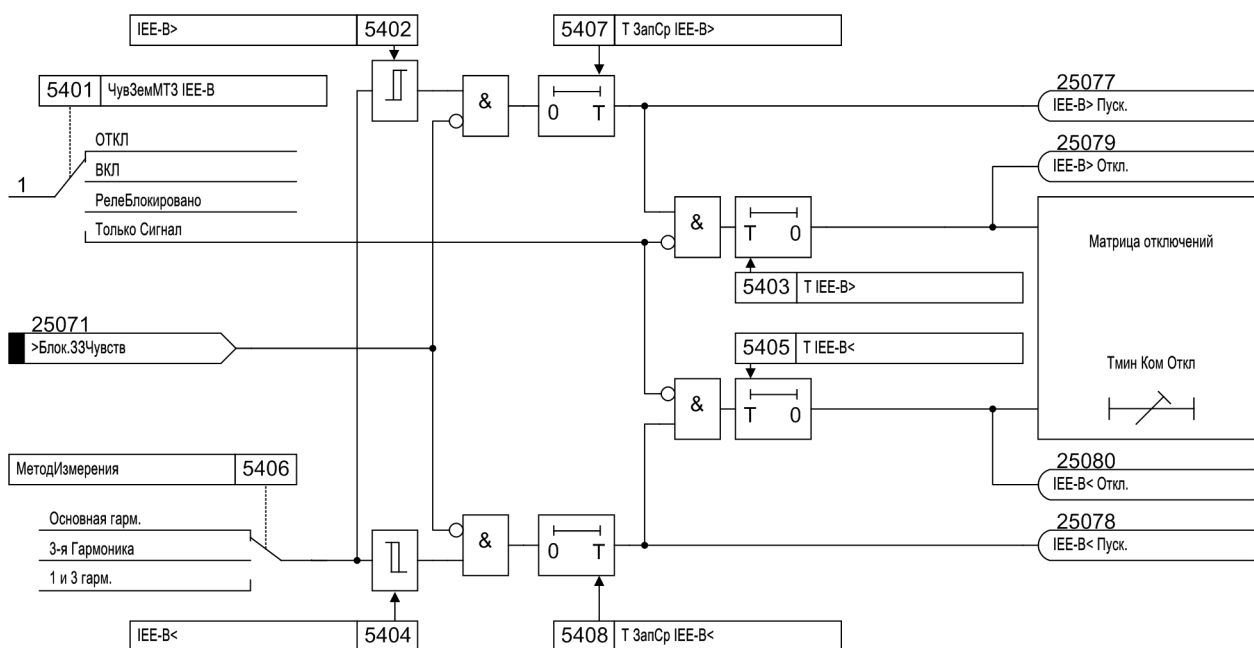


Рисунок 2-100 Логическая схема чувствительной МТЗ-В от замыкания на землю

## 2.32.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Чувствительная МТЗ-В от замыкания на землю будет доступна и будет действовать только в том случае, если при конфигурировании устройства было введено **c lee1** или **c lee2** по адресу **154 ЧувЗемМТЗ IEE-B**.

Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**.

Адрес **5401 ЧувЗемМТЗ IEE-B** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее отключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

Кроме того, можно ввести **Только Сигнал**, т.е. эти ступени будут работать и выдавать сигналы, но не сформируют ни одной команды отключения.

### Применение функции в качестве защиты от подшипниковых токов

Определение правильных значений уставок возможно только при проведении первичных испытаний. Регистрация повреждений при помощи графического пакета SIGRA начинается при пуске генератора и определении содержания гармоник. В зависимости от фактического содержания гармоник, приемлемый метод измерения задают по адресу **5406 МетодИзмерения**. Можно выбрать **Основная гарм.**, **3-я Гармоника** или **1 и 3 гарм.**. Как только уставки будут введены, из измеренных величин будет считана величина тока замыкания на землю при пуске генератора под нагрузкой и определено значение уставки с учетом коэффициента запаса, равного от 1.5 до 2 (см. также описание первичных проверок).

Предварительную уставку нужно выбрать так, чтобы она привела к пуску функции защиты при токах повреждения от 0.5 А до 1 А. Если у трансформатора тока вала имеется в наличии 600 витков обмотки, Это даст величину пуска, равную 1 мА (эквивалентно 0.6 А первичного).

Для гарантии выдачи функцией команды отключения в случае нескольких последовательных повреждений режим пуска функции задают по адресу **5407 Т ЗапСр IEE-B>** (возможно только с использованием пакета DIGSI). Значение этой уставки, равное 0.5 с, вполне приемлемо. Выдержка времени отключения выбирается равной 3 с и задается по адресу **5403 Т IEE-B>**.

## 2.32.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5401	ЧувЗемМТЗ IEE-B	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано Только Сигнал	ОТКЛ	Чувствительная МТЗ В
5402	IEE-B>	0.3 .. 1000.0 мА	5.0 мА	Пуск IEE-B>
5403	Т IEE-B>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени для IEE-B>
5404	IEE-B<	0.3 .. 500.0 мА; 0	0.0 мА	Уставка IEE-B<
5405	Т IEE-B<	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдержка времени для IEE-B<
5406	МетодИзмерения	Основная гарм. 3-я Гармоника 1 и 3 гарм.	Основная гарм.	Выбор метода измерения



Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5407A	T ЗапСр IEE-B>	0.00 .. 60.00 сек	0.00 сек	Время удерживания срабатывания IEE-B>
5408A	T ЗапСр IEE-B<	0.00 .. 60.00 сек	0.00 сек	Время удерживания срабатывания IEE-B<

### 2.32.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
25071	>Блок.3ЗЧувств	SP	>Блокировать чувст.защ.от зам.на землю В
25072	IEE-B Вывед.	OUT	Ток.защ.нул.послед. В выведена
25073	IEE-B Блок.	OUT	Ток.защ.нул.послед. В блокирована
25074	IEE-B Введ.	OUT	Ток.защ.нул.послед. В введена
25077	IEE-B> Пуск.	OUT	Пуск ступени IEE-B>
25078	IEE-B< Пуск.	OUT	Пуск ступени IEE-B<
25079	IEE-B> Откл.	OUT	Отключение от ступени IEE-B>
25080	IEE-B< Откл.	OUT	Отключение от ступени IEE-B<

## 2.33 Защита от витковых КЗ

Функция защиты от витковых КЗ обнаруживает замыкания между витками обмотки генератора (фазы). В таких случаях могут возникать относительно высокие циркулирующие токи, которые протекают в коротко замкнутых обмотках и могут вызвать повреждение обмотки и статора. Данная функция защиты характеризуется высокой чувствительностью.

Генераторы в целом конструируют таким образом, чтобы избежать возникновения витковых КЗ.

Генераторы же с отдельной обмоткой статора (например, большие гидро-электро генераторы) более подвержены таким повреждениям. В таких случаях используются поперечная дифференциальная защита или защита по току нулевой последовательности.

### 2.33.1 Описание функции

#### Основной принцип работы

На рисунке 2-101 представлен основной принцип проведения измерений. Напряжение смещения снимается с подключенной разомкнутым треугольником обмотки при помощи 3 2-фазных изолированных трансформаторов напряжения. Чтобы нейтрали изолированных трансформаторов напряжения были нечувствительны к повреждениям на землю, их нужно подключить к нейтрали генератора при помощи высоковольтного кабеля. Нейтраль трансформатора напряжения не должна быть заземлена, т.к. это потребует также заземления нейтрали генератора, иначе каждое повреждение будет вызывать однофазное замыкание на землю.

В случае виткового повреждения напряжение поврежденной фазы упадет, вызвав появление напряжения смещения, которое обнаруживается на подключенной разомкнутым треугольником обмотке. Чувствительность при этом ограничивается скорее асимметриями обмоток, чем устройством защиты.

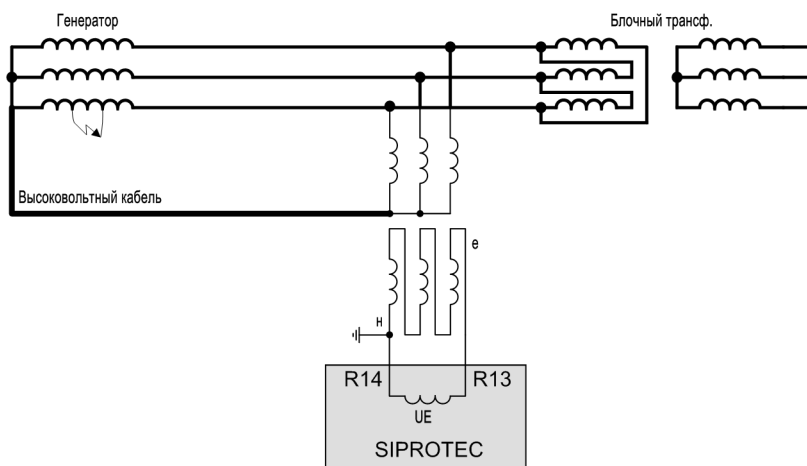


Рисунок 2-101 Стандартная схема подключения функции защиты от витковых КЗ

На рисунке 2-102 дан альтернативный пример подключения функции с ограничением чувствительности. Нагрузочное сопротивление расположено на нейтрали генератора, а напряжение смещения измеряется при помощи трансформатора напряжения. Этот трансформатор напряжения также используется защитой статора от замыканий на землю.

Трансформатор напряжения на исходящей стороне заземлен и имеет дополнительную подключенную разомкнутым треугольником обмотку. Преимущество схемы с рисунка 2-102 в том, что напряжение смещения здесь становится равным 0 на измерительном входе функции защиты от витковых КЗ в случае возникновения замыкания на землю. В случае виткового повреждения напряжение смещения возникает только на подключенной разомкнутым треугольником обмотке, которая разомкнута относительно исходящей стороны.

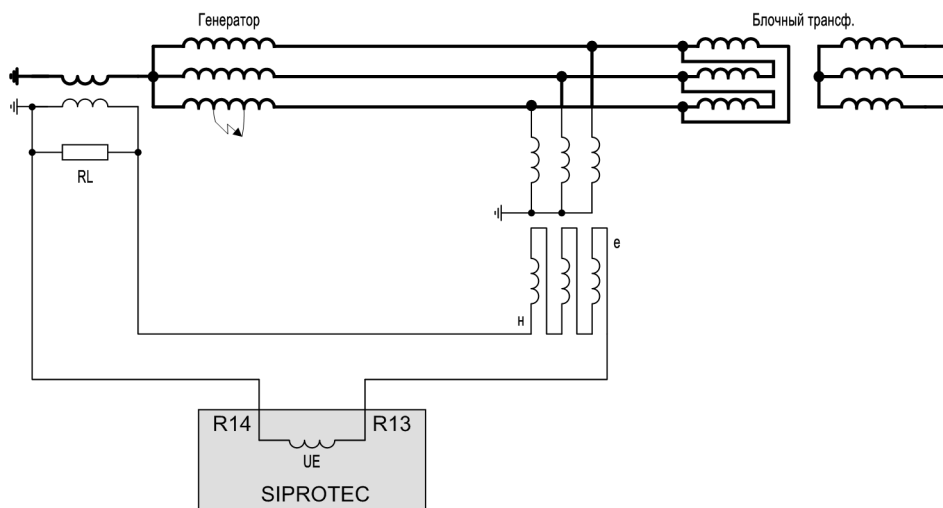


Рисунок 2-102 Альтернативная схема подключения функции защиты от витковых КЗ

Широкий диапазон уставок дает возможность функции защиты использоваться в качестве одноступенчатой, однофазной защиты от повышения напряжения.

### Метод измерения

Вход напряжения  $U_E$  устройства защиты подключают так, как указано на рисунке 2-101 или 2-102. КИХ-фильтр определяет основную составляющую напряжения на основе полученного напряжения смещения. Выбор соответствующей полосы пропускания позволяет увеличить чувствительность по отношению к высокочастотным колебаниям и ограничить влияние 3-ей гармоники при достижении чувствительности измерений.

### Логические принципы

На рисунке 2-103 представлена логическая схема. Измеренная величина основной составляющей передается на логику обработки пороговых величин. При превышении порогового значения передается сообщение о пуске защиты и запускается таймер выдержки времени. Команда отключения передается по истечении этого времени.

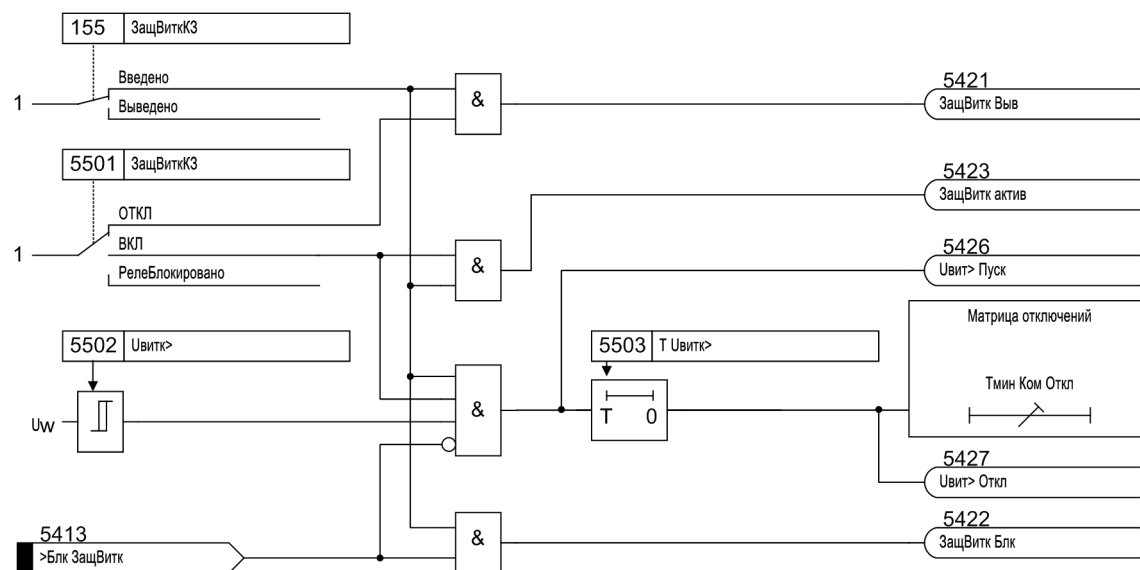


Рисунок 2-103 Логическая схема работы функции защиты от витковых КЗ

### 2.33.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция защиты от витковых КЗ будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **155 ЗащВиткКЗ** было введено значение **Введено**.

Также при задании Данных энергосистемы 1 должно быть определено, что вход  $U_E$  используется для данной функции. Уставку можно ввести по адресу **223 Подключ UE = Uen-обм**. Для коэффициента  $U_E$  (адрес **224**) вводят отношение напряжения "фаза-земля" к напряжению на подключенной разомкнутым треугольником обмотке (вход  $U_E$ ), см. раздел 2.5.

Адрес **5501 ЗащВиткКЗ** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

#### Величина пуска

Желательно, чтобы функция защиты имела высокую чувствительность для обнаружения КЗ в той стадии, когда оно затронуло всего несколько витков. С другой стороны, слишком чувствительная величина пуска не должна вызывать избыточное функционирование защиты. Поэтому уставка по умолчанию равняется 2% от максимально возможного значения напряжения смещения, т.е. при величине этого напряжения, равной 100 В, величина уставки пуска составит 2 В.

Окончательное значение уставки определяется при первичных испытаниях. Необходимо исключить возможность срабатывания защиты при отсутствии виткового КЗ! Функция защиты не должна ошибочно срабатывать при возникновении помех, вызванных асимметриями в обмотках статора. Это становится очевидным особенно в случае двух фазного КЗ при формировании значения напряжения смещения. Тесты на повреждения необходимо проводить таким образом, чтобы выявить ошибочно определяемое напряжение смещения. Таким образом определяют диапазон действия защиты. Значение уставки выбирают так, чтобы защита срабатывала и при витковом КЗ, возникшем в условиях возбуждения без нагрузки. Значение уставки выбирают так, чтобы обнаружить КЗ, затронувшее всего 1 виток.

Для чувствительной уставки коэффициент возврата нужно также слегка уменьшить. Уставка по умолчанию равна 80% (см. адрес **5504 КоэффВозвр**).

### Выдержки времени

Введение выдержек времени для защитных функций снижает риск их избыточного функционирования. Но если выдержка слишком велика, существует опасность того, что соответствующая обмотка / сердечник статора будут значительно повреждены. Поэтому для установки по умолчанию выдержки времени выбрано значение 0,50 с (см. адрес **5503 Т Увитк>**).

### 2.33.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5501	ЗащВиткКЗ	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от витковых замыканий
5502	Увитк>	0.3 .. 130.0 В	2.0 В	Уставка Увитк>
5503	Т Увитк>	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка ком.отключения для Увитк>
5504	КозффВозвр	50 .. 95 %	80 %	Козфф. возврата для Увитк>

### 2.33.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5413	>Блк ЗащВитк	SP	>Блокир.защ.от межвитковых замык.
5421	ЗащВитк Выв	OUT	Защ.от межвитк. замык.выведена
5422	ЗащВитк Блк	OUT	Защ.от межвитк. замык.заблокир.
5423	ЗащВитк актив	OUT	Защ.от межвитк. замык.активна
5426	Увит> Пуск	OUT	Защ.от межвитк. замык:обнаруж повр
5427	Увит> Откл	OUT	Защ.от межвитк. Замык:Отключ

## 2.34 Защита ротора от замыканий на землю

Функция защиты ротора от замыканий на землю используется для обнаружения замыкания на землю в цепях возбуждения синхронных машин. Замыкание на землю в обмотке ротора не вызывает немедленного повреждения; однако, при возникновении второго замыкания на землю возникает КЗ обмотки в цепи возбуждения. В результате магнитные небалансы могут привести к возникновению экстремально больших механических сил, которые могут разрушить машину.

### 2.34.1 Описание функции

#### Метод измерения

Защита ротора от замыканий на землю в устройстве 7UM62 использует внешнее вспомогательное напряжение системной частоты приблизительно 36 - 45 В переменного тока, которое может поступать, например, с трансформаторов напряжения через блок связи 7XR6100-0\*A00. Это напряжение симметрично подключено к цепи возбуждения и одновременно - к измерительному входу  $U_E$  устройства, предназначенному для этих целей. Емкости  $C_K$  блока связи 7XR6100 защищены последовательно подключенными сопротивлениями  $R_{\text{послед}}$  и - в случае высокого содержания гармоник, ожидаемого в цепи возбуждения (например, при использовании тиристорных цепей возбуждения) - защищены дополнительным фильтровым реактором (пример подключения с распределением контактов содержится в приложении А.3).

Подключенное напряжение дает небольшой зарядный ток (обычно несколько мА), протекающий через блок связи, в зависимости от обстоятельств могут присутствовать сопротивление щётки и емкостное сопротивление цепи возбуждения относительно земли. Этот ток  $I_{RE}$  измеряется устройством защиты.

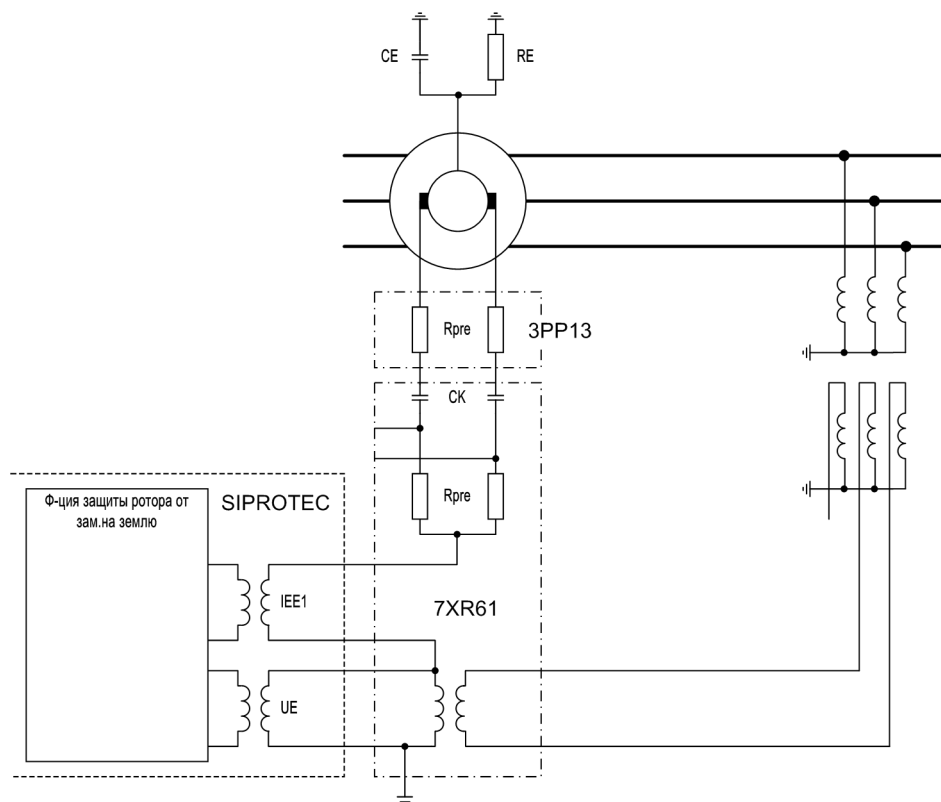


Рисунок 2-104 Определение сопротивления ротора относительно земли  $R_E$  (7XR61 – серия устройств для защиты ротора от повреждений на землю; 3PP13 – для напряжений возбуждения выше 150 В, при этом сопротивления в 7XR61 необходимо закоротить!)

Модуль расчета повреждений ротора на землю рассчитывает комплексное полное сопротивление относительно земли из величины вспомогательного напряжения переменного тока  $U_{RE}$  и тока  $I_{RE}$ . Затем рассчитывается сопротивление цепи возбуждения относительно земли  $R_E$  на основе значения полного сопротивления относительно земли. При этом принимаются во внимание переходная ёмкость блока связи  $C_K$ , сопротивление последовательных резисторов  $R_{послед}$ , включая сопротивление щетки, а также ёмкость относительно земли цепи возбуждения  $C_E$ . Этот метод гарантирует обнаружение повреждения даже в случае относительно высокоомных замыканий на землю (до 30 кΩ при идеальных условиях).

Для исключения влияния гармоник - которые появляются в полупроводниковом оборудовании возбуждения (тиристорах или вращающихся выпрямителях) - измеренные величины перед их обработкой подвергаются фильтрации.

Процедура контроля сопротивления относительно земли состоит из двух ступеней. Обычно при значении сопротивления ниже величины уставки первой ступени (например, от 5 кΩ до 10 кΩ) выдается соответствующий сигнал. Если величина сопротивления оказывается ниже величины уставки второй, низкоомной, ступени (например, от 2 кΩ до 5 кΩ), по истечении соответствующей выдержки времени будет выдана команда отключения. Пороговое значение возврата для обеих ступеней составляет 125% от величины уставки.



### Примечание

Функция защиты ротора от повреждений на землю для обнаружения напряжения  $U_{RE}$  использует вход  $U_E$  устройства. Тогда напряжение смещения для функции защиты статора от замыканий на землю  $U_0$  рассчитывается из напряжений "фаза-земля".

### Контроль измерительной цепи

Поскольку ток протекает даже при нормальном функционировании, а именно зарядный ток емкости относительно земли  $C_E$ , защита может обнаружить обрыв в измерительной цепи и сообщить об этом, поскольку емкостное сопротивление относительно земли составляет как минимум 0.15 мкФ.

### Стабилизация измерения сопротивления

Если измеренный ток  $I_{RE}$  превышает внутренне определенное ранее значение (100 мА), это расценивается как обнаружение низкоомного повреждения на землю ( $R_E \approx 0$ ) вне зависимости от величины расчетного сопротивления. Если величина этого тока падает ниже внутренней фиксированной величины 0.3 мА,  $R_E \rightarrow \infty$  обнаруживается вне зависимости от величины расчетного сопротивления.

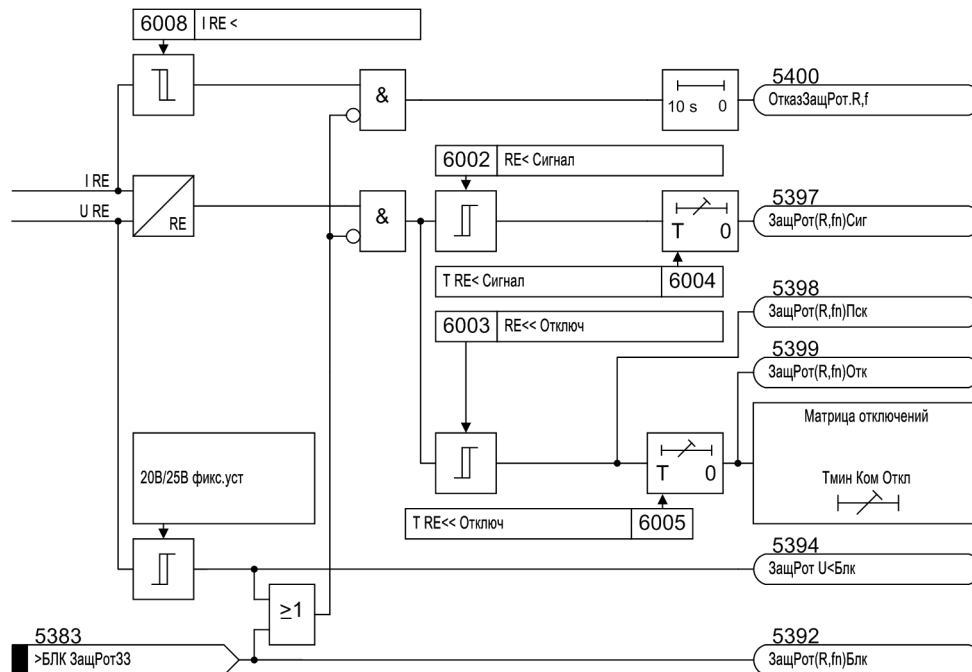


Рисунок 2-105 Логическая схема работы функции защиты ротора от замыканий на землю

## 2.34.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

функция защиты ротора от замыканий на землю будет доступна и будет действовать только в том случае если в процессе конфигурирования функций по адресу **160 ЗащРотЗамЗемл** было введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес



**6001 ЗащРот 33** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

Кроме того, соответственно по адресу **223 Подключ UE** нужно ввести **Ротор**. Если при этом напряжение  $U_{RE} = 0$  не выдается на дисплей и не оценивается, защита остается заблокированной.

### Величины для пуска

Поскольку устройство защиты рассчитывает омическое сопротивление ротора относительно земли из величин, зависящих от примененного напряжения смещения, пороговые величины сигнальной ступени (**6002 RE< Сигнал**) и ступени отключения (**6003 RE<< Отключ**) могут быть введены непосредственно как значения сопротивления. Значения уставок по умолчанию в большинстве случаев менять не нужно. Их можно изменить в зависимости от величины сопротивления изоляции и смазочно-охлаждающей эмульсии. Нужно быть особенно внимательными при выборе правильной разницы между величиной уставки и действующим сопротивлением изоляции.

### Выдержки времени

Выдержка времени сигнальной ступени **6004 T RE< Сигнал** обычно задается равной приблизительно 10 с, а для ступени отключения (адрес **6005 T RE<< Отключ**) приблизительно равной 0.5 с. Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) функции защиты.

### Данные для подключения цепи ротора

Значения уставок реактивного сопротивления связи **6006 X связи** и последовательного сопротивления **6007 Rпослед** дают возможность устройству защиты рассчитать сопротивление относительно земли  $R_E$  из комплексной эквивалентной схемы переходного емкостного сопротивления блока связи, последовательного (например, измерительной щетки) сопротивления, емкостное сопротивление цепи возбуждения относительно земли, и сопротивления цепи возбуждения относительно земли. Эквивалентная схема представлена на следующем рисунке.

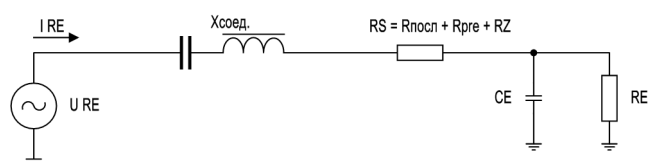


Рисунок 2-106 Эквивалентная измерительная цепь функции защиты ротора от повреждений на землю где

$U_{RE}$	напряжение смещения цепи ротора,
$I_{RE}$	аварийный ток на землю,
$X_{соед.}$	полное последовательное реактивное сопротивление цепи связи, включая емкостное и индуктивное сопротивление связи (если имеется),
$R_S$	полное последовательное сопротивление цепи связи, включая сопротивление щетки, защитное сопротивление (если имеется) и демпфирующее сопротивление (если имеется),
$C_E$	емкостное сопротивление ротора относительно земли,
$R_E$	сопротивление ротора относительно земли.

Последовательно подключенные сопротивления  $R_{\text{послед}}$  для защиты емкостей связи могут рассматриваться совместно с полным последовательным сопротивлением (адрес **6007**), поскольку сопротивление щетки и последовательное сопротивление подключены последовательно в измерительной цепи. Результирующее сопротивление относится к **Rпослед**, т.е. при параллельном подключении в каждой фазе последовательных сопротивлений  $R_{\text{послед}}$  и к сопротивлению двух щеток. Иным словами, реактивное сопротивление связи рассчитывается из подключенных параллельно двух конденсаторов связи  $C_K$ .

В некоторых случаях интегрированный в устройство 7XR6100 индуктор включается в цепь связи для уменьшения очень высокого содержания гармоник в напряжении возбуждения. При этом формируется, совместно с емкостным сопротивлением связи, полоса пропускания системной частоты. В таких случаях необходимо учитывать, что реактивное сопротивление не должно становиться меньше, чем  $-100 \Omega$  (нижний порог уставки **6006 X связи**).

### Коррекция угловой погрешности

Реактивное сопротивление связи и последовательное сопротивление могут быть измерены самим устройством защиты во время его пуско-наладки (см. Подраздел 3.3 Раздела „Монтаж и ввод в эксплуатацию“). Может быть полезно компенсировать угловую погрешность входных трансформаторов тока устройства защиты с целью повышения точности работы. Это можно сделать по адресу **6009 φI RE**. Таким образом, если сигнальная ступень практически не срабатывает во время тестирования при достижении ожидаемого уровня сопротивления насыщения, Вам необходимо проверить и исправить величины угла корректировки и реактивного сопротивления связи (см. также Подраздел 3.3 в Разделе „Монтаж и ввод в эксплуатацию“).

Рассчитываемые и выдаваемые на дисплей устройства величины могут оказаться отрицательными из-за угловых погрешностей ТТ, некорректной уставки полного сопротивления связи или неверной работы оборудования возбуждения. В этом случае проверяют, превышает ли ток  $I_{RE}$  величину 7 мА, если превышает, выдается команда отключения. Если величина тока  $< 7$  мА, измерение маркируется как неверное, а на дисплей выдается сопротивление ротора относительно земли  $R_{\text{rotor}} = \infty$ . Эта дополнительная проверка достоверности информации гарантирует, что даже если уставки угла коррекции и полного сопротивления связи введены неверно, в случае низкоомного замыкания на землю отключение все же произойдет, хотя сигнальная ступень может не сработать правильно.

### Контроль измерительных цепей

При наличии достаточно высокого емкостного сопротивления ротора ( $C_E$  0.15 мкФ) в измерительной цепи может быть обнаружен обрыв. Наличие обрыва измерительной цепи предполагается в случае, когда напряжение падает ниже порогового значения по адресу **6008 I RE <**, а напряжение  $U_V$  в то же время выше 25 В. Сигнал оповещения сбрасывается при превышении током значения уставки на 0.5 мА или 20%, или если напряжение падает ниже 20 В. Если для **I RE <** введено значение **0.0** мА, контроля тока не будет и сигналы также не будут выдаваться.

### 2.34.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
6001	ЗащРот 33	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита ротора от зам.на землю (R, fn)
6002	RE< Сигнал	3.0 .. 30.0 кОм	10.0 кОм	Уставка ступени сигнализации Re<
6003	RE<< Отключ	1.0 .. 5.0 кОм	2.0 кОм	Уставка ступени отключения Re<<
6004	T RE< Сигнал	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выд. времени ступени сигнализации Re<
6005	T RE<< Отключ	0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд. времени ступени отключения Re<<
6006	X связи	-100 .. 800 Ом	398 Ом	Реактивное сопротивление связи
6007	Rпослед	0 .. 999 Ом	50 Ом	Последоват. акт. сопр.(напр., ветви измер.)
6008	I RE <	1.0 .. 50.0 мА; 0	2.0 мА	Уставка обнаружения отказа le<
6009	φ I RE	-15.0 .. 15.0 °	0.0 °	Угловая поправка для IRe

### 2.34.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5383	>БЛК ЗащРот33	SP	>Блок.защ.ротора от зам.на земл(R,fn)
5391	ЗащРот(R,fn)Выв	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(R,fn) Вывед
5392	ЗащРот(R,fn)Блк	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(R,fn) заблок
5393	ЗащРот(R,fn)акт	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(R,fn) активн
5394	ЗащРот U<Блк	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) блок.U<
5397	ЗащРот(R,fn)Сиг	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) ст.сигнRe<
5398	ЗащРот(R,fn)Пск	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) ст.СрабRe<<
5399	ЗащРот(R,fn)Отк	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) ОтклRe<<
5400	ОтказЗащРот.R,f	OUT	Отказ Защ.рот.от зам.на зем(R,fn)

## 2.35 Защ. ротора от зам. на землю 1-3 Гц

Функция защиты ротора от замыкания на землю используется для обнаружения высоко- и низкоомных замыканий на землю в цепях возбуждения синхронных генераторов. Замыкание на землю в цепи возбуждения само по себе не вызывает непосредственного повреждения. Если же происходит второе замыкание, это дает КЗ в обмотке цепи возбуждения. Результирующие магнитные небалансы могут вызывать значительные механические силы, которые могут привести к разрушению машины. Данная функция защиты отличается от функции, описанной в разделе 2.34, т.к. она намного более чувствительна; ее используют для защиты больших генераторов.

### 2.35.1 Описание функции

#### Основной принцип работы

Функция защиты ротора от замыкания на землю 1-3 Гц работает с постоянным напряжением приблизительно 50 В, полярность которого меняется 1-4 раза в секунду, что зависит от уставок. Это напряжение  $U_g$  генерируется устройством 7XT71 и подается в схему ротора. Напряжение проходит через блок сопротивления 7XR6004 (или 7XR6003) и симметрично подключается к цепи возбуждения через высокоомные резисторы, а также подключается к заземляющей щетке (потенциалу на землю) через низкоомное измерительное шунтирующее сопротивление  $R_M$  (см. также Приложение). Напряжение, снятое с шунтирующего сопротивления, и управляющее напряжение подаются в устройство защиты через измерительные преобразователи. Управляющее напряжение пропорционально прилагаемому напряжению 50 В  $U_g$  по амплитуде и частоте. Аварийный ток на землю, протекающий в роторе, зеркально отражается измеряющим напряжением.

Каждый раз при изменении полярности постоянного напряжения  $U_g$  зарядный ток  $I_z$  протекает через блок сопротивления в емкость относительно земли цепи возбуждения. Этот ток вызывает пропорциональное падение напряжения  $U_{измер}$  в измерительном шунтирующем сопротивлении. Как только емкость ротора относительно земли будет заряжена, зарядный ток становится нулевым. Если есть замыкание ротора на землю - будет протекать ток на землю. Его амплитуда зависит от сопротивления замыкания.

Использование низкочастотного напряжения прямоугольного сигнала в качестве напряжения смещения уменьшает влияние емкости относительно земли и дает в то же время значительный страховочный запас против помех от системы возбуждения.

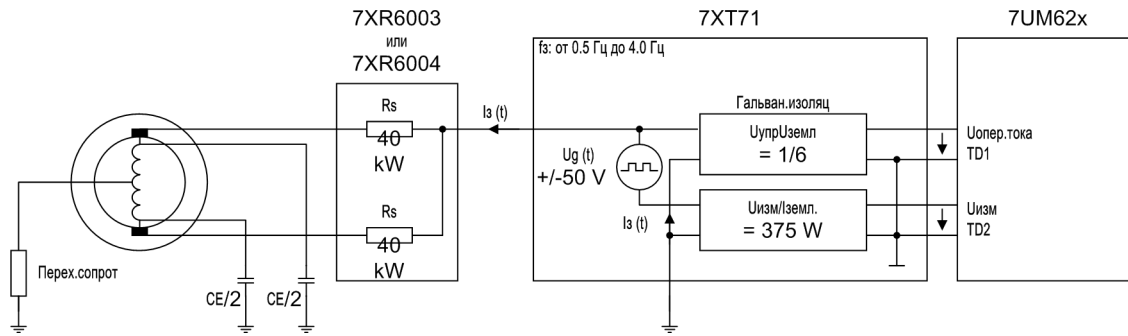


Рисунок 2-107 Схематическая диаграмма приложения напряжения к обмотке ротора

- CE емкостное сопротивление ротора относительно земли,  
 Rs последовательный резистор,  
 Ug прямоугольное напряжение от устройства 7XT71,  
 Iz ток, протекающий от устройства 7XT71 через ротор на землю,  
 fz прямоугольная частота от устройства 7XT71.

### Метод измерений

Из управляющего напряжения  $U_{Control}$  функция определяет время изменения полярности и запускает процесс измерений. в то же самое время рассчитывается амплитуда напряжения и происходит ее конвертация в напряжение возбуждения  $U_3$ . Действующее сопротивление КЗ вычисляется из напряжения  $U_{измер}$ , которое пропорционально току  $I_3$ . Каждый раз, когда меняется полярность управляющего напряжения, при помощи фильтра средних значений определяется постоянная составляющая измерительного напряжения. Частота последовательных устройств должна быть установлена достаточно низкой для того, чтобы в процессе получения среднего значения емкости "ротор-земля" были заряжены, т.е. к рассмотрению принималось бы только установившееся состояние. Это дает возможность обнаруживать высокоомные замыкания (максимум приблизительно 80 кΩ) без учета влияния емкости относительно земли.

Однако измерения искажаются двумя видами помех. Одним из них является составляющая постоянного напряжения в измерительной цепи, которая зависит от интенсивности напряжения возбуждения и от места возникновения замыкания на землю в обмотке цепи возбуждения. Другим - заметные пики высокочастотного напряжения, которые могут накладываться на постоянное напряжение возбуждения. Эти пики смягчаются цифровым фильтром.

Для снижения влияния помех от наложенных компонентов постоянного напряжения меняется полярность напряжения  $U_3$  (прямоугольного напряжения). Описанный выше процесс расчета измерительного напряжения осуществляется для обеих полярностей. При получении разности двух результатов последовательных измерений  $I_3$ , а именно,  $I_{31}$  и  $I_{32}$ , исключается полученная из цепи возбуждения постоянная составляющая ( $I_{смещ}$ ), тогда как полученные из приложенного напряжения постоянные составляющие  $U_3$  суммируются.

После получения таким способом измеренной величины и расчета напряжения смещения  $U_3$ , может быть рассчитано сопротивление относительно земли с учетом последовательных сопротивлений  $R_s$  (см. рисунок 2-108).

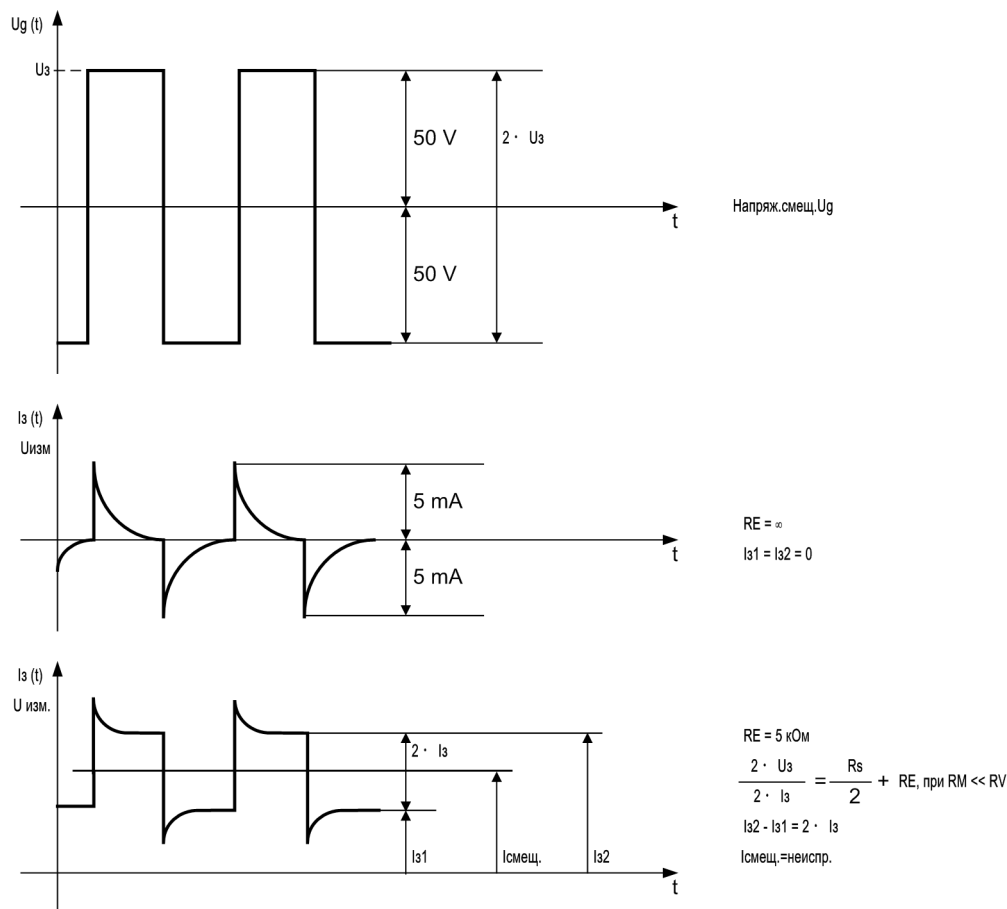


Рисунок 2-108 Кривые напряжения смещения  $U_g$ , шунтирующего напряжения  $U_{\text{измер}}$  и тока измерения  $I_3$

### Функции контроля

При каждой смене полярности определяется зарядный ток емкости относительно земли. Если его значение уменьшается могут возникнуть неисправности цепи измерений, такие, как разрыв провода, слабый контакт щетки и т.д. Но они возможны, однако, только при достаточно высоком значении емкости относительно земли ( $> 0.15 \text{ мкФ}$ ) и минимальных нарушениях возбуждения.

В качестве альтернативы функция защиты предлагает опцию внешнего тестирования с использованием тестового резистора (имеющегося в устройствах 7XR6004 и 7XR6003). Режим тестирования активируется через дискретный вход, поврежденный резистор при этом может быть подключен через токосъемное контактное кольцо ко внешнему устройству защиты. Функции защиты должно быть сообщено о величине соответствующего тестового сопротивления. Функция защиты выдает сообщения о результатах тестирования, а также способна обнаруживать односторонние обрывы (обрывы провода или отошедшие контакты соединения).

Логика работы функции представлена на следующем рисунке.

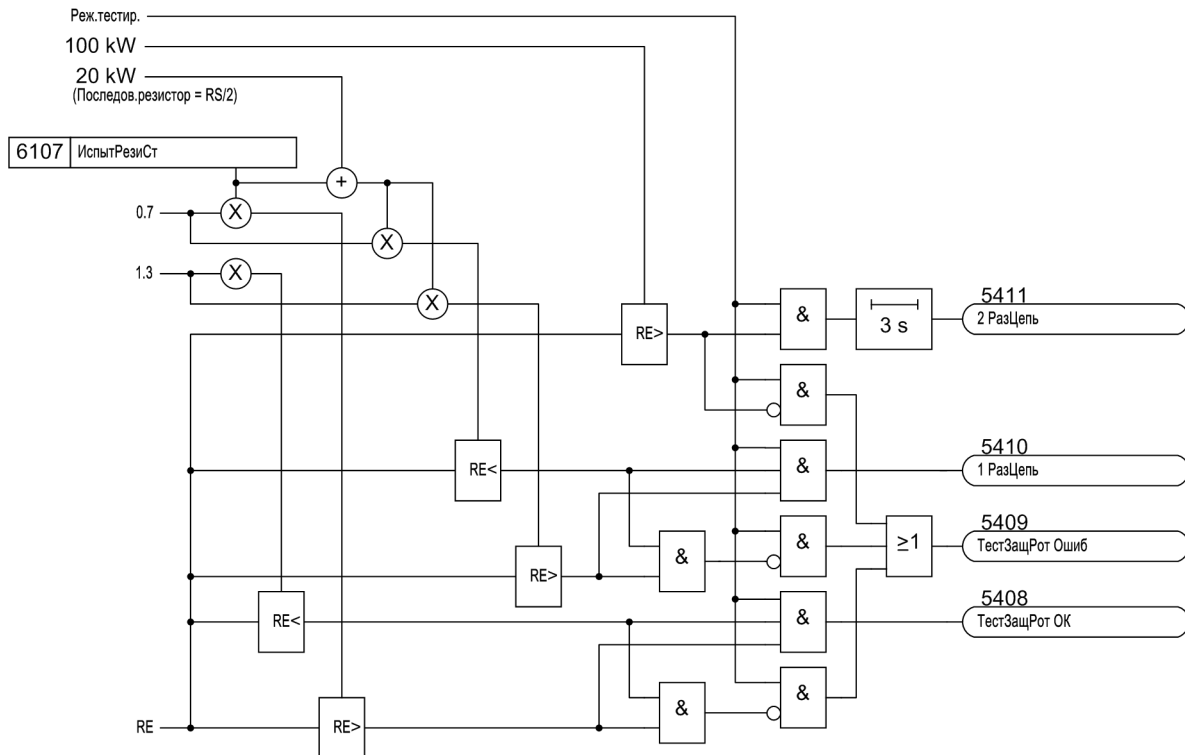


Рисунок 2-109 Логическая схема работы функции защиты ротора от замыканий на землю 1-3 Гц в тестовом режиме

Кроме того, осуществляется контроль за управляющим напряжением. Если управляющее напряжение пропало или слишком мало, предполагается, что возник сбой устройства управления (см. также логическую схему).

### Логические принципы

Логическая схема состоит из модулей:

- контроля последовательных устройств,
- контроля измерительной цепи,
- двухступенчатой функции защиты,
- вывода результата тестирования защиты от замыкания ротора на землю.

Если величина сопротивления на землю падает ниже пороговой величины высокоомной ступени RE<, обычно выдается аварийное сообщение. Если сопротивление на землю падает ниже второй пороговой величины - низкоомной ступени RE<<, по истечении краткой выдержки времени выдается сигнал отключения.

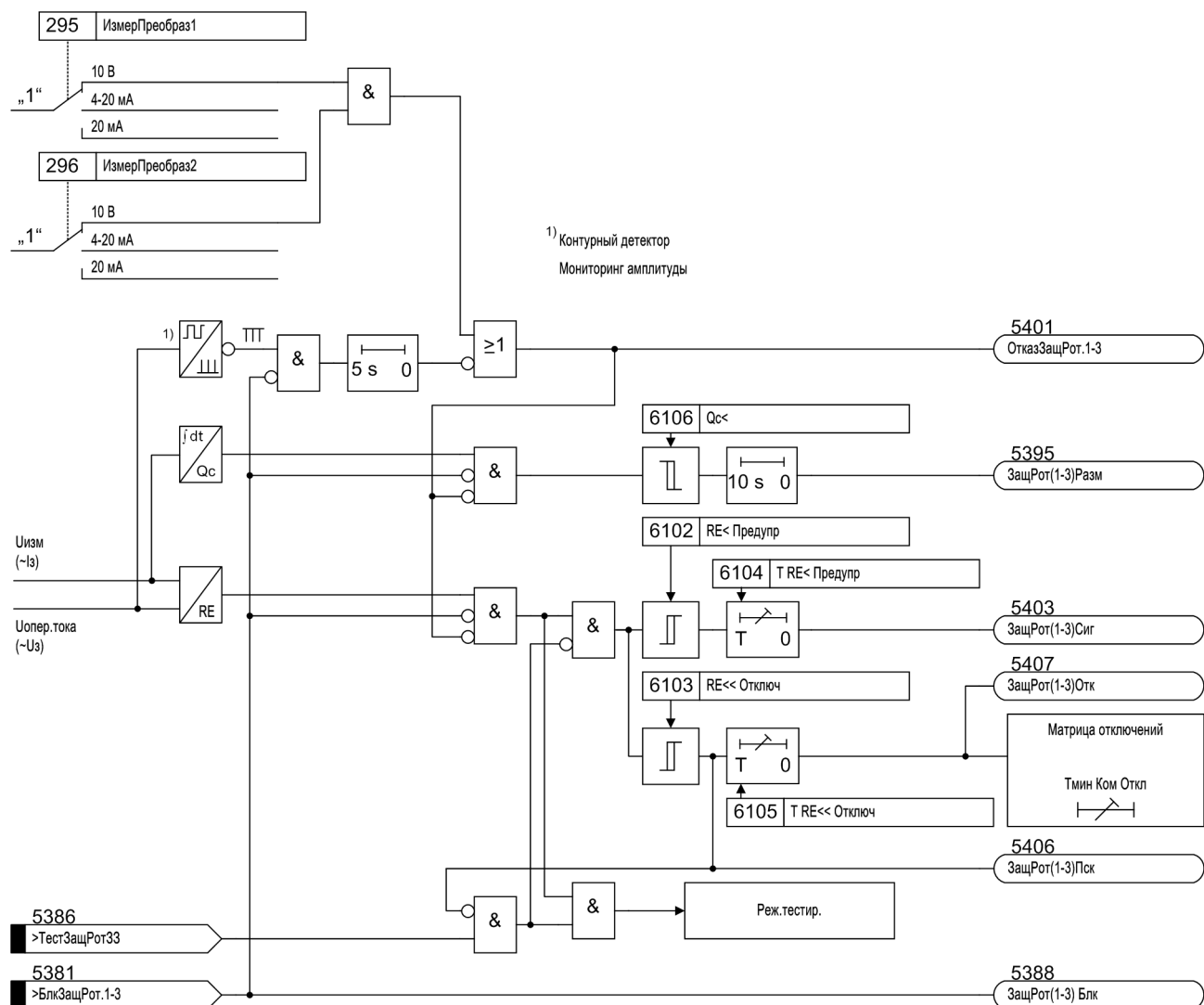


Рисунок 2-110 Логическая схема работы функции защиты ротора от замыканий на землю 1-3 Гц

### 2.35.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Функция защиты ротора от замыканий на землю 1-3 Гц будет работать только в том случае, если в процессе конфигурирования функций устройства по адресу **161 ЗащРот(1-3 Гц)** было введено **Введено**.

Необходимо также убедиться, что входы измерительных преобразователей TD1 и TD2 не используются другими функциями защиты.

Адрес **6101 ЗащРот(1-3 Гц)** служит для включения функции **ВКЛ**, ее выключения **ОТКЛ** или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

#### Величины для пуска

Поскольку устройство защиты рассчитывает омическое сопротивление ротора относительно земли из величин, зависящих от примененного напряжения смещения, последовательного сопротивления и протекающего тока на землю, пороговые величины сигнальной ступени



(**6102 RE< Предупр**) и ступени отключения (**6103 RE<< Отключ**) могут быть введены непосредственно как значения сопротивления. Уставки по умолчанию (**RE< Предупр** = 40 кΩ и **RE<< Отключ** = 5 кΩ) подходят для большинства случаев. Их можно изменить в зависимости от величины сопротивления изоляции и смазочно-охлаждающей эмульсии. Нужно быть особенно внимательными при выборе правильной разницы между величиной уставки и действующим сопротивлением изоляции.

Поскольку нельзя исключить помехи со стороны системы возбуждения, уставки для сигнальной ступени окончательно определяется в процессе первичных испытаний.

### Выдержки времени

Выдержка времени сигнальной ступени **6104 T RE< Предупр** обычно задается равной приблизительно 10 с, а для ступени отключения (адрес **6105 T RE<< Отключ**) приблизительно равной 1 с. Все выдержки времени являются дополнительными выдержками, которые не включают время действия (время измерения, время возврата) защиты.

### Функции контроля

Величина уставки для контроля измерительной цепи (**6106 Qc<**) определяется в процессе первичных испытаний. Для этого считывается рабочее измеренное значение (Qc) и половина его вводится в качестве уставки. Если измеренный заряд имеет слишком низкое значение, контроль осуществляться не будет. Параметр **Qc<** в этом случае должен быть задан равным 0 мА. В этом случае не будет производиться никакой сигнализации о повреждении.

Если производится внешнее тестирование с помощью тестового сопротивления 7XR6004 (3.3 кΩ), никаких уставок вводить не нужно. Если нужно использовать другой резистор, его сопротивление нужно ввести в качестве дополнительного параметра **ИспытРезиСт** (только при помощи пакета DIGSI) по адресу **6107A**.

## 2.35.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
6101	ЗащРот(1-3 Гц)	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защ.ротора от зам.на землю (1-3 Гц)
6102	RE< Предупр	5.0 .. 80.0 кОм	40.0 кОм	Знач.Пуск предупредительной ступени Re<
6103	RE<< Отключ	1.0 .. 10.0 кОм	5.0 кОм	Знач.Пуск отключающей ступени Re<<
6104	T RE< Предупр	0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выд.врем. для предупред. ступени Re<
6105	T RE<< Отключ	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выд.врем. для отключающей ступени Re<<
6106	Qc<	0.00 .. 1.00 мАс	0.02 мАс	Велич.Пускпри разомкн.цепи ротора (Qc)
6107A	ИспытРезиСт	1.0 .. 10.0 кОм	3.3 кОм	Испытательный резистор

### 2.35.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5381	>БлокЗащРот.1-3	SP	>Блок.защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц)
5386	>ТестЗащРот3З	SP	>Тест.защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц)
5387	ЗащРот(1-3) Выв	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) Вывед
5388	ЗащРот(1-3) Блк	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) заблок
5389	ЗащРот(1-3) акт	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) активн
5395	ЗащРот(1-3)Разм	OUT	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц)раз.цепь
5401	ОтказЗащРот.1-3	OUT	Отказ Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц)
5403	ЗащРот(1-3)Сиг	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц):ст.сигнRe<
5406	ЗащРот(1-3)Пск	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц) Re<< сраб
5407	ЗащРот(1-3)Отк	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц) Re<< откл
5408	ТестЗащРот ОК	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц)тест пройден
5409	ТестЗащРот Ошиб	OUT	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц)тест не пройд
5410	1 РазЦепь	OUT	Защ.рот.зам.зем(1-3Гц)1 цеп.изм разомкн
5411	2 РазЦепь	OUT	Защ.рот.зам.зем(1-3Гц)2 цеп.изм разомкн

## 2.36 Контроль времени пуска

При использовании устройства 7UM62 для защиты двигателей функция защиты пусковых режимов дополняет функцию защиты от термической перегрузки (см. Подраздел 2.11), защищая двигатель избыточных длительностей пуска. В частности, высоковольтные двигатели при нескольких последовательных попытках пуска могут быстро разогреваться, превышая свой термальный предел, что особенно опасно для роторов этих двигателей. Если длительности этих попыток пуска увеличиваются, например, при избыточных посадках напряжения при пуске, при избыточных крутящих моментах нагрузки или при условии блокировки двигателя, устройство защиты может выдать команду отключения.

### 2.36.1 Описание функции

#### Пуск двигателя

Процедура защиты при пуске двигателя запускается по предварительно введенному условию старта двигателя, вводимому по адресу **Ипуск Двигателя**. При этом значении тока начинается расчет характеристики отключения.

Одна из характеристик - независимая, другая - зависимая.

#### Инверсно-зависимая характеристика максимального тока

Зависимая характеристика максимального тока создана для работы только при незаблокированном роторе. При уменьшении пускового тока, связанном с посадками напряжения при пуске двигателя, увеличенные промежутки времени пуска рассчитываются корректно и отключение производится вовремя. Время отключения рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{\text{откл}} = \left( \frac{I_{\text{ПускТок}}}{I} \right)^2 \cdot t_{\text{Пуск макс}} \quad \text{где } I > I_{\text{ПускДвиг}}$$

где:

$t_{\text{откл}}$	действующее время отключения для протекающего тока $I$
$t_{\text{Пуск макс}}$	время отключения при номинальном пусковом токе $I_A$ (параметр <b>6503, Время Пуска</b> ).
$I$	действительный протекающий ток (измеренное значение),
$I_{\text{ПускТок}}$	номинальный пусковой ток двигателя (параметр <b>6502, Макс Пуск Ток</b> )
$I_{\text{ПускДвиг}}$	величина срабатывания для обнаружения пуска двигателя (параметр <b>6505, Ипуск Двигателя</b> )

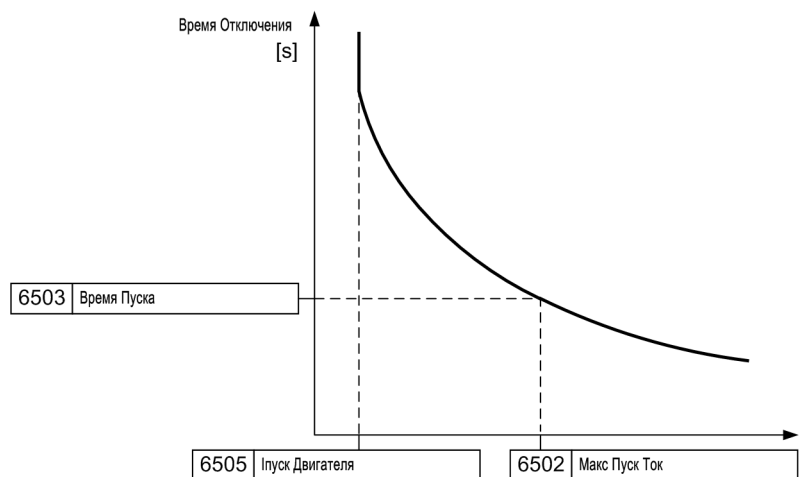


Рисунок 2-111 Характеристика времени отключения в зависимости от величины пускового тока

Следовательно, если действующий измеренный пусковой ток  $I$  меньше (или больше) номинального пускового тока  $I_D$ , введенного по адресу 6502 (параметр **Макс Пуск Ток**), действующее время отключения  $t_{откл}$  соответственно удлиняется (или укорачивается) (см. также рисунок 2-111).

### Независимая характеристика отключений по максимальному току (время заторможенного двигателя)

Если время пуска двигателя превышает максимально допустимое время заторможенного двигателя  $t_E$ , отключение должно быть выполнено как минимум в течение времени  $t_E$  при заблокированном двигателе. Устройство защиты может распознавать условия блокировки двигателя через дискретный вход („>Ротор БЛК“) со внешнего счетчика оборотов в минуту. Если величина тока в любой из фаз превысит упомянутое ранее пороговое значение **Ипуск Двигателя**, будет предположено, что двигатель запущен, и в дополнение к упомянутой выше зависимой выдержке времени будет запущена независимая выдержка времени (время заторможенного двигателя). Это происходит каждый раз при пуске двигателя и является нормальным режимом работы, который ни вводится в буфер аварийных сообщений, ни выводится в центральное устройство управления, ни заносится в протокол повреждений.

Выдержка времени заторможенного двигателя (**Т БЛК РОТОР**) объединена по схеме “И” с дискретным входом „>Ротор БЛК“. Если дискретный вход все еще активен после окончания заданной выдержки времени заторможенного двигателя, немедленно производится отключение, вне зависимости от того, был ли этот вход активизирован до выдержки, в течение ее или ее по истечении.

### Логические принципы

Функция защиты при пуске двигателя может быть включена / выключена с помощью специального параметра. Ее работу можно заблокировать через дискретный вход, т.е. выдержки времени и сообщения о пуске будут обнулены. На следующем рисунке показана логика действий при повреждениях. При пуске защиты не вносятся записей в протокол повреждений. Ведение протокола повреждений не начинается до выдачи команды отключения.

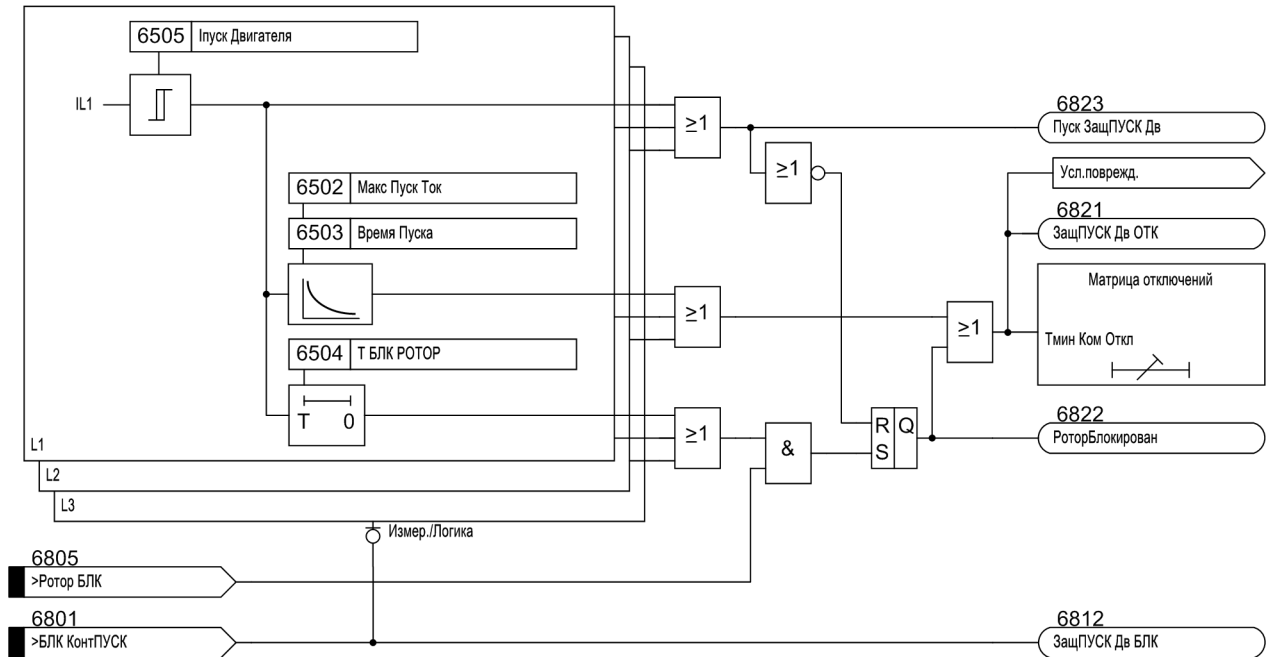


Рисунок 2-112 Логическая схема работы функции защиты при пуске двигателя

## 2.36.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты пусковых режимов двигателя будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **165 Контр Врем Пуск** было введено значение **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **6501 Контр Врем Пуск** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Величины для пуска

Устройству сообщается о величине пускового тока при нормальных условиях по адресу **6502 Макс Пуск Ток** и о времени пуска по адресу **6503 Время Пуска**. Это гарантирует, что команда отключения будет выдана вовремя, если будет превышена рассчитанная устройством величина  $I^2t$ .

Если время пуска больше разрешенного времени заторможенного двигателя, внешний счетчик оборотов в минуту может инициировать команду отключения согласно независимой характеристике через дискретный вход („>Ротор БЛК“). При заторможенном двигателе идет потеря вентиляции и, следовательно, снижается емкость тепловой нагрузки машины. По этой причине функция защиты пусковых режимов двигателя должна выдавать команду отключения до достижения тепловой характеристики отключения, действующей при нормальном режиме работы двигателя.

Появление тока выше порогового значения **6505** (адрес **Ипуск Двигателя**) расценивается как пуск двигателя. Соответственно, эта уставка должна быть выбрана так, чтобы действующий пусковой ток двигателя мог легко достигнуть ее значения при любой нагрузке или напряжении при пуске двигателя, но не при допустимой кратковременной перегрузке.

Пример: Имеется двигатель со следующими характеристиками:

Номинальное напряжение	$U_H = 6600 \text{ В}$
Номинальный ток	$I_{H \text{ двиг}} = 126 \text{ А}$
Пусковой ток	$I = 624 \text{ А}$
Разрешенный непрерывный ток статора:	$I_{\text{макс}} = 135 \text{ А}$
Время пуска при $I_{\text{пуск}}$	$T_{\text{пуск макс}} = 8.5 \text{ с}$
Коэффициент ТТ $I_{H \text{ ТТ перв}} / I_{H \text{ ТТ втор}}$	$200 \text{ А/1 А}$

Уставка для адреса **Макс Пуск Ток** рассчитывается таким образом:

$$I_{\text{пуск.ток, втор}} = \frac{\text{Пусковой ток}}{\text{Номинальный ток ТТ}} \cdot I_{\text{ном ТТ втор}} = \frac{624 \text{ А}}{200 \text{ А}} \cdot I_{\text{ном ТТ втор}} = 3.12 \text{ А}$$

При уменьшении напряжения величина пускового ток также уменьшается практически линейно. При 80% номинального напряжения пусковой ток для этого примера уменьшится до  $0.8 \cdot I_{\text{пуск}} = 2.5 \cdot I_{H \text{ ТТ втор}}$ .

Уставка для распознавания пуска двигателя должна лежать выше максимального тока нагрузки и ниже минимального пускового тока. Если нет других влияющих на величину этого тока факторов (пиковых нагрузок), величина уставки пуска двигателя **Ипуск Двигателя** по адресу **6505** может быть выбрана как среднее значение:

$$\text{На основании долгосрочной оценки величины тока: } \frac{135 \text{ А}}{200 \text{ А}} = 0.68 \cdot I_{\text{ном ТТ втор}}$$

$$I_{\text{пуск. двиг}} = \frac{2.5 I_{\text{ном}} + 0.68 I_{\text{ном}}}{2} \approx 1.6 \cdot I_{\text{ном ТТ втор}} = 1.6 \text{ А}$$

Время отключения функции защиты пусковых режимов двигателя рассчитывается следующим образом:

$$T_{\text{Откл}} = \left( \frac{I_{\text{ПускТок}}}{I} \right)^2 \cdot T_{\text{ПускМакс}}$$

при нормальных условиях время отключения является максимальным временем пуска  $T_{\text{пуск макс}}$ . При отклонениях от нормальных условий время отключения двигателя меняется. При 80% номинального напряжения (что соответствует 80% номинального пускового тока), для рассматриваемого случая время отключения составит:

$$t_{\text{Откл}} = \left( \frac{624 \text{ А}}{0.8 \cdot 624 \text{ А}} \right)^2 \cdot 8.5 \text{ с} = 13.3 \text{ с}$$

Когда выдержка времени **Т БЛК РОТОР** истечет, активизируется дискретный вход и выдается команда отключения. Если время заторможенного двигателя выбрано так, что дискретный вход „>Ротор БЛК“ (№6805) будет гарантированно сброшен во время выдержки времени **Т БЛК РОТОР**, будет возможно более быстрое отключение при пуске двигателя в условиях его заторможенности.

### 2.36.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
6501	Контр Врем Пуск		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Контроль времени пуска
6502	Макс Пуск Ток	5А	0.50 .. 80.00 А	15.60 А	Максимальный пусковой ток
		1А	0.10 .. 16.00 А	3.12 А	
6503	Время Пуска		1.0 .. 180.0 сек	8.5 сек	Время пуска
6504	Т БЛК РОТОР		0.5 .. 120.0 сек; ∞	6.0 сек	Допуст. время блокировки ротора
6505	Пуск Двигателя	5А	3.00 .. 50.00 А	8.00 А	Пусковой ток двигателя (блок. ЗащПерегр)
		1А	0.60 .. 10.00 А	1.60 А	

### 2.36.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
6801	>БЛК КонтПУСК	SP	>Блокировать контроль пуск.режимов двиг.
6805	>Ротор БЛК	SP	>Ротор заблокирован
6811	ЗащПУСК Дв Выкл	OUT	Защита пусковых режимов двиг.выключена
6812	ЗащПУСК Дв БЛК	OUT	Защита пусковых режимов двиг.блокирована
6813	ЗащПУСК Дв АКТ	OUT	Защита пусковых режимов двиг. активна
6821	ЗащПУСК Дв ОТК	OUT	Отключение защитой пуск. режимов двиг.
6822	РоторБлокирован	OUT	Ротор заблокирован
6823	Пуск ЗащПУСК Дв	OUT	Пуск защиты пуск. режимов двиг.

## 2.37 Число пусков

Температура ротора, при которой генератор остается исправным, лежит ниже максимально допустимой температуры при нормальной работе, а также при повышенной нагрузке. Однако, при пусках и возникающем при этом высоком пусковом токе, вызываемом наибольшими временными константами, он может испытывать большие тепловые перегрузки, чем статор. Для исключения нескольких последовательных попыток пуска, вызывающих отключение, повторяющийся пуск двигателя должен быть исключен, если предполагается, что при этом будет превышено значение допустимого перегрева ротора. Поэтому устройство защиты 7UM62 снабжено функцией запрета перезапуска двигателя. Сигнал удерживания передается до тех пор, пока не будет допустим новый пуск двигателя (достигнут порог перезапуска). Этот блокирующий сигнал должен быть назначен на тот дискретный выход, контакт которого соединен с пусковой цепью двигателя.

### 2.37.1 Описание функции

#### Определение перегрева температуры ротора

Поскольку ток ротора нельзя непосредственно измерить, необходимо использовать величину тока статора. Здесь используются среднеквадратические значения токов. Температура перегрева ротора  $\Theta_L$  рассчитывается с использованием величины наибольшего из трех фазных токов. При этом полагается, что температурные пределы обмоток ротора основываются на данных производителя по номинальному пусковому току, максимальному допустимому времени пуска, и количеству разрешенных холодных ( $n_{хол}$ ) и горячих ( $n_{гор}$ ) пусков машины. На основе этих данных устройство рассчитывает величины теплового профиля ротора и выдает сигнал блокировки до тех пор, пока этот профиль не опустится ниже порогового значения перезапуска.



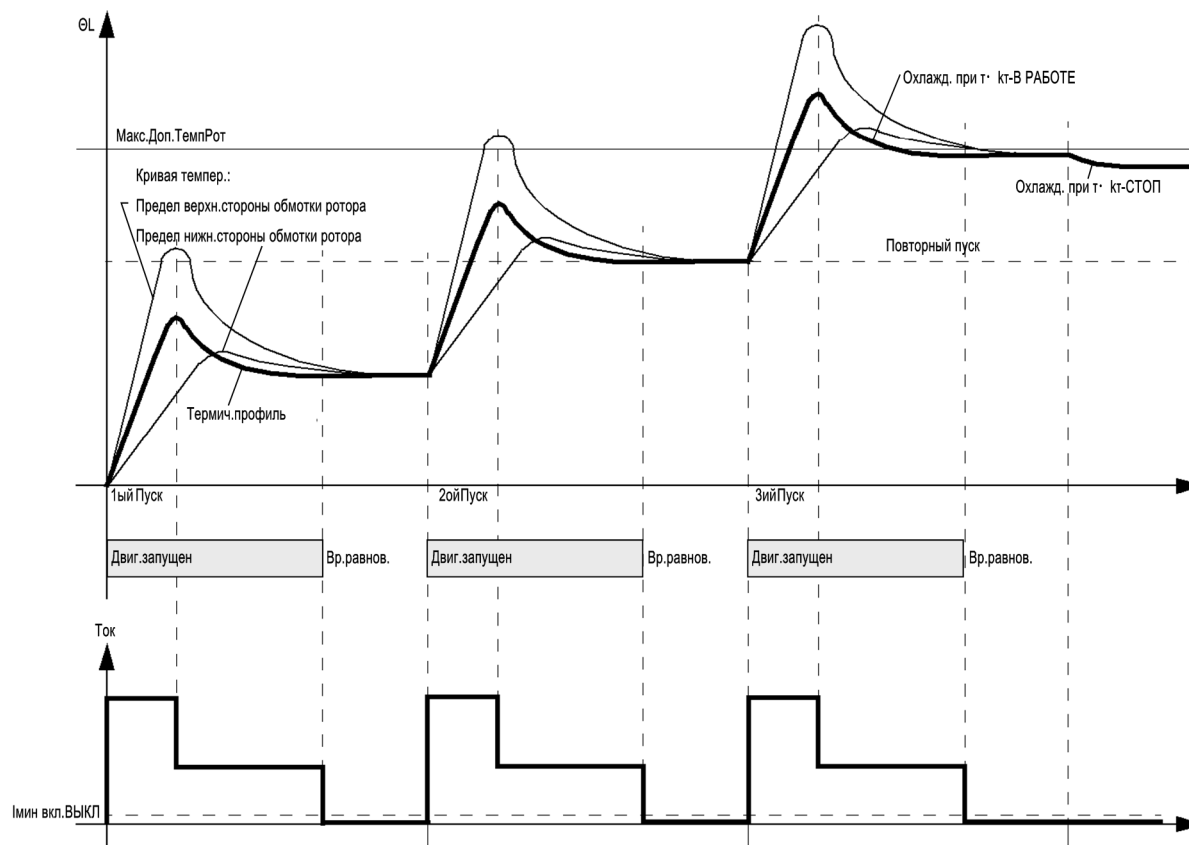


Рисунок 2-113 Температурная кривая ротора и температурный профиль при повторяющихся попытках перезапуска двигателя

Хотя распределение тепла на обмотке ротора при пуске двигателя сильно меняется, различия максимальных температур в роторе не обязательно будут влиять на запрет перезапуска двигателя (см. рисунок 2-113). Гораздо важнее построить температурную кривую после полного пуска двигателя приемлемого для защиты теплового состояния двигателя. На рисунке показаны, в качестве примера, процессы разогрева при повторяющихся пусках двигателя (три холодных пуска), а также тепловая модель устройства защиты.

### Пороговая величина для перезапуска

Если температура ротора превысит порог перезапуска, двигатель уже нельзя будет перезапускать. Только при снижении температуры ниже порогового значения, т.е. только тогда, когда перезапуск станет возможным без превышения предельного значения перегрева, снимается сигнал блокировки. Поэтому отношение пороговой величины перезапуска  $\Theta_{Re.Inh.}$  к максимально допустимому перегреву ротора описывается следующей формулой :

$\Theta_{Re.Inhib}[\%] = \frac{n_{хол.} - 1}{n_{хол.}} 100 \%$	$n_{хол}$	2	3	4
	$\Theta_{Re.Inh.} [\%]$	50%	66.7%	75%

### Выдержки времени перезапуска

Производители двигателей заявляют определенное количество допустимых холодных ( $n_{хол}$ ) и горячих ( $n_{гор}$ ) пусков. Недопустимо производить повторяющиеся пуски. Поэтому существует соответствующий временной промежуток - время перезапуска - необходимый для остывания ротора. Тепловая модель при этом будет такова: каждый раз при останове двигателя

запускается выдержка времени выравнивания по адресу **6604 Т выравн**. При этом учитываются различные температуры отдельных компонентов двигателя в момент останова. В течение выдержки времени выравнивания температурная кривая ротора не обновляется, а сохраняется постоянной, фиксируя процесс выравнивания температур в роторе. Затем тепловая модель охлаждается в течение соответствующего постоянного времени (постоянная времени ротора  $\times$  коэффициент увеличения). В течение времени выравнивания двигатель не может быть перезапущен. Как только температура станет ниже порогового значения, новая попытка пуска может предприниматься.

Общее время, по истечении которого двигатель может быть перезапущен, состоит из времени выравнивания и времени, рассчитанного с использованием тепловой модели, необходимого для охлаждения ротора ниже температурного порога:

$$T_{\text{Rem.}} = T_{\text{выравнивания}} + k_{\tau} \cdot \tau_L \cdot \ln \left[ \frac{\Theta_{\text{pre}} \cdot n_{\text{хол.}}}{n_{\text{хол.}} - 1} \right]$$

где:

$T_{\text{выравнивания}}$  - время выравнивания температуры ротора, адрес **6604**

$k_{\tau}$  – коэффициент увеличения постоянной времени =  **$K_{\tau}$  при РабРеж**, адрес **6609** или  **$K_{\tau}$  при Останов**, адрес **6608**

$\tau_L$  - постоянная времени ротора, рассчитанная устройством:

$$\tau_L = t_a \cdot (n_{\text{хол.}} - n_{\text{гор.}}) \cdot I_{\text{оп}}^2$$

где:

$t_{\text{пуск}}$  = время пуска в с

$I_{\text{оп}}$  = пусковой ток в относительных единицах

$\Theta_{\text{pre}}$  - температурная кривая в момент останова двигателя (зависит от состояния функционирования)

Рабочая измеренная величина  $T_{\text{Rem.}}$  (находится в рабочих измеренных величинах) показывает, сколько времени осталось до следующего разрешенного перезапуска.

### Увеличение постоянной времени охлаждения

С целью правильно оценить время охлаждения при остановке самовентилируемого двигателя, постоянная времени охлаждения может быть увеличена относительно постоянных времени работающей машины на коэффициент  **$K_{\tau}$  при Останов** (адрес **6608**). Состояние останова двигателя распознается по величине тока ниже задаваемого порогового значения **Имин ВЫКЛ: Вкл**. Предполагается, что реактивный ток двигателя больше этого значения. Величина пуска **Имин ВЫКЛ: Вкл** также влияет на работу функции защиты от термической перегрузки (см. Раздел 2.11).

Если двигатель работает, разогрев моделируется при помощи постоянной  $\tau_L$ , рассчитываемой из номинальных величин двигателя, а охлаждение рассчитывается при помощи постоянной времени  $\tau_L \cdot K_{\tau}$  **при РабРеж** (адрес **6609**). При этом соблюдаются требования медленного охлаждения (медленного температурного выравнивания).

### Минимальное время запрета перезапуска двигателя

Вне зависимости от вида температурных кривых, некоторые производители двигателей задают минимальное время запрета перезапуска после превышения максимального числа разрешенных попыток пуска.

Длительность времени запрета перезапуска зависит от того, какая из выдержек времени длиннее -  $T_{\text{мин запр перезап}}$  или  $T_{\text{Rem}}$ .

### Режим работы при сбое напряжения питания

В зависимости от значения уставки по адресу **274 АТЕХ100**, Величина температурной кривой либо сбрасывается в ноль при сбое напряжения питания, либо циклически накапливается в буфере независимой от питания памяти до восстановления напряжения питания. В последнем случае при восстановлении питания для температурной кривой используется сохраненное значение.

### Аварийный пуск

Если при аварийной ситуации необходим пуск двигателя при превышении максимально допустимой температуры ротора, сигнал блокировки двигателя можно отменить через дискретный вход („>**Авар.ПУСК**“), разрешив тем самым пуск двигателя. Тепловой профиль ротора продолжает функционировать, однако, может быть превышена максимально допустимая температура ротора. Модуль блокировки пуска двигателя не будет выдавать команды останова, но расчетные избыточные температуры ротора можно просматривать для оценки риска.

### Блокировка

Если функция блокировки пуска двигателя заблокирована или отключена, кривая избыточной температуры ротора и время равновесия **T выравн**, а также минимальное время задержки пуска двигателя **Tмин БЛОК АПВ** сбрасываются и удаляется любая действующая команда задержки пуска двигателя .

### Логические принципы

Температурную кривую также можно сбросить через дискретный вход. Это может быть полезно при тестировании и вводе устройства защиты в эксплуатацию, а также после восстановления напряжения питания.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы данной функции.

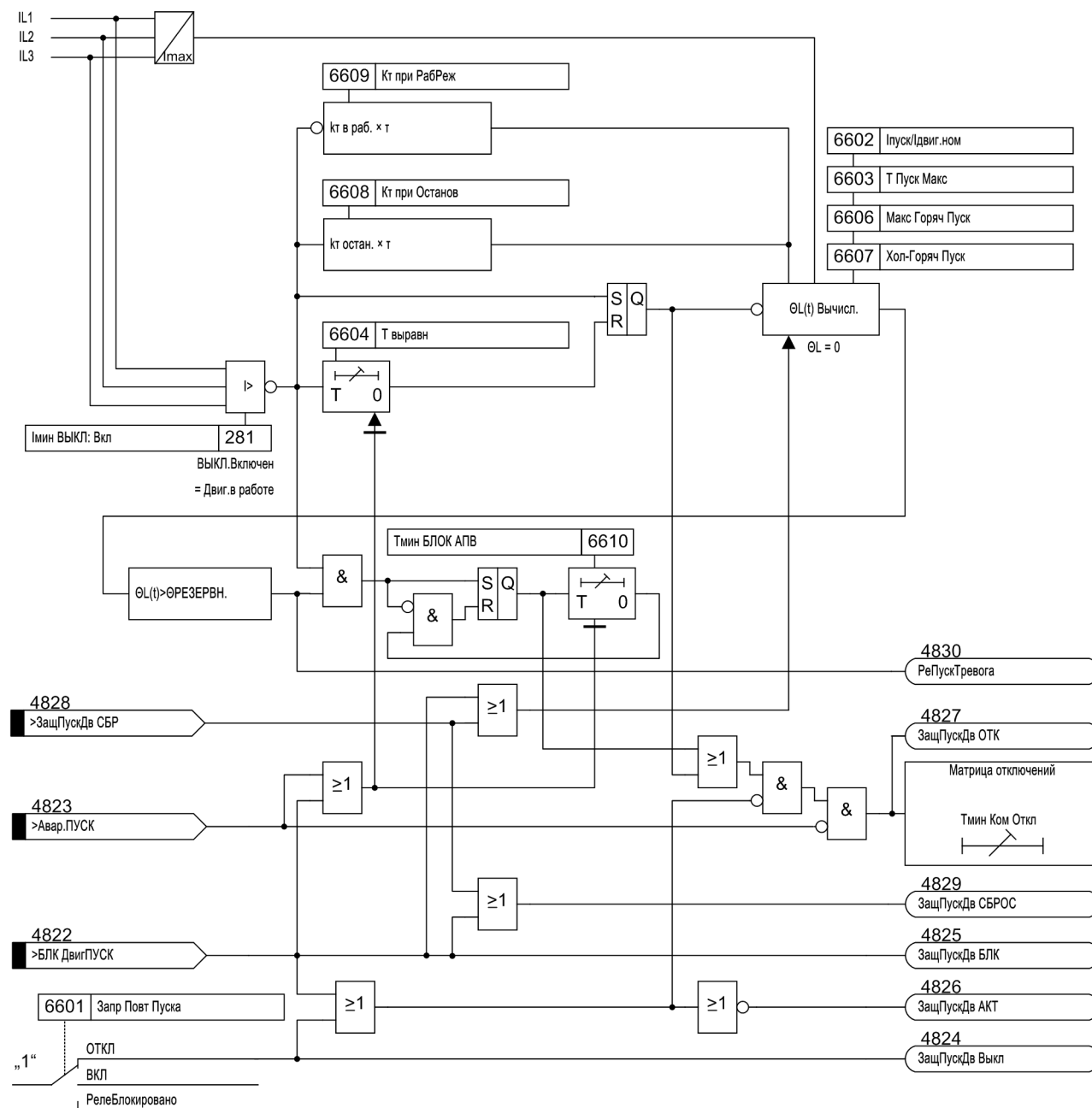


Рисунок 2-114 Логическая схема функции ограничения числа пусков двигателя

## 2.37.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция запрета перезапуска двигателя будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **166 Запр Повт Пуска** было введено значение **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **6601 Запр Повт Пуска** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

## Необходимые характеристические значения

Многие величины, необходимые для расчета температуры ротора, даются производителями двигателей. Среди них - величина пускового тока  $I_{\text{пуск}}$ , номинальный ток двигателя  $I_{\text{н двиг}}$ , максимально допустимое время длительности пуска **Т Пуск Макс** (адрес **6603**), количество допустимых холодных пусков ( $n_{\text{хол}}$ ), и количество допустимых горячих пусков ( $n_{\text{гор}}$ ).

Пусковой ток, введенный по адресу **6602**, выражается в кратностях номинального тока двигателя (**Ипуск/Идвиг.ном**). Для правильной интерпретации этого параметра необходимо, чтобы в разделе Данные энергосистемы 1 были корректно введены полная мощность (адрес **252 Sn Ген/Двиг**) и номинальное напряжение (адрес **251 Un Ген/Двиг**) двигателя. Количество допустимых горячих пусков вводится по адресу **6606 (Макс Горяч Пуск)**, разница (**Хол-Горяч Пуск**) между количеством допустимых холодных и горячих пусков - по адресу **6607**.

Для двигателей без форсированного воздушного охлаждения расчет процесса уменьшения охлаждения в состоянии останова может быть осуществлен путем ввода по адресу **6608** коэффициента уменьшения вентиляции **Кт при Останов**. Как только величина тока перестает превышать значение уставки по адресу **281 Iмин ВЫКЛ: Вкл**, устройство распознает останов двигателя и постоянная времени увеличивается с учетом задаваемого коэффициента увеличения.

Если между используемыми временными постоянными нет разницы (например, в случае самовентилируемого двигателя), то коэффициент увеличения **Кт при Останов** задают равным **1**.

На процесс охлаждения двигателя в работающем состоянии влияет величина коэффициента увеличения **Кт при РабРеж**. Этот коэффициент учитывает тот факт, что работающий под нагрузкой двигатель и остановленный двигатель на остывают с одинаковой скоростью. Он становится важным при превышении током значения по адресу **281 Iмин ВЫКЛ: Вкл**. При **Кт при РабРеж = 1** временные постоянные нагревания и охлаждения становятся равными ( $I > I_{\text{мин ВЫКЛ: Вкл}}$ ).

## Пример задания уставок:

Пример: Имеется двигатель со следующими характеристиками:

Номинальное напряжение	$U_{\text{н}} = 6600 \text{ В}$
Номинальный ток	$I_{\text{н двиг}} = 126 \text{ А}$
Пусковой ток	$I_{\text{пуск}} = 624 \text{ А}$
Время пуска при $I_{\text{пуск}}$	$T_{\text{пуск макс}} = 8.5 \text{ с}$
Допустимое количество холодных пусков	$n_{\text{хол}} = 3$
Допустимое количество горячих пусков	$n_{\text{гор}} = 2$
Трансформатор тока	200 А / 1 А

Коэффициент между пусковым током и номинальным током двигателя составит:

$$I_{\text{пуск}} / I_{\text{ном двиг}} = \frac{624 \text{ А}}{126 \text{ А}} = 4.95 \approx 4.9$$

Вводятся следующие значения уставок:

<b>Ипуск/Идвиг.ном</b>	<b>= 4.9</b>
<b>Т Пуск Макс</b>	<b>= 8,5 с</b>

**Макс Горяч Пуск** = 2

**Хол-Горяч Пуск** = 1

Для времени выравнивания температуры ротора, уставка, приблизительно равная **Т выравн** = может применяться в большинстве случаев. Значение минимального времени запрета перезапуска **Тмин БЛОК АПВ** зависит от требований производителей двигателя, или условий конкретной системы. В любом случае оно должно быть больше **Т выравн**. В этом примере необходимо выбрать величину, грубо соответствующую температурной кривой (**Тмин БЛОК АПВ** = 0,6 мин).

Величина коэффициента увеличения для постоянной времени определяется производителем двигателя или требованиями пользователя, особенно в состоянии останова. Если на то нет никаких специальных рекомендаций, рекомендуется вводить следующие значения уставок: **К<sub>т</sub> при Останов** = 5,0 и **К<sub>т</sub> при РабРеж** = 2,0.

Для правильной работы защиты важно также, чтобы данные ТТ для стороны 2 (адреса **211** и **212**), данные энергосистемы (адреса **251**, **252**) и пороговое значение тока для определения состояния двигателя (останов/работа) (адрес **281** **Имин ВЫКЛ: Вкл**, рекомендуемая уставка  $\approx 0,1 \cdot I_{н\text{двиг}}$ ) были корректно введены. Обзор параметров и их значений приведен в сводных таблицах.

### Температурный режим при изменении рабочих состояний

Для наилучшего понимания приведенных выше положений здесь описываются два из наиболее вероятных рабочих состояний. В примерах используются приведенные выше значения уставок. 3 холодных и 2 горячих пуска дали в результате предел перезапусков, равный 66.7%.

На следующем рисунке приведен график изменения температурного режима при двух попытках горячего пуска. Двигатель постоянно работает на номинальном токе. После первого выключения работает **Т выравн**. Через 30 секунд двигатель вновь включается и сразу же выключается снова. После следующей паузы предпринимается вторая попытка пуска. Двигатель снова выключается. В течение этой второй попытки пуска предел перезапуска будет превышен, поэтому после выключения двигателя запускается процедура запрета повторного включения двигателя. По истечении времени выравнивания (1 мин), температурная кривая охлаждается с постоянной времени  $\tau_L \cdot K_t$  **при Останов**  $5 \cdot 204 \text{ с} = 1020 \text{ с}$ . Запрет перезапуска двигателя длится около 7 минут.

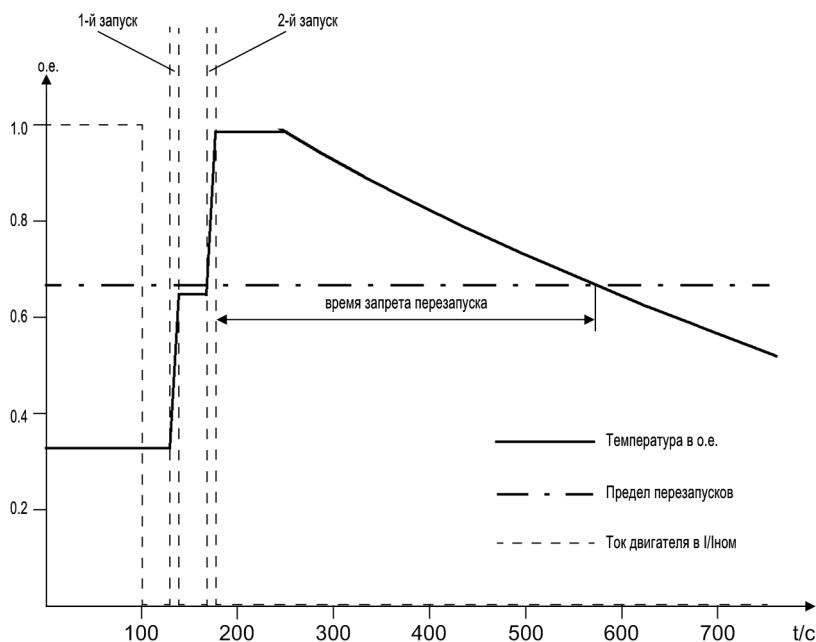


Рисунок 2-115 Температурный режим при двух успешных попытках горячего пуска

На рисунке 2-116 двигатель также перезапускается дважды, но пауза между попытками пуска больше, чем в первом примере. После второй попытки пуска двигатель работает на 90% номинального тока. После выключения двигателя после первой попытки включения температурная кривая будет "заморожена". По истечении времени выравнивания (1 мин), тепловой профиль охлаждается с постоянной времени  $\tau_L \cdot K_{\tau}$  при **Останов** =  $5 \cdot 204 \text{ с} = 1020 \text{ с}$ . При второй попытке пуска пусковой ток вызывает рост температуры, тогда как протекающий потом нагрузочный  $0.9 I_{\text{н.двиг}}$   $K_{\tau}$  при **РаБРеж** понижает температуру. При этом действует постоянная времени  $\tau_L \cdot K_{\tau}$  при **Останов** =  $2 \cdot 204 \text{ с} = 408 \text{ с}$ .

Факт быстрого превышения теплового предела не говорит о перегреве. Это скорее показывает, что перегрев ротора произойдет, если двигатель будет остановлен и сразу же включен снова.

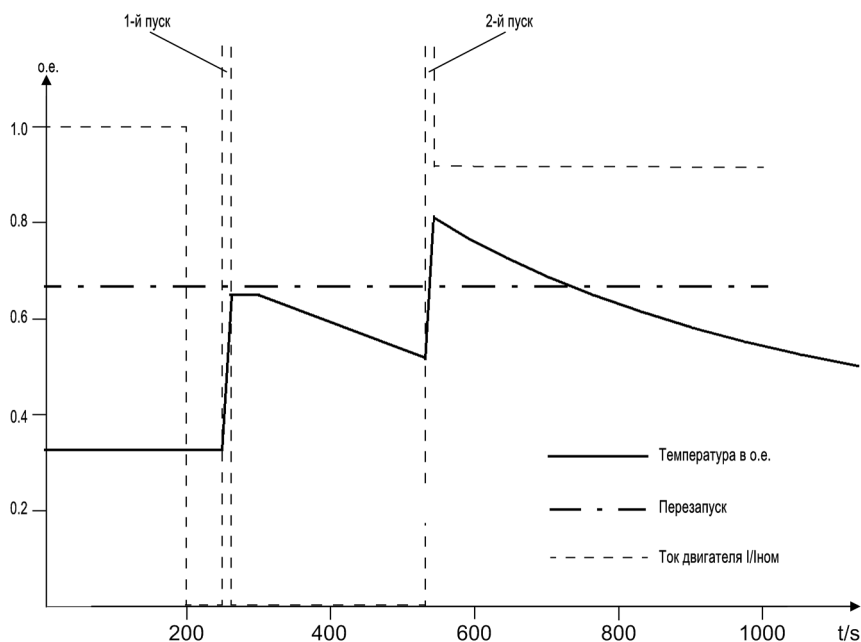


Рисунок 2-116 Два горячих пуска двигателя с последующей работой без отключений

### 2.37.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
6601	Запр Повт Пуска	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Запрет повторного пуска двигателя
6602	Iпуск/Iдвиг.ном	1.5 .. 10.0	4.9	I пуск. / I ном. двигателя
6603	T Пуск Макс	3.0 .. 320.0 сек	8.5 сек	Макс. допустимая длительность пуска
6604	T выравн	0.0 .. 320.0 мин	1.0 мин	Время выравнивания температуры ротора
6606	Макс Горяч Пуск	1 .. 4	2	Макс. число горячих пусков двигателя
6607	Хол-Горяч Пуск	1 .. 2	1	Разница числа "хол." и "горяч." пусков
6608	Кт при Останов	1.0 .. 100.0	5.0	Увел. постоян. времени при остановке
6609	Кт при РабРеж	1.0 .. 100.0	2.0	Увел. постоян. времени в рабоч. режиме
6610	Tмин БЛОК АПВ	0.2 .. 120.0 мин	6.0 мин	Минимальное время блокирования АПВ



## 2.37.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
4822	>БЛК ДвигПУСК	SP	>Блокировать защиту при пуске двигателя
4823	>Авар.ПУСК	SP	>Аварийный пуск
4824	ЗащПускДв Выкл	OUT	Защита при пуске двигателя выключена
4825	ЗащПускДв БЛК	OUT	Защита при пуске двигателя заблокирована
4826	ЗащПускДв АКТ	OUT	Защита при пуске двигателя активна
4827	ЗащПускДв ОТК	OUT	Отключение защитой при пуске двигателя
4828	>ЗащПускДв СБР	SP	>Сброс термической памяти ротора
4829	ЗащПускДв СБРОС	OUT	Память терм. пок-лей для ротора сброшена
4830	РеПускТревога	OUT	Порог для повт. вкл. двигателя превышен

## 2.38 УРОВ

Функция УРОВ может быть назначена на токовые входы на стороне 1 или 2 при конфигурировании функций защиты (см. Раздел 2.4). Функция контролирует правильность отключений соответствующего выключателя. В защите машин это обычно главный выключатель.

### 2.38.1 Описание функции

#### Режим работы

Работа функции УРОВ основывается на следующих двух принципах:

- проверка величины тока во всех трех фазах (должна быть ниже заданного порогового значения) после команды отключения,
- оценка положения блок-контакта выключателя для функций защиты, в которых критерий тока возможно не используется, например, защита по частоте, защита по напряжению, защита ротора от замыканий на землю.

Если выключатель не разомкнулся по истечении заданной выдержки времени (сбой выключателя), выключатель более высокого уровня может инициировать отключение (см. пример ниже).

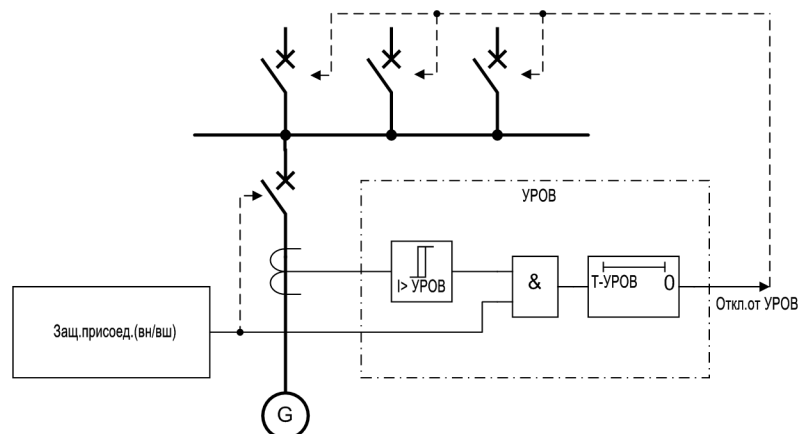


Рисунок 2-117 Принцип работы функции УРОВ

#### Пуск

Функция УРОВ может быть запущена:

- внутренними функциями устройства 7UM62, т.е. пуск осуществляется командами отключения или через CFC (внутренними функциями логики),
- внешними командами пуска, например, через дискретный вход.

#### Критерии

Два критерия пуска функции (токовый критерий и критерий блок-контакта выключателя) соединены элементом ИЛИ. В случае выдачи команды отключения без тока КЗ, например, при защите по напряжению при низкой нагрузке, величина тока не является надежным

критерием для оценки положения выключателя. Поэтому пуск защиты возможен еще и с использованием критерия блок-контакта выключателя.

Токовый критерий появляется, если по крайней мере один из трехфазных токов превышает заданное пороговое значение (**УРОВ I>**). Возврат происходит, если все три фазных тока будут ниже 95% от порогового значения пуска.

Если дискретный вход блок-контакта выключателя не активен, будет действовать только критерий по току и функция УРОВ не сможет выдать сигнал отключения, если величина тока будет ниже **УРОВ I>**.

### Двухканальная процедура

Для повышения надежности и защиты от возможных импульсов возмущений стабилизируется дискретный вход для сигнала внешнего отключения. Внешний сигнал может присутствовать в течение всего периода выдержки времени. В противном случае, таймер сбрасывается и не выдается команд отключения. Дополнительный дискретный вход „>ВшПуск2 УРОВ“ применяется для повышения надежности. Это означает, что пуск не произойдет, пока оба входа не будут активны. Двухканальная процедура также эффективна при "внутреннем" пуске.

### Логические принципы

При срабатывании функции УРОВ передается соответствующее сообщение и запускается заданная выдержка времени. Если критерий пуска еще действует по истечении этого времени, перед устранением повреждения происходит дополнительная его проверка (используя элемент И) под управлением выключателя более высокого уровня.

Пуск отменяется (возврат) и команды отключения не выдаются при:

- внутреннем условии пуска (через выходное реле ДВых3 или CFC) „>ВшПуск1 УРОВ“ или „>ВшПуск2 УРОВ“, вызывающем возврат пуска,
- присутствии сигнала отключения от функций защиты, несмотря на то, что критерий по току и по блок-контакту не соблюдаются.

На следующем рисунке представлена логическая схема работы функции УРОВ. Общая функция УРОВ включается и выключается через параметры и блокируется динамически через дискретный вход „>УРОВ блок“ (например, при проверке защиты машины).

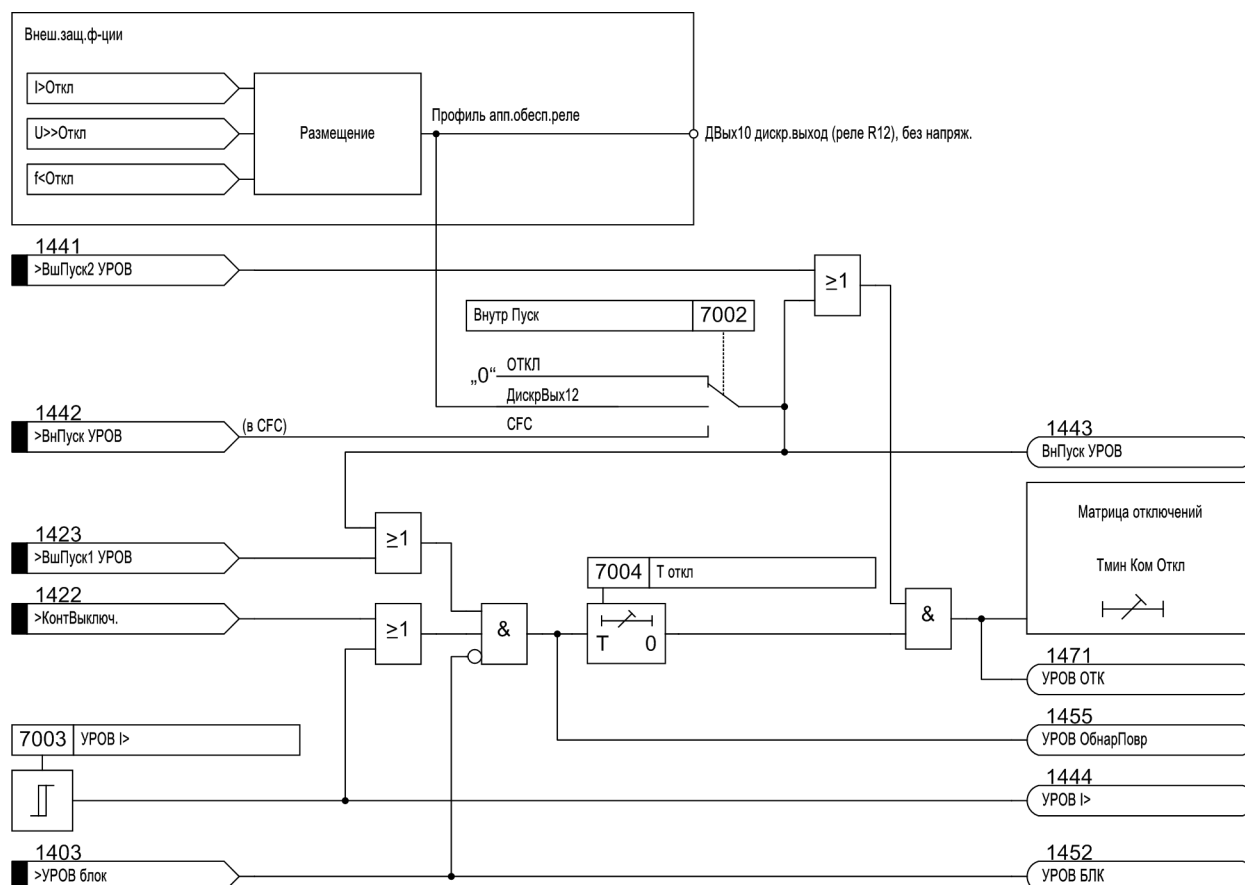


Рисунок 2-118 Логическая схема работы функции УРОВ

## 2.38.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция УРОВ может работать только в том случае, если в процессе конфигурирования по адресу **170 УРОВ** было задано значение **Сторона 1** или **Сторона 2**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **7001 УРОВ** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

Измерение величины тока для функции УРОВ может производиться как на стороне 1 (входы  $I_{L, CT1}$ ), так и на стороне 2 (входы  $I_{L, CT2}$ ). Рекомендуется использовать группу ТТ со стороны терминала, т.е. стороны 1.

### Критерии

Параметр **7002 Внутр Пуск** служит для выбора критерия отключения внутреннего пуска. Это осуществляется путем считывания состояния переключения специально предназначенного выходного реле ВА12 (**7002 Внутр Пуск = ДискрВых12**) или через созданную CFC логическую цепочку (= **CFC**) (сообщение **1442 „>ВшПуск УРОВ“**). параметр также можно полностью отключить (**7002 Внутр Пуск = ОТКЛ**). В этом случае будут действовать только внешние источники.

Примечание: Помните, что только независимый от напряжения дискретный выход **ДискрВых12** (реле ВА12) можно использовать для функции УРОВ. Это означает, что

отключения для выключателя сети (или конкретного контролируемого выключателя) должны быть назначены на этот выход.

Порог пуска **7003 УРОВ I>** токового критерия относится ко всем трем фазам. Пользователь должен выбрать такое значение, при котором функция будет пускаться даже при минимальном ожидаемом рабочем токе. По этой причине здесь нужно ввести значение, как минимум на 10% ниже минимального рабочего тока.

Однако величину пуска нужно выбирать не ниже, чем это необходимо, т.к. чувствительные уставки могут привести к нежелательному удлинению времени возврата из-за процесса балансировки во вторичной цепи ТТ во время отключения высоких токов.

### Выдержка времени

Выдержка времени вводится по адресу **7004 Т откл**, ее значение выбирается, основываясь на максимальном времени отключения выключателя, времени возврата МТЗ плюс страховочный резерв времени, учитывающий отклонения при отсчете выборки времени. Временные диаграммы показаны на следующем рисунке

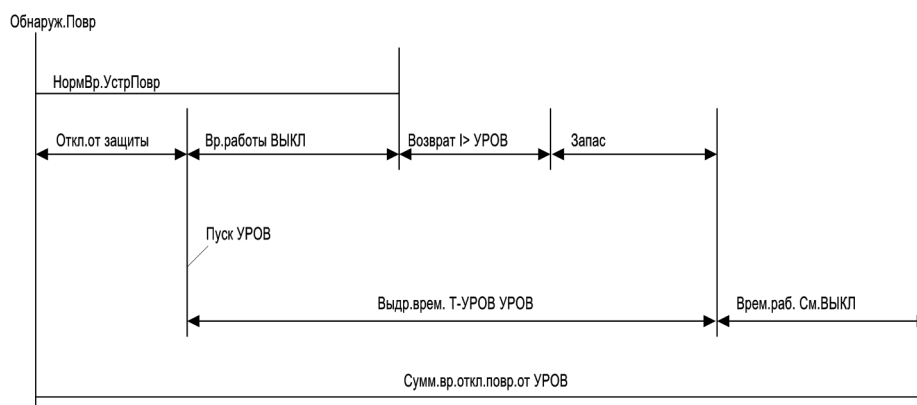


Рисунок 2-119 Временные диаграммы устранения типичного повреждения функцией УРОВ

### 2.38.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7001	УРОВ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
7002	Внутр Пуск		ОТКЛ ДискрВых12 CFC	ОТКЛ	Внутренний пуск УРОВ
7003	УРОВ I>	1А	0.04 .. 2.00 А	0.20 А	Уставка тока контроля УРОВ
		5А	0.20 .. 10.00 А	1.00 А	
7004	Т откл		0.06 .. 60.00 сек; ∞	0.25 сек	Выдержка времени УРОВ

#### 2.38.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
1403	>УРОВ блок	SP	>УРОВ: Блокировать
1422	>КонтВыключ.	SP	>Контакты выключателя
1423	>ВшПуск1 УРОВ	SP	>Внешний пуск 1 УРОВ
1441	>ВшПуск2 УРОВ	SP	>Внешний пуск 2 УРОВ
1442	>ВнПуск УРОВ	SP	>Внутренний пуск УРОВ
1443	ВнПуск УРОВ	OUT	УРОВ запущен по внутр. каналу
1444	УРОВ I>	OUT	УРОВ I>
1451	УРОВ Выкл	OUT	УРОВ выключено
1452	УРОВ БЛК	OUT	УРОВ заблокировано
1453	УРОВ АКТ	OUT	УРОВ активно
1455	УРОВ ОбнарПовр	OUT	УРОВ: обнаружение повреждения
1471	УРОВ ОТК	OUT	Отключение от УРОВ

## 2.39 Защита от случайного включения

Функция защиты от ошибочного включения служит для ограничения повреждений от ошибочного включения остановленного или уже включенного, но еще не синхронизированного генератора, путем быстрого приведения в действие выключателя сети. Подключение к остановленной машине равнозначно подключению к низкоомному сопротивлению. Поскольку в энергосистеме присутствует номинальное напряжение, генератор пускается почти как асинхронная машина. В этом случае внутри ротора индуцируются недопустимо высокие токи, которые могут его разрушить.

### 2.39.1 Описание функции

#### Критерии

Функция защиты от ошибочного включения вступает в действие только тогда, когда измеряемые величины не находятся в рабочей области разрешенной частоты (режима работы 0, машина остановлена) или когда присутствует пониженное напряжение ниже номинальной частоты (машина запущена, но еще не синхронизирована). Защита от ошибочного включения блокируется по критерию напряжения - при уменьшении его значения ниже минимального напряжения - для предотвращения пуска защиты при нормальной работе машины. Эта блокировка имеет выдержку времени во избежание блокировки защиты непосредственно в момент ошибочного включения. Другая выдержка времени пуска необходима для исключения нежелательного функционирования при КЗ высокого тока с сильным падением напряжения. Выдержка времени возврата позволяет ограничивать измерения по времени.

Поскольку защита от ошибочного включения должна включаться очень быстро, мгновенные значения тока контролируются в пределах большого диапазона частот уже в режиме работы 0. Если действительные измеренные величины существуют (режим работы 1), напряжение прямой последовательности, частота для блокировки защиты и мгновенные величины тока рассматриваются в качестве критериев отключения.

На рисунке ниже представлена логическая схема работы функции защиты от ошибочного включения. Ее можно заблокировать через дискретный вход. В качестве дополнительного критерия здесь может использоваться наличие напряжения возбуждения. Поскольку напряжение является необходимым критерием введения данной защиты, необходимо контролировать трансформаторы напряжения. Это делается с помощью функции блокировки при неисправностях цепей напряжения. Если она определяет сбой трансформатора напряжения, критерий напряжения для функции защиты от ошибочного включения деактивируется.

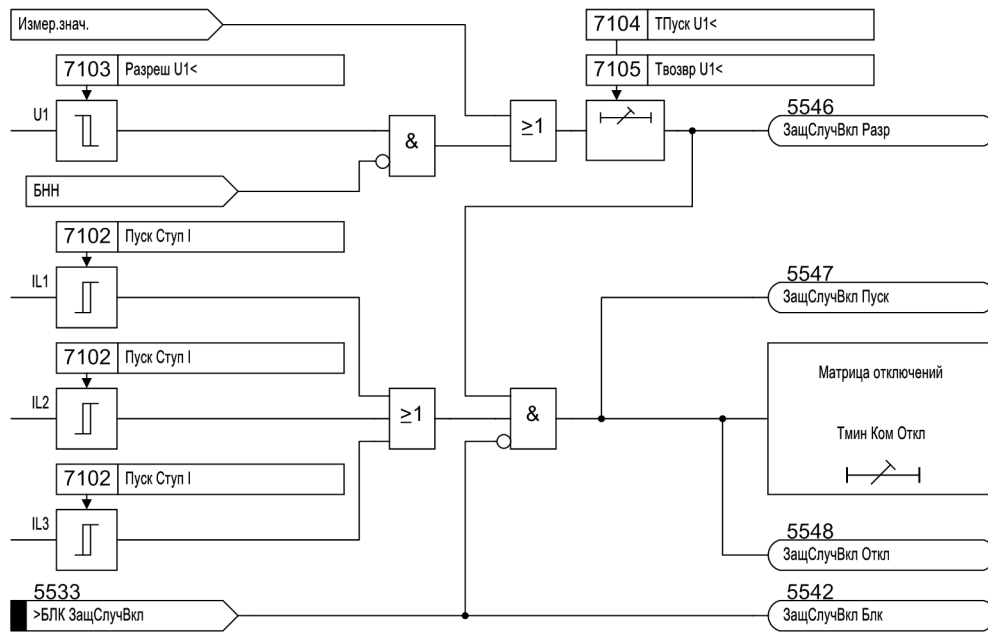


Рисунок 2-120 Логическая схема работы функции защиты от ошибочного включения

## 2.39.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты от ошибочного включения будет функционировать только в том случае, если при конфигурировании устройства по адресу **171 ЗащСлучВключ** было введено значение **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Адрес **7101 ЗащСлучВключ** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Критерии

Параметр **7102 Пуск Ступ I** служит для ввода пороговой величины тока пуска защиты. Как правило, эта величина устанавливается более чувствительной, чем пороговая величина пуска МТЗ. Тогда защита от ошибочного включения будет работать только тогда, когда устройство находится или в рабочем режиме 0, или если номинальные режимы еще не достигнуты. Параметр **7103 Разреш U1<** служит для определения этих номинальных режимов. Как правило, берется уставка приблизительно на 50-70% выше номинального напряжения. Значение задается на основе междуфазных напряжений. Уставка, равная 0, деактивирует отключение по напряжению. Однако, ее можно использовать только если **7102 Пуск Ступ I** будет использоваться в качестве 3-ей ступени зависимой МТЗ, с очень большой уставкой.

Параметр **7104 ТПуск U1<** является выдержкой времени выдачи команды отключения по пониженному напряжению. Пользователь должен выбрать для этой уставки значение большее, чем для выдержки времени отключения зависимой МТЗ.

Выдержка времени для блокировки команды отключения в случае, когда напряжение выше пороговой величины для пониженного напряжения, задается по адресу **7105 Твозвр U1<**. Функция защиты от ошибочного включения блокируется только после выборки этого времени для того, чтобы сделать отключение сразу после нежелательного включения двигателя возможным.



На рисунке ниже представлены последовательности событий при нежелательном включении машины в состоянии останова и, наоборот, при возникновении лавины напряжения в случае КЗ вблизи контактов генератора.

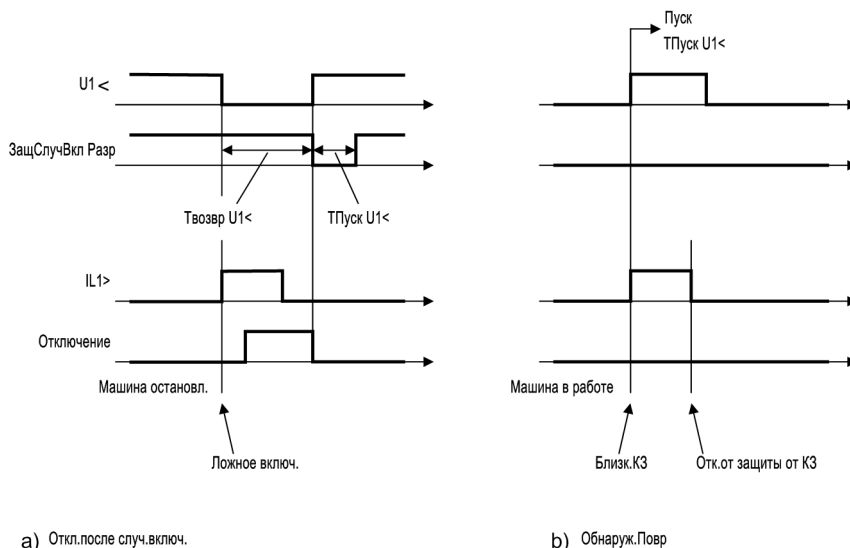


Рисунок 2-121 Хронологические последовательности событий при нежелательном включении

### 2.39.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7101	ЗащСлучВключ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от ошибочного включения
7102	Пуск Ступ I	5А	0.5 .. 100.0 А; ∞	1.5 А	Пуск ступени I
		1А	0.1 .. 20.0 А; ∞	0.3 А	
7103	Разреш U1<		10.0 .. 125.0 В; 0	50.0 В	Разреш. Пуск с порогом напр. U1<
7104	ТПуск U1<		0.00 .. 60.00 сек; ∞	5.00 сек	Выд. врем. на Пуск для U1<
7105	Твозвр U1<		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выд. врем. на возврат для U1<

**2.39.4 Сводная таблица сообщений**

<b>№</b>	<b>Сообщение</b>	<b>Тип сообщения</b>	<b>Комментарии</b>
5533	>БЛК ЗащСлучВкл	SP	>Блокир. защ.от случ.включ.
5541	ЗащСлучВкл Выв	OUT	Защ.от случ.включ. Выведена
5542	ЗащСлучВкл Блк	OUT	Защ.от случ.включ. заблокирована
5543	ЗащСлучВкл акт	OUT	Защ.от случ.включ. активна
5546	ЗащСлучВкл Разр	OUT	Разрешение для токовой ступ.
5547	ЗащСлучВкл Пуск	OUT	Защ.от случ.включ. Пуск
5548	ЗащСлучВкл Откл	OUT	Защ.от случ.включ. Отключение

## 2.40 Защита по пост. току / напряжению

Для определения величин постоянных напряжений, постоянных токов и небольших величин переменного тока устройство 7UM62 снабжено входом измерительного преобразователя (TD1), который может использоваться как для напряжений ( $\pm 10$  В), так и для токов ( $\pm 20$  мА). Более высокие постоянные напряжения подключаются через внешний делитель напряжения. Защита по постоянному току / напряжению может использоваться, например, для контроля напряжения возбуждения синхронных машин или для обнаружения замыканий на землю в цепях постоянного тока пускового преобразователя газовых турбин.

### 2.40.1 Описание функции

#### Принцип действия

Измерительный преобразователь выполняет аналого-цифровое преобразование измеренных величин. Преобразователь предусматривает гальваническую изоляцию, цифровой фильтр накапливает величины напряжений за два цикла и подавляет колебания высокой амплитуды и непериодические пики. Генерируется среднее значение за 32 цикла. Поскольку абсолютные величины дискретны, результат будет всегда положительным. Таким образом, полярность напряжения не имеет значения. При отсутствии достоверных измеренных величин переменного тока ("режим работы 0") защита по постоянному току / напряжению продолжает работать. При этом среднее значение рассчитывается из 4 x 32 измеренных значений выборок.

Если, в особых случаях, переменное напряжение должно измеряться через этот аналоговый вход, для защиты должен быть введен параметр **СреднеквадрЗнач**. Коэффициент 1.11 между среднеквадратическим значением и средним значением рассчитывается самой функцией защиты.

Опционально эта функция может использоваться для контроля низких токов, благодаря тому, что вход измерительного преобразователя TD был сконфигурирован как токовый вход, и уставки соответствующих перемычек на C-I/O-6 были изменены. Если уставки перемычек не соответствуют параметрам конфигурации, выдается сообщение об ошибке.

Защиту можно ввести как от повышения, так и от понижения напряжения. Ее работу можно заблокировать через дискретный вход, выдачу команд можно задержать на заданное время.

#### Проверка напряжения возбуждения

На следующем рисунке представлена логическая схема работы функции контроля напряжения возбуждения. Величина напряжения возбуждения пошагово уменьшается делителем напряжения до приемлемого для анализа уровня и подается на измерительный преобразователь.

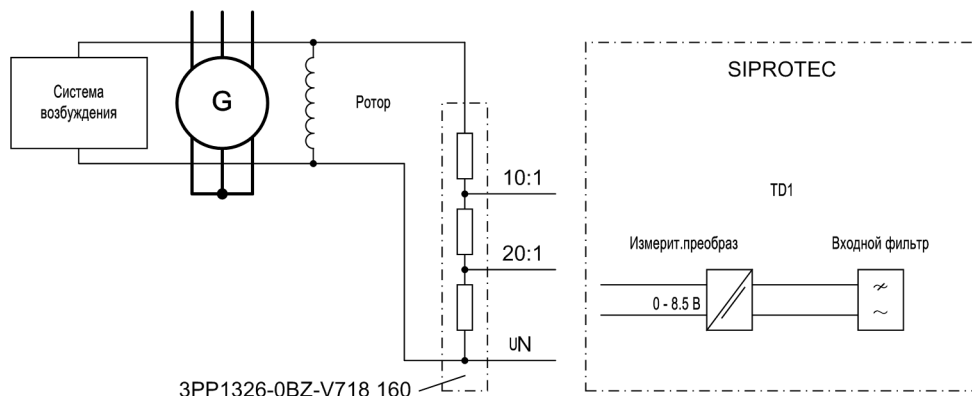


Рисунок 2-122 Применение функции защиты по постоянному току / напряжению для контроля напряжения возбуждения

### Обнаружение повреждения на землю в пусковом преобразователе

При возникновении замыкания на землю в цепи пускового преобразователя из-за наличия постоянного напряжения ток протекает через все заземленные части системы. Поскольку заземляющий трансформатор и трансформатор в нейтрали имеют более низкое сопротивление, чем трансформаторы напряжения, ток тепловой нагрузки будет наибольшим из них.

Постоянный ток преобразуется в напряжение на шунтирующем сопротивлении и подается через шунтирующий преобразователь на измерительный преобразователь устройства.

В качестве шунтирующих преобразователей могут использоваться измерительные преобразователи, например, 7KG6131. В случае малого расстояния между шунтирующим преобразователем и устройством защиты может использоваться вход напряжения. При больших расстояниях используйте модификацию устройства с токовым входом (от -20 до 20 мА или от 4 до 20 мА).

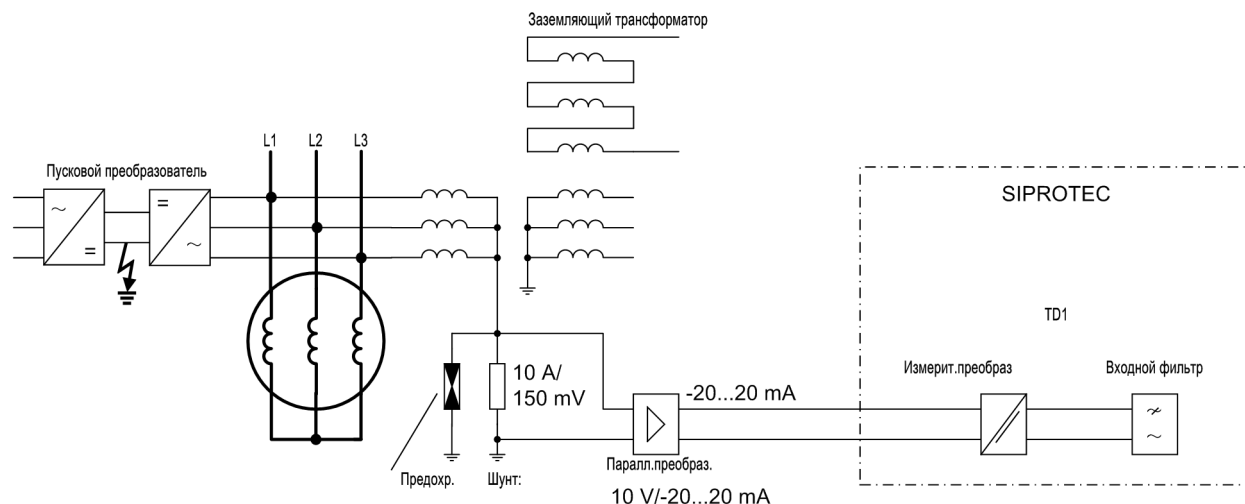


Рисунок 2-123 Применение функции защиты по постоянному току / напряжению для обнаружения повреждения на землю в пусковом преобразователе

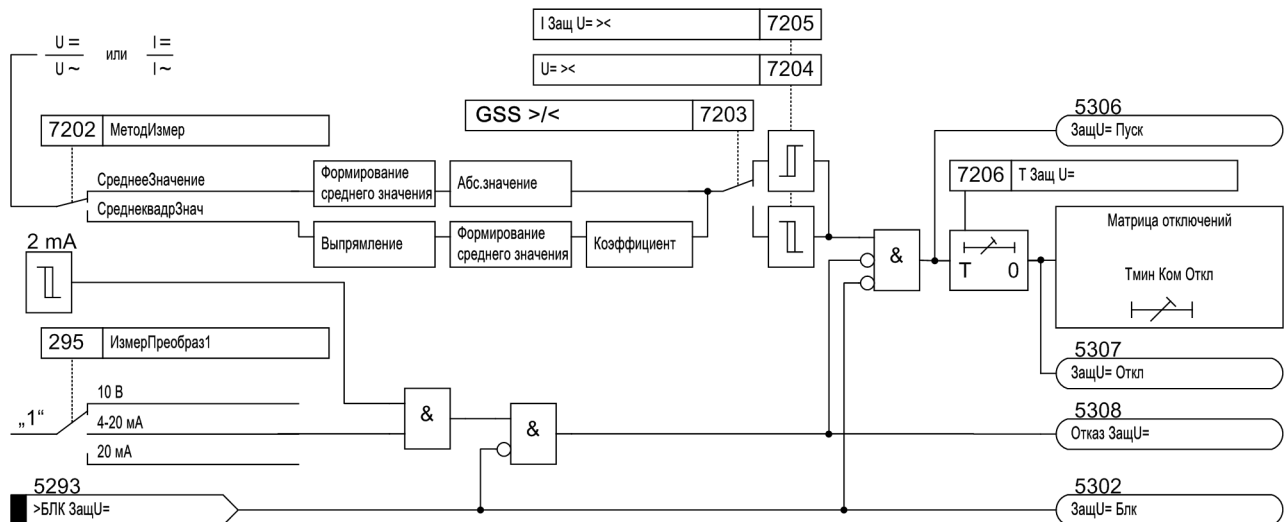


Рисунок 2-124 Логическая схема работы функции защиты по постоянному току / напряжению

## 2.40.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция защиты по постоянному току / напряжению будет доступна и находиться в рабочем состоянии если значение **Введено** задано по адресу **172 ЗащПостНапр/Ток**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Для соответствующего измерительного преобразователя 1, адрес **295 ИзмерПреобраз1** был введен один из вариантов: **10 В**, **4-20 мА** или **20 мА** (см. раздел 2.5).

Перемычки Х94, Х95 и Х67 модуля С-I/O-6 используются для задания на аппаратном уровне - будет ли входной измерительный преобразователь использован для тока или напряжения (см. раздел 3.1.2 главы „Монтаж и ввод в эксплуатацию“). Уставки перемычек должны соответствовать уставке по адресу **295**. Если это не так, устройство блокируется и выдает сообщения об этом. При поставке устройства перемычки и параметры конфигурации установлены для измерения напряжения.

Адрес **7201 ЗащПостНапр/Ток** служит для включения функции (**ВКЛ**), ее выключения (**ОТКЛ**) или блокировки только команды отключения (**РелеБлокировано**).

### Метод измерения

Обычно интегрированный в устройство фильтр для получения среднего значения находится во включенном состоянии. Высокоамплитудные составляющие или непериодические пики измеряемого напряжения усредняются при помощи этого фильтра. Полярность измеряемых напряжений не имеет значения, т.к. для расчета берется абсолютное значение напряжения.

В качестве альтернативы, синусоидальное переменное напряжение можно измерить (адрес **7202 МетодИзмер = СреднеквадрЗнач**). При этом защита умножает полученное среднее значение на 1,11. Частота переменного напряжения должна соответствовать частоте других переменных величин, т.к. последние определяют частоту дискретизации. Максимальная амплитуда переменного тока не должна превышать 10 В, поскольку для измерений среднеквадратических значений приемлема максимальная уставка  $7.0 V_{действ}$ . Результирующее более высокое вторичное напряжение можно уменьшить с помощью делителя.

Защита по постоянному току / напряжению может быть настроена по адресу **7203 Защ U= >/<** на защиту от повышения напряжения = **Разъед>** или от понижения напряжения = **Разъед<**.

### Пороговые величины для пуска защиты

В зависимости от того, какой вход - тока или напряжения - был задан по адресу **295 ИзмерПреобраз1**, будет доступен один из параметров, в то время как другой будет скрыт:

- пороговое значение измерения напряжения: **7204 U= ><**
- пороговое значение измерения тока: **7205 I Защ U= ><**

При вводе величин пуска (адрес **7204**), коэффициент делителя напряжения - если имеется - должен учитываться.

### Примеры применения

При использовании функции для контроля напряжения возбуждения защита по постоянному току задается для работы по понижению напряжения; порог пуска задается равным приблизительно 60-70% от напряжения возбуждения без нагрузки. Пользователи должны знать, что обычно делитель напряжения подключается между устройством защиты и источником напряжения возбуждения (см. выше).

Другим типичным случаем применения является защита от замыканий на землю пусковых преобразователей газовых турбин. В случае замыкания на землю в цепи постоянного тока если нейтраль трансформатора не заземлена, между ней и землей будет присутствовать половина постоянного напряжения. Это напряжение можно рассматривать как напряжение, питающее аварийный ток на землю. Если нейтрали трансформатора не заземлены, протекающий ток определяется из питающего напряжения и омического сопротивления всех трансформаторов, заземленных и гальванически подсоединенных к преобразователю. Величина этого постоянного тока составляет приблизительно от 3 до 4 А.

Для пускового преобразователя с пусковым трансформатором напряжением  $U_{H, ST} \approx 1.4$  кВ и 6-импульсной мостовой схемой, величина постоянного напряжения составит  $U_{\text{пост}} \approx 1.35 \cdot U_{H, ST} = 1.89$  кВ. В случае замыкания на землю в промежуточной цепи „напряжение смещения“ составит половину от постоянного напряжения ( $U_{\text{пост, повр.}} = 0.5 \cdot U_{\text{пост}} = 945$  В).

Если предположить, что заземляющий трансформатор имеет омическое сопротивление обмоток  $R = 150 \Omega$ , через его обмотки будет протекать постоянный ток  $I_0 = 945 \text{ В} / 150 \Omega = 6.3 \text{ А}$ .

**Примечание:** Омические сопротивления обмоток заземляющего трансформатора и трансформатора в нейтрали могут сильно различаться в зависимости от их типа. Для конкретной конфигурации их нужно запросить у производителя или измерить.

При отсутствии отключения аварийный ток на землю вызывает температурную перегрузку, которая может разрушить соединенные звездой трансформаторы напряжения и заземляющий трансформатор. Для гарантии надежности пуска защиты для нее вводят значение, меньшее половины тока повреждения, в данном примере - 2А. При использовании в этом примере шунтирующего сопротивления и шунтирующего преобразователя Этот ток вызывает вторичный ток в 4 мА (см. выше) (аварийный ток 6 А, выбранная величина пуска = 2 А, величина уставки = 4 мА).

### Выдержка времени

Выдержку времени отключения можно ввести по адресу **7206 Т Защ U=**. Выдержка времени является дополнительной выдержкой, которая не включает время действия самой функции защиты.

При использовании функции в качестве защиты от тока замыкания на землю значение **Т Защ U=** определяется по допустимой температурной нагрузке заземляющего и/или нейтрального трансформатора. Значение этой уставки, равное 2 с, вполне приемлемо.

**Примечание:** В режиме работы 0, рабочие промежутки времени для пуска и возврата защиты в 4 раза больше, т.к. при этом для устранения возмущений необходима более сложная процедура фильтрации.

### 2.40.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7201	ЗащПостНапр/Ток	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита по постоянному напряжению/току
7202	МетодИзмер	СреднееЗначение СреднеквадрЗнач	СреднееЗначение	Метод измер.(средн./среднеквадрат.зн ач.)
7203	Защ U= >/<	Разъед> Разъед<	Разъед>	Принцип работы (Защ Пост Напр/Ток >/<)
7204	U= ><	0.1 .. 8.5 В	2.0 В	Величина Пуск постоянного напряжения
7205	I Защ U= ><	0.2 .. 17.0 мА	4.0 мА	Величина Пуск постоянного тока
7206	Т Защ U=	0.00 .. 60.00 сек; ∞	2.00 сек	Выд.врем.на откл.для защ.пост.тока/напр.

### 2.40.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
5293	>БЛК ЗащU=	SP	>Блокир.защиту по пост.току/напряж
5301	ЗащU= выведена	OUT	Защита по пост.току/напряж выведена
5302	ЗащU= Блк	OUT	Защита по пост.току/напряж заблокир.
5303	ЗащU= актив	OUT	Защита по пост.току/напряж активна
5306	ЗащU= Пуск	OUT	Защита по пост.току/напряж сработ
5307	ЗащU= Откл	OUT	Защита по пост.току/напряж отключ
5308	Отказ ЗащU=	OUT	Отказ защиты по пост.току/напряж

## 2.41 Аналоговые выходы

В зависимости от конфигурации, устройство защиты электрических машин 7UM62 может иметь до 4 аналоговых выходов (встраиваемые модули портов В и D).

### 2.41.1 Описание функции

Передаваемые через эти интерфейсы значения были определены в процессе конфигурирования набора функций устройства.

Таблица 2-13 Могут быть доступны максимум 4 из следующих аналоговых входов:

Измеренное значение	Наименование	Масштабирование
I1	Компонент тока прямой последовательности	в % относительно $I_H$ генератора
I2	Компонент тока обратной последовательности	в % относительно $I_H$ генератора
IEE1	Чувствительный ток на землю	в % относительно 100 мА
IEE2	Чувствительный ток на землю	в % относительно 100 мА
U1	Компонент напряжения прямой последовательности	в % относительно $U_H$ генератора / $\sqrt{3}$
U0	Компонент напряжения нулевой последовательности	в % относительно $U_H$ генератора / $\sqrt{3}$
U03H	3. Напряжение 3-ей гармоники	в % относительно 0,1 $U_H$ генератора / $\sqrt{3}$ (относительно малые величины)
P	Абсолютное значение активной мощности	в % относительно $S_H$ генератора
Q	Абсолютное значение реактивной мощности	в % относительно $S_H$ генератора
S	Полная мощность	в % относительно $S_H$ генератора
f	Частота	в % относительно номинальной частоты $f_H$
U/f	Перевозбуждение	в % относительно номинальных значений защищаемого объекта
PHI	Угол мощности	в % относительно 90°
cos φ	Коэффициент мощности	в % относительно 1
$\Theta_L/\Theta_{L \text{ Откл}}$	Температура ротора	в % относительно максимально допустимой температуры ротора
$\Theta_S/\Theta_{S \text{ Откл}}$	Температура статора	в % относительно температуры отключения
RE REF	Сопротивление ротора относительно земли (метод измерения по $f_H$ )	в % относительно 100 кΩ
RE REF 1-3Hz	Сопротивление ротора относительно земли (метод измерения 1-3 Гц)	в % относительно 100 кΩ
RE SEF	"Вторичное" сопротивление статора относительно земли	в % относительно 100 Ω

Рабочие номинальные величины вводятся по адресам **251 Uн Ген/Двиг** и **252 Sn Ген/Двиг** (см. также раздел 2.5).

Для измеряемых величин, которые могут иметь отрицательный знак (мощность, коэффициент мощности), формируются и выдаются абсолютные величины.



Аналоговые значения выдаются в виде приложенных токов. Аналоговые выходы имеют номинальный диапазон между 0 мА и 20 мА, их рабочий диапазон может достигать 22.5 мА. Коэффициент конвертации и диапазон действия задаются.

## 2.41.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

При конфигурировании аналоговых выходов (Раздел 2.4.2), было определено (адреса **173 - 176**), какие из аналоговых входов устройства будут использоваться и для ввода каких измеряемых величин. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. Другие, связанные с данным аналоговым выходом параметры, в этом случае скрываются.

### Измеряемые величины

Выбрав измеряемые величины для аналоговых выходов, (Раздел 2.4.2, адреса **173 - 176**), задайте коэффициент конвертации и действующий диапазон этих величин для имеющихся выходов таким образом:

- Для аналогового выхода В1 точка "В" (порт В1):  
По адресу **7301 20 мА (В1/1)** = вводится выдаваемое значение в процентах по отношению к 20 мА.  
По адресу **7302 Мин Знач (В1/1)** задается минимальное действительное значение.
- Для аналогового выхода В2 точка "В" (порт В2):  
По адресу **7303 20 мА (В2/1)** = вводится выдаваемое значение в процентах по отношению к 20 мА.  
По адресу **7304 Мин Знач (В2/1)** задается минимальное действительное значение.
- Для аналогового выхода D1 точка "D" (порт D1):  
По адресу **7305 20 мА (D1/1)** = вводится выдаваемое значение в процентах по отношению к 20 мА.  
По адресу **7306 Мин Знач (D1/1)** задается минимальное действительное значение.
- Для аналогового выхода D2 точка "D" (порт D2):  
По адресу **7307 20 мА (D2/1)** = вводится выдаваемое значение в процентах по отношению к 20 мА.  
По адресу **7308 Мин Знач (D1/1)** задается минимальное действительное значение.

Максимально возможное значение составляет 22.0 мА; в случае переполнения (значение за пределами максимально допустимого диапазона) выдается величина = 22.5 мА.

#### Пример:

Составляющие прямой последовательности токов должны выдаваться через аналоговый выход В1 точка "В". 10 мА - должно выдаваться при номинальном токе, следовательно, 20 мА соответствует 200%. Величины ниже 1 мА не действуют.

Уставки:

Адрес **7301 20 мА (В1/1)** = 200%,

Адрес **7302 Мин Знач (В1/1)** = 1,0 мА.

### 2.41.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7301	20 мА (B1/1) =	10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (B1/1) соответствует
7302	Мин Знач (B1/1)	0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (B1/1) мин значение
7303	20 мА (B2/1) =	10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (B2/1) соответствует
7304	Мин Знач (B2/1)	0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (B2/1) мин значение
7305	20 мА (D1/1) =	10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (D1/1) соответствует
7306	Мин Знач (D1/1)	0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (D1/1) мин значение
7307	20 мА (D2/1) =	10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (D2/1) соответствует
7308	Мин Знач (D1/1)	0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (D2/1) мин значение
7310	МинЗнач(B1/2)	-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (B1/2)
7311	МинВелич(B1/2)	0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(B1/2)
7312	МаксЗнач(B1/2)	10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (B1/2)
7313	МаксВелич(B1/2)	10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(B1/2)
7320	МинЗнач(B2/2)	-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (B2/2)
7321	МинВелич(B2/2)	0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(B2/2)
7322	МаксЗнач(B2/2)	10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (B2/2)
7323	МаксВелич(B2/2)	10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(B2/2)
7330	МинЗнач(D1/2)	-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (D1/2)
7331	МинВелич(D1/2)	0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(D1/2)
7332	МаксЗнач(D1/2)	10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (D1/2)
7333	МаксВелич(D1/2)	10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(D1/2)
7340	МинЗнач(D2/2)	-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (D2/2)
7341	МинВелич(D2/2)	0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(D2/2)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7342	МаксЗнач(D2/2)	10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (D2/2)
7343	МаксВелич(D2/2)	10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(D2/2)

## 2.42 Функции контроля

Устройство располагает рядом дополнительных функций контроля исправности как аппаратных, так и программных средств. Кроме того, измеряемые величины непрерывно контролируются на достоверность, и следовательно, в систему контроля включаются цепи трансформаторов тока и напряжения.

### 2.42.1 Контроль измеряемых величин

#### 2.42.1.1 Мониторинг аппаратного обеспечения

Устройство самоконтролируется от измерительных входов до дискретных выходов. Существуют схемы контроля, процессор диагностирует аппаратные средства на наличие неисправности и недопустимых состояний (см. также Таблицу 2-14).

#### Напряжение питания и опорные напряжения

Напряжение питания процессора (5 В) контролируется аппаратными средствами; при значении напряжения ниже минимально допустимого значения процессор не функционирует. В этом случае устройство выходит из рабочего режима. При восстановлении напряжения микропроцессорная система перезапускается.

При исчезновении или отключении напряжения питания устройство защиты выводится из эксплуатации; сообщение об этом производится через контакт готовности (нормально замкнутый либо нормально разомкнутый). Кратковременные исчезновения напряжения питания (до 50 мс) не оказывают влияния на готовность устройства к работе (для номинального напряжения питания  $\geq 110$  В пост. тока).

Процессор контролирует опорное напряжение АЦП (аналого-цифрового преобразователя). При недопустимых отклонениях защита блокируется; при устойчивой длительной неисправности формируется соответствующее сообщение („Неиспр: АЦП“).

#### Буферная батарея

Буферная батарея (батарея автономного питания), обеспечивающая функционирование внутренних часов и хранение значений счетно-импульсных величин и сообщений при потере напряжения питания, циклически проверяется на уровень зарядки. При напряжении ниже допустимого минимального напряжения выдается сообщение „Неиспр Батарея“.

Если на устройство не подается напряжение питания в течение нескольких часов, внутренняя резервная батарея автоматически отключается, т.е. время больше не регистрируется. Данные буферов сообщений и регистрации повреждений при этом не теряются.

#### Блоки памяти

При запуске устройства тестируется оперативная память - ОЗУ (RAM). Если обнаруживается неисправность, то запуск прерывается, светодиоды LED при этом мигают. В процессе работы оперативная память контролируется с помощью подсчета контрольной суммы.

Для контроля ППЗУ программ (EPROM) циклически формируется промежуточная сумма и сравнивается с записанной в программе суммой.

Для контроля ЭППЗУ параметров циклически формируется промежуточная сумма и сравнивается с суммой, определяемой при каждом процессе параметрирования.

При обнаружении ошибки система запускается заново.

### Частота дискретизации

Частота дискретизации и синхронность аналогово-цифровых преобразователей постоянно контролируются. Если возможные отклонения не устраняются при помощи ресинхронизации, микропроцессорная система перезапускается.

### Сбор измеренных величин - токи

Для токовых цепей имеется по три измерительных входа на сторонах 1 и 2; сумма отцифрованных токов на одной стороне должна быть почти нулевой для генераторов с изолированной нейтралью при работе без замыканий на землю. Неисправность в цепях тока обнаруживается, если

$$I_F = | \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3} | > \text{Порог } \Sigma I \text{ Ст1} \cdot I_H + \text{Кoeffф } \Sigma I \text{ Ст1} \cdot I_{\text{макс}}$$
 или

$$I_F = | \underline{I}_{L1} + \underline{I}_{L2} + \underline{I}_{L3} | > \text{Порог } \Sigma I \text{ Ст2} \cdot I_H + \text{Кoeffф } \Sigma I \text{ Ст2} \cdot I_{\text{макс}}$$

При этом компоненты  $\text{Кoeffф } \Sigma I \text{ Ст1} \cdot I_{\text{макс}}$  или  $\text{Кoeffф } \Sigma I \text{ Ст2} \cdot I_{\text{макс}}$  учитывают возможный допустимый ток небаланса входных преобразователей тока, который пропорционален входному току и проявляется при больших токах (см. следующий рисунок). Коэффициент возврата равен приблизительно 95%.

При этом типе неисправности формируются сообщения „Ош.  $\Sigma I \text{ Ст1}$ “ или „Ош.  $\Sigma I \text{ Ст2}$ “.

Процедура контроля суммы значений измеренных токов работает только для той стороны, для нейтрали которой при конфигурировании устройства было по адресам **242** или **244** введено значение *Изолированная* в разделе Данных энергосистемы.

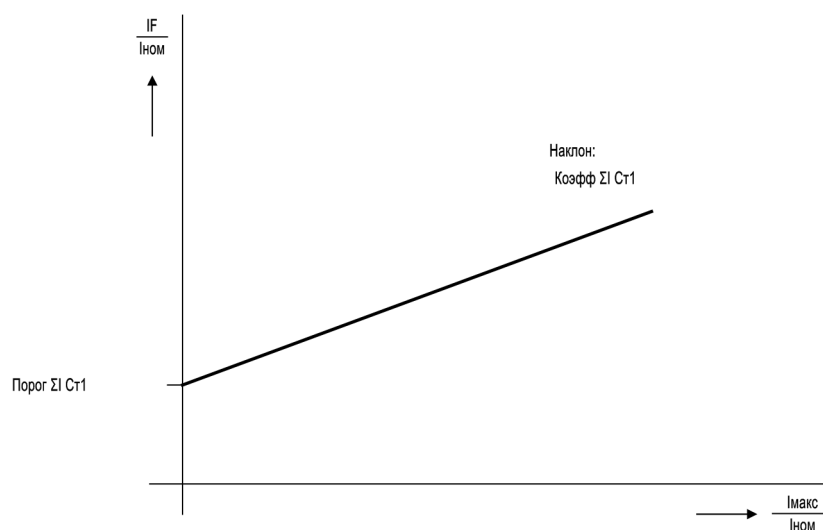


Рисунок 2-125 Контроль суммы значений измеренных токов

### Сбор измеренных величин - напряжения

В цепях напряжения имеются четыре измерительных входа: три для напряжений "фаза-земля", а также вход для напряжения смещения (е–п–напряжение разомкнутой дельта-

обмотки или нейтрального трансформатора), неисправность в цепях напряжения обнаруживается, если

$$| \underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3} + k_U \cdot \underline{U}_E | > \text{Сумм U} + \text{Сумм U} \times U_{\text{макс}}$$

**Сумм U** и **Сумм U** - это уставки параметров, а  $U_{\text{макс}}$  - максимальное из фазных напряжений. Коэффициент  $k_U$  учитывает разницу коэффициентов трансформации входа напряжения смещения и входов фазного напряжения (параметр  $k_U = \text{Uф} / \text{Утреуг}$ , адрес **225**). Компонент **Сумм U**  $\times U_{\text{макс}}$  учитывает допустимые пропорциональные напряжению ошибки трансформации входных преобразователей, которые могут быть особенно велики в случае высоких напряжений (см. следующий рисунок).

Неисправность сигнализируется сообщением „Неиспр  $\Sigma$  Uф-з“.



### Примечание

Процедура контроля суммы значений измеренных напряжений работает только в том случае, если внешнее напряжение смещения подключено к измеряемому напряжению смещения входу устройства и при конфигурировании устройства это было задано через параметр **223 Подключ UE**.

Процедура контроля суммы значений измеренных напряжений правильно работает только в том случае, если значение коэффициента адаптации **Uф / Утреуг** по адресу **225** было введено корректно (см. Раздел 2.5.1).

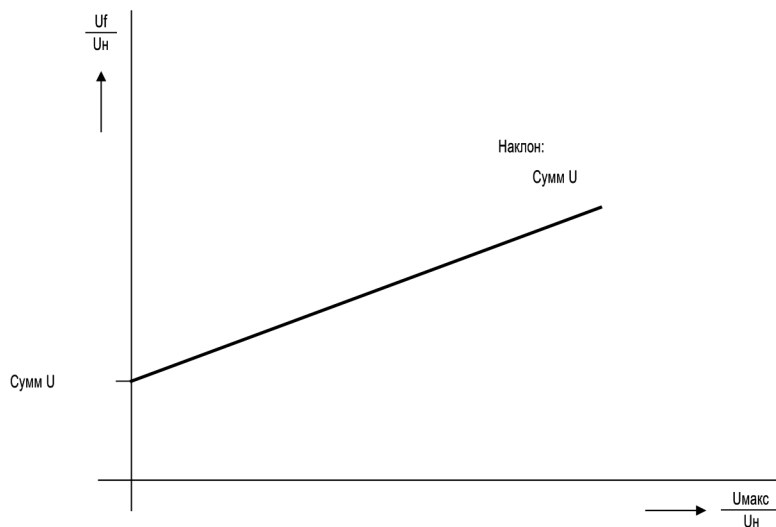


Рисунок 2-126 Контроль суммы значений измеренных напряжений

### 2.42.1.2 Контроль программного обеспечения

#### Самоконтроль (сторожевая схема)

Для непрерывного контроля выполнения программ в аппаратном обеспечении предусмотрен сторожевой таймер (сторожевая схема для аппаратного обеспечения), 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. При этом также происходит приведение процессора в исходное состояние с последующим перезапуском.

Если обнаруженная ошибка не устраняется при перезапуске, то выполняется повторный перезапуск. После трех безуспешных попыток перезапуска в течение 30 с устройство защиты автоматически выводится из работы и загорается красный светодиод LED "ERROR" (неисправность), срабатывает реле готовности и через нормально замкнутый контакт выдается сообщение об отказе устройства (через нормально замкнутый либо нормально разомкнутый контакт).

### 2.42.1.3 Контроль внешних измерительных цепей

Обрывы или КЗ во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения, а также ошибки при их подключении (важно при вводе в эксплуатацию!) обнаруживаются и сигнализируются устройством защиты. Для этих целей измеряемые величины периодически проверяются в фоновом режиме, если в сети нет повреждений.

#### Симметрия токов

Токи, поступающие через токовые входы на сторонах 1 и 2 проверяются на симметрию. В нормальном режиме сети (т.е. в отсутствие КЗ) исходят из условия наличия определенной симметрии токов. Контроль симметрии токов выполняется устройством с помощью контроллера амплитуды. При этом минимальный фазный ток сравнивается с максимальным фазным током. Несимметрия обнаруживается, если:

$$I_{\text{МИН}} / I_{\text{МАКС}} < \text{КoeffСимм I Ст1} \text{ пока } I_{\text{МАКС}} / I_{\text{Н}} > \text{Симм. I Ст1} / I_{\text{Н}}$$

$$I_{\text{МИН}} / I_{\text{МАКС}} < \text{КoeffСимм I Ст2} \text{ пока } I_{\text{МАКС}} / I_{\text{Н}} > \text{Симм. I Ст2} / I_{\text{Н}}$$

где  $I_{\text{маx}}$  это наибольший из трех фазных токов, а  $I_{\text{мин}}$  - минимальный. Коэффициенты симметрии **КoeffСимм I Ст1** или **КoeffСимм I Ст2** - это мера допустимой несимметричности фазных токов, тогда как предельные значения **Симм. I Ст1** или **Симм. I Ст2** - это нижний предел рабочего диапазона токов при этом виде контроля (см. рисунок ниже). Коэффициент возврата равен приблизительно 95%.

При этом типе неисправности формируются сообщения „Ош.симм.I Ст1“ или „Ош.симм.I Ст2“ отдельно для сторон 1 и 2.

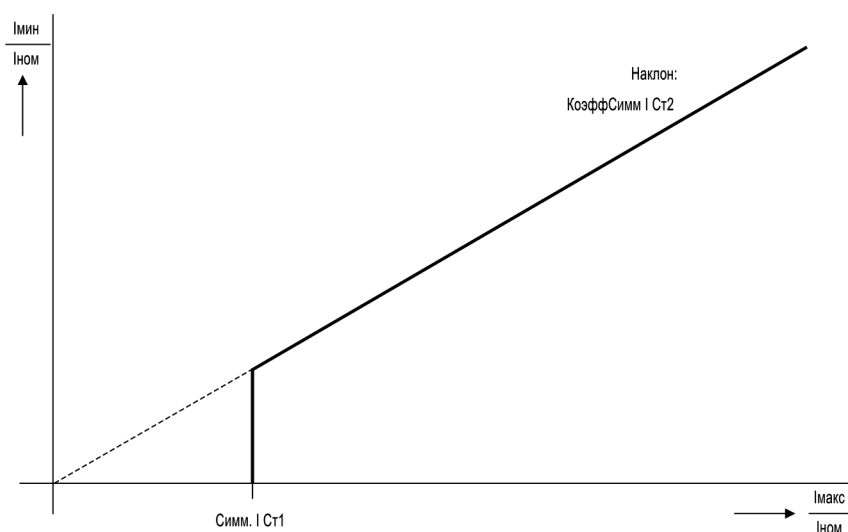


Рисунок 2-127 Контроль симметрии токов

### Симметрия напряжений

В нормальном режиме сети (т.е. в отсутствие КЗ) исходят из условия наличия определенной симметрии напряжений. При подключении к устройству двух междуфазных напряжений и напряжения смещения  $U_E$ , третье междуфазное напряжение рассчитывается. Выпрямленные средние величины напряжений формируются на базе фазных напряжений и проверяются на симметрию их значений. При этом минимальный фазный ток сравнивается с максимальным током. Несимметрия обнаруживается, если:

$$U_{\text{мин}} / U_{\text{макс}} < \text{Симм.У КрутХар пока } U_{\text{макс}} > \text{Симм.У ПорогПск}$$

Таким образом,  $U_{\text{макс}}$  - это наибольшее из трех линейных напряжений, а  $U_{\text{мин}}$  - наименьшее. Коэффициент симметрии **Симм.У КрутХар** является показателем несимметрии подключенных напряжений; пороговое значение **Симм.У ПорогПск** является нижним пределом рабочего диапазона этого контроля (см. следующий рисунок). Задать можно оба параметра. Коэффициент возврата равен приблизительно 95%.

Эта неисправность сигнализируется сообщением „Неисп Симметр.У“.

Если активна 90% защита статора от замыканий на землю, наличие нулевого напряжения приводит к асимметрии напряжений. Если при этом произойдет пуск защиты, функция контроля переходит в фоновый режим и не выдает никаких сообщений.

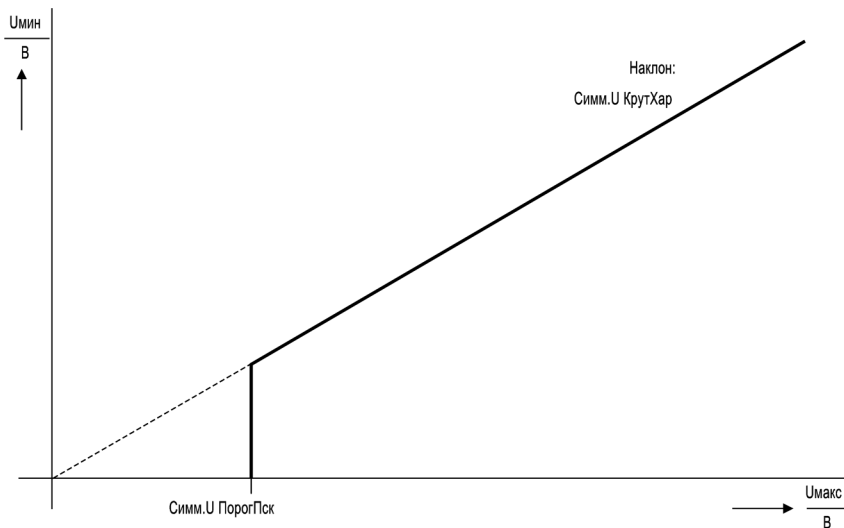


Рисунок 2-128 Контроль симметрии напряжений

### Последовательность чередования фаз тока и напряжения

Чтобы обнаружить изменение подключения фаз во входных цепях тока и напряжения, последовательность чередования фаз междуфазных измеренных напряжений и фазных токов проверяется при помощи контроля последовательности прохождений через ноль напряжений одинаковой полярности.

Определение направления при помощи поперечно поляризованных напряжений, выбор контура для защиты полного сопротивления, оценка напряжений прямой последовательности при защите от понижения напряжения и защите от несимметричной нагрузки - все эти функции используют прямое чередование фаз. Чередование фаз тока проверяется и сигнализируется отдельно для стороны 1 и 2.

Направление вращения измеряемых напряжений определяется с помощью контроля последовательности чередования фазных напряжений



$\underline{U}_{L1}$  перед  $\underline{U}_{L2}$  перед  $\underline{U}_{L3}$

и фазных токов, в каждой фазе

$\underline{I}_{L1}$  перед  $\underline{I}_{L2}$  перед  $\underline{I}_{L3}$ .

Контроль чередования фаз напряжения осуществляется, если измеренные напряжения достоверны и каждое из них имеет значение больше минимального граничного:

$$|\underline{U}_{L1}|, |\underline{U}_{L2}|, |\underline{U}_{L3}| > 40 V/\sqrt{3}$$

Контроль чередования фаз тока осуществляется, если измеренные тока достоверны и каждое из них имеет значение больше минимального граничного:

$$|\underline{I}_{L1}|, |\underline{I}_{L2}|, |\underline{I}_{L3}| > 0.5 I_N.$$

При обратном вращении поля (L1, L3, L2), выводятся соответствующие сообщения „Неисп Чер.Фаз U“, (№ 176) или „НеисЧерФазI Ст1“, (№ 265) для стороны 1, или сообщение „НеисЧерФазI Ст2“, (№ 266) для стороны 2, а также комбинация ИЛИ этих сообщений „Неисп.Черед.Фаз“, (№ 171).

Если сеть обладает обратным вращением поля, то это должно указываться при параметрировании устройства **271 Чередование фаз** или через соответственно ранжированный дискретный вход. Если порядок чередования фаз в реле меняется, фазы L2 и L3 внутри реле меняются местами, а также меняются местами токи прямой и обратной последовательности (см. также Подраздел 2.47). Это не будет оказывать влияния на пофазные сообщения, сообщения о неисправностях и измеренные значения.

#### 2.42.1.4 Примечания по вводу уставок

##### Контроль измеряемых величин

Процедура контроля измеряемых величин может быть включена (**ВКЛ**) или отключена (**ОТКЛ**) по адресу **8101 Контр Измерений**. Чувствительность функций контроля измеряемых величин можно изменять. Заводские установки достаточны в большинстве случаев. Если при применении ожидаются особенно большая несимметрия токов и/или напряжений в рабочем режиме или если при эксплуатации кажется, что определенные функции контроля в отдельных случаях срабатывают случайным образом, то уставки следует задать менее чувствительными.

По адресу **8102 Симм.У ПорогПск** задается значение минимального междуфазного напряжения, при превышении которого начинает работать модуль контроля симметрии напряжений (см. также рисунок "Контроль симметрии напряжений"). По адресу **8103 Симм.У КрутХар** задается соответствующий коэффициент симметрии; т.е. наклон кривой характеристики симметрии.

Адрес **8104 Симм. I Ст1** определяет для стороны 1, адрес **8106 Симм. I Ст2** - для стороны 2, предельное значение тока, при превышении которого начинает работать процедура контроля симметрии токов(см. также рисунок "Контроль симметрии токов"). По адресу **8105 КоэффСимм I Ст1** задается соответствующий коэффициент симметрии для стороны 1, по адресу **8107 КоэффСимм I Ст2** - для стороны 2, т.е. наклон характеристики симметрии.

Адрес **8110 Порог ΣI Ст1** задает для стороны 1 предельное значение тока, по достижении которого активизируется модуль контроля сумм токов (см. рисунок "Контроль сумм токов") начинает действовать (уставка является абсолютной, нормируется только по  $I_N$ ). Соответственно адрес **8112 Порог ΣI Ст2** относится к стороне 2. Относительное значение (нормируется по максимальному фазному току) для запуска процедуры контроля сумм токов вводится для стороны 1 по адресу **8111 Коэфф ΣI Ст1**, для стороны 2 - по адресу **8113 Коэфф ΣI Ст2**.

Адрес **8108 Сумм U** определяет пороговое значение напряжения, выше которого начинает действовать процедура контроля сумм токов (см. также рисунок "Контроль сумм токов") (абсолютная величина, нормируется только по  $U_H$ ). Относительное значение для пуска процедуры контроля сумм токов вводится по адресу **8109 Сумм U**.



### Примечание

В разделе Данные энергосистемы 1 были заданы контур напряжения на землю и его коэффициент согласования **Уф / Утреуг**. Функции контроля измеряемых величин будут правильно работать только в случае корректного ввода указанных величин.

#### 2.42.1.5 Сводная таблица параметров (уставок)

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8101	Контр Измерений		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль измеряемых величин
8102	Симм. U Порог Пск		10 .. 100 В	50 В	Симметрия напряжений: порог срабатывания
8103	Симм. U Крут Хар		0.58 .. 0.90	0.75	Симметрия напряжений: крутизна характер.
8104	Симм. I Ст1	1А	0.10 .. 1.00 А	0.50 А	Контроль симметрии токов для стороны 1
		5А	0.50 .. 5.00 А	2.50 А	
8105	Кэфф Симм I Ст1		0.10 .. 0.90	0.50	Кэфф. симметрии токов для стороны 1
8106	Симм. I Ст2	5А	0.50 .. 5.00 А	2.50 А	Контроль симметрии токов для стороны 2
		1А	0.10 .. 1.00 А	0.50 А	
8107	Кэфф Симм I Ст2		0.10 .. 0.90	0.50	Кэфф. симметрии токов для стороны 2
8108	Сумм U		10 .. 200 В	10 В	Контроль симметрии U: уставка
8109	Сумм U		0.60 .. 0.95 ; 0	0.75	Контроль симметрии U: наклон хар-ки
8110	Порог ΣI Ст1	1А	0.05 .. 2.00 А	0.10 А	Сумма I на Стороне 1: уставка
		5А	0.25 .. 10.00 А	0.50 А	
8111	Кэфф ΣI Ст1		0.00 .. 0.95	0.10	Сумма I на Стороне 1: коэф наклона хар-к
8112	Порог ΣI Ст2	5А	0.25 .. 10.00 А	0.50 А	Сумма I на Стороне 2: уставка
		1А	0.05 .. 2.00 А	0.10 А	
8113	Кэфф ΣI Ст2		0.00 .. 0.95	0.10	Сумма I на Стороне 2: коэф наклона хар-к

### 2.42.1.6 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
161	Повр. Контр. I	OUT	Неисправность: Общий контроль тока
164	Неис Контроль U	OUT	Неисправн:контр.изм U,сумм сигнализац
165	Неиспр $\Sigma$ Uф-з	OUT	Неисправн:суммирование напрФаза-Земля
167	Неисп Симметр.U	OUT	Неисправность: Симметрия напряжения
171	Неисп.Черед.Фаз	OUT	.: Чередование фаз
176	Неисп Чер.Фаз U	OUT	Неисправн.: Чередование фаз напряжения
197	Контр.Изм: Откл	OUT	Контроль измеряемых величин отключен
230	Ош. $\Sigma$ I Ст1	OUT	Ошибка: сумма токов на стороне 1
231	Ош. $\Sigma$ I Ст2	OUT	Ошибка: сумма токов на стороне 2
265	НеисЧерФазI Ст1	OUT	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 1
266	НеисЧерФазI Ст2	OUT	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 2
571	Ош.симм.I Ст1	OUT	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 1
572	Ош.симм.I Ст2	OUT	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 2

## 2.42.2 Контроль

### 2.42.2.1 Блокировка при неисправностях цепей напряжения

При сбое измеряемого напряжения из-за возникновения КЗ или повреждения проводника во вторичной цепи трансформатора напряжения определенные измерительные контуры могут ошибочно считывать нулевое значение напряжения. Результаты измерений функции защиты от понижения напряжения, дистанционной защиты и других зависимых от величины напряжения функций при этом могут быть неверными и привести к нежелательным действиям защит.

Если вместо автоматов ТН с заведенными блок-контактами используются предохранители, то функция контроля цепей напряжения может обнаружить проблемы во вторичных цепях трансформатора напряжения. Конечно, вместе с данной функцией одновременно можно использовать и автомат ТН.

Эта функция использует ток стороны 2.

### Принцип измерений при 1- и 2-фазных сбоях напряжения

Процедура обнаружения сбоя измеряемого напряжения основана на основе возникновения значительных напряжений обратной последовательности при 1- и 2-фазных повреждениях напряжения без изменения тока. Это дает возможность отличать сбой напряжения от возникновения несимметрий в энергосистеме. Если компоненты обратной последовательности отнести к току прямой последовательности, для **случая без повреждения** применимы следующие соотношения:

$$\frac{U_2}{U_1} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{I_2}{I_1} = 0$$

При возникновении повреждения на трансформаторах напряжения, для **1-фазного повреждения** применимы следующие соотношения:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{0.33}{0.66} = 0.5 \quad \text{и} \quad \frac{I_2}{I_1} = 0 \quad \left( \frac{U_2}{U_1} > \frac{I_2}{I_1} \right)$$

При возникновении повреждения на трансформаторах напряжения, для **2-фазного повреждения** применимы следующие соотношения:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{0.33}{0.33} = 1 \quad \text{и} \quad \frac{I_2}{I_1} = 0 \quad \left( \frac{U_2}{U_1} > \frac{I_2}{I_1} \right)$$

В случае отсутствия одной или двух фаз, будут получены те же цифры - 0,5 или 1. Соответственно, функция контроля напряжения не реагирует, т.к. не может возникнуть повреждений ТН.

С целью избежать - в случае слишком малых величин прямой последовательности - неправильного функционирования вследствие неточностей обнаружения сбоев измеряемых напряжений, при достижении минимальных пороговых значений прямой последовательности для напряжения ( $U_1 < 10 \text{ В}$ ) и тока ( $I_1 < 0.1 I_n$ ) функция блокируется.

### 3-фазный сбой напряжения

3-фазный сбой напряжения ТН не может быть обнаружен по величинам прямой или обратной последовательностей, как было описано выше. Здесь необходим контроль хронологической последовательности тока и напряжения. При возникновении падения напряжения практически до нуля (или при напряжении, равном нулю), даже если величина тока при этом не изменилась, это может быть признаком 3-фазного сбоя ТН. Для распознавания такой ситуации оценивается отклонение действующего значения тока от номинального. Функция контроля сбоя измерительного напряжения блокируется, если это отклонение превышает заданное пороговое значение. Более того, данная функция блокируется в условиях существующего пуска МТЗ.

### Дополнительные критерии

В дополнение к вышесказанному, функция может либо быть заблокирована через дискретный вход, или деактивирована защитой от понижения напряжения на отдельной группе трансформаторов напряжения. Если при этом на отдельной группе ТН обнаружено пониженное напряжение, то скорее всего не из-за ошибки трансформатора, и модуль контроля операции переключения будет заблокирован. Эта отдельная защита от понижения напряжения должна быть конфигурирована без выдержки времени и также должна оценивать напряжения прямой последовательности (например, устройство 7RW600).

### Напряжение на входе $U_E$

В зависимости от того, как подключен вход  $U_E$ , на нем бывает необходимо блокировать измерение напряжения. Блокировку можно построить с помощью логических схем CFC и скомбинировать с сообщением „Повр.цепей ТН“.

### Блокировка других функций

Функция контроля цепей напряжения может непосредственно блокировать функции (см. рисунок 2-129). Если другие функции, например, защита от потери возбуждения, должна быть заблокирована, нужно использовать сигнал „Повр.цепей ТН“ и скомбинировать его с блокируемой функцией защиты, используя логический компонент (CFC).

## Логические принципы

При обнаружении неисправности цепей напряжения (рисунок 2-129, левый логический блок), это состояние сохраняется. Это гарантирует, что сообщение об исчезновении напряжения будет поддерживаться даже в случае КЗ. Как только исчезновение будет устранено и напряжение прямой последовательности поднимется выше 85% от номинального, сохраняемое значение удаляется, и с задержкой в 10 с снимается сообщение о потере напряжения.

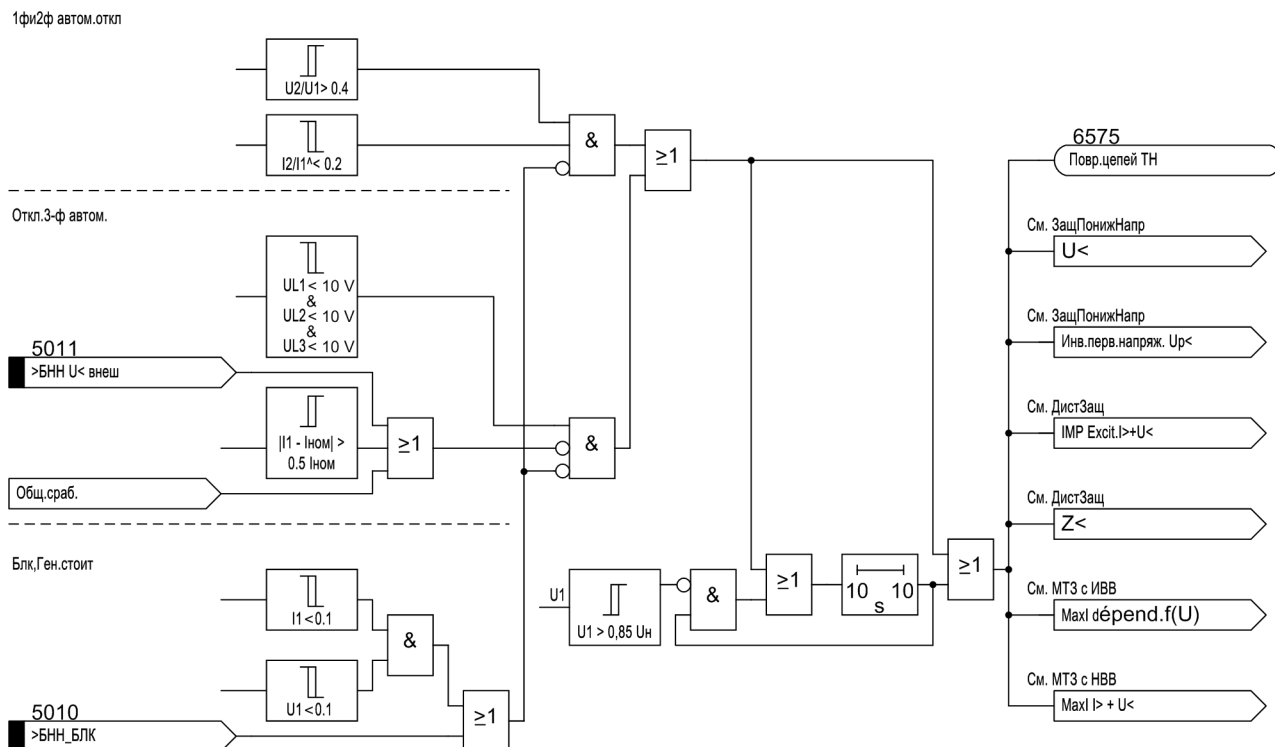


Рисунок 2-129 Логическая схема работы функции блокировки при неисправностях цепей напряжения

### 2.42.2.2 Реакции устройства на неисправности

В зависимости от типа обнаруженной неисправности, формируется соответствующее сообщение, происходит перезапуск процессорной системы или вывод устройства из работы. После трех безуспешных попыток перезапуска устройство выводится из работы. При обнаружении неисправности при помощи размыкающегося контакта (нормально замкнутого) сообщается о неисправности. Кроме того, на передней панели загорается красный светодиод "ERROR" (ОШИБКА), если имеется достаточный уровень напряжения питания, и гаснет зеленый светодиод "RUN" (ГОТОВНОСТЬ). При нарушении внутреннего напряжения питания гаснут все светодиоды. В следующей таблице представлены различные функции контроля и возможные реакции устройства при обнаружении неисправности.

Таблица 2-14 Реакции устройства при обнаружении неисправности

Процедуры контроля	Возможные причины	Реакция на неисправность	Сообщение (No.)	Дискретный выход
Исчезновение напряжения питания	Внешняя (напр.питания) Внутренняя (преобразователь)	Устройство не работает	все светодиоды не горят	возврат DOK <sup>2)</sup>
Внутренние напряжения питания	Внутренняя (преобразователь или опорное напряжение)	Вывод устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА" „Ошибка АЦП“ (No.181)	возврат DOK <sup>2)</sup>
Батарея	Внутренняя (резервная батарея)	Сообщение	„Повр. Батарея“ (No. 177)	
Самоконтроль аппаратного обеспечения	Внутренняя (ошибка процессора)	Вывод устройства из работы <sup>1)</sup>	Горит светодиод "ОШИБКА"	возврат DOK <sup>2)</sup>
Самоконтроль программного обеспечения	Внутренняя (ошибка процессора)	Попытка перезапуска <sup>1)</sup>	Горит светодиод "ОШИБКА"	возврат DOK <sup>2)</sup>
Рабочее ПЗУ	Внутренняя (аппаратная)	Прерывание повторного запуска, Вывод устройства из работы	Светодиоды мигают	возврат DOK <sup>2)</sup>
Оперативное запоминающее устройство программ (ОЗУ)	Внутренняя (аппаратная)	во время пуска	Светодиоды мигают	возврат DOK <sup>2)</sup>
		при работе Попытка перезапуска <sup>1)</sup>	Горит светодиод "ОШИБКА"	
Сохранение уставок	Внутренняя (аппаратная)	Попытка перезапуска <sup>1)</sup>	Горит светодиод "ОШИБКА"	возврат DOK <sup>2)</sup>
Тактовая частота	Внутренняя (аппаратная)	Вывод устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА"	возврат DOK <sup>2)</sup>
Переключение номинального тока (1 А / 5 А) на стороне 1	Неправильное положение переключек для 1 А/5 А на стороне 1	Сообщение о выводе устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА" „Ош.1А/5А Ст1“ (No. 210)	возврат DOK <sup>2)</sup>
Переключение номинального тока (1 А / 5 А) на стороне 2	Неправильное положение переключек для 1 А/5 А на стороне 2	Сообщение о выводе устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА" „Ош.1А/5А Ст2“ (No. 211)	возврат DOK <sup>2)</sup>
Переключение напряжение / ток на MU1	Уставки переключек для измерительного преобразователя 1 несовместимы с параметром 0295	Сообщение о выводе устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА" „Ош.Перем. TD1“ (No. 212)	возврат DOK <sup>2)</sup>
Переключение напряжение / ток на MU2	Уставки переключек для измерительного преобразователя 2 несовместимы с параметром 0296	Сообщение о выводе устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА" „Ош.Перем. TD2“ (No. 213)	возврат DOK <sup>2)</sup>
Переключение фильтра вкл/выкл на MU1	Уставки переключек для измерительного преобразователя 1 несовместимы с параметром 0297	Сообщение о выводе устройства из работы	Горит светодиод "ОШИБКА" „Ош.Перем. TD3“ (No. 214)	возврат DOK <sup>2)</sup>
Сумма токов на стороне 1	Внутренняя (регистрация измеряемых значений)	Сообщение	„Ош. ΣI Ст1“ (No. 230)	как назначено

Процедуры контроля	Возможные причины	Реакция на неисправность	Сообщение (No.)	Дискретный выход
Сумма токов на стороне 2	Внутренняя (регистрация измеряемых значений)	Сообщение	„Ош. $\Sigma I$ Ст2“ (No. 231)	как назначено
Симметрия токов на стороне 1	Внешняя (энергосистема или трансформатор тока)	Сообщение	„Ош.сimm.I Ст1“ (No. 571)	как назначено
Симметрия токов на стороне 2	Внешняя (энергосистема или трансформатор тока)	Сообщение	„Ош.сimm.I Ст2“ (No. 572)	как назначено
Сумма напряжений	Внутренняя (регистрация измеряемых значений)	Сообщение	„Повр. Симметр.U“ (No. 165)	как назначено
Симметрия напряжений	Внешняя (энергосистема или трансформатор тока)	Сообщение	„Повр. Симметр.U“ (No. 167)	как назначено
Чередование фаз напряжений	Внешняя (энергосистема или подключение)	Сообщение	„Повр. Чер.Фаз U“ (No. 176)	как назначено
Чередование фаз токов на стороне 1	Внешняя (энергосистема или подключение)	Сообщение	„НеисЧерФазI Ст1“ (No. 265)	как назначено
Чередование фаз токов на стороне 2	Внешняя (энергосистема или подключение)	Сообщение	„НеисЧерФазI Ст2“ (No. 266)	как назначено
Блокировка при неисправностях цепей напряжения	Внешняя (трансформатор напряжения)	Сообщение	„Повр.цепей ТН“ (No. 6575)	как назначено
Контроль цепей отключения	Внешняя (цепь отключения или напряжения управления)	Сообщение	„Повр.: ЦепОткл“ (No. 6865)	как назначено

- 1) После трех неуспешных попыток устройство выводится из работы.
- 2) DOK = “Device OK” = Реле готовности устройства осуществляет возврат, функции защиты и управления блокируются. Возможны служебные сообщения.

### 2.42.2.3 Примечания по вводу уставок

#### Блокировка при неисправностях цепей напряжения

Внутренняя система АПВ может быть доступна и функционировать только тогда, когда в процессе конфигурирования функций устройства по адресу **180 БНН** введено **Введено**. Если функция не нужна, здесь необходимо задать **Выведено**. По адресу **8001 БНН** эту функцию можно включить (**ВКЛ**) или отключить (**ОТКЛ**).

Пороговые величины  $U_2/U_1$  40% и  $I_2/I_1$  20% для обнаружения 1-фазных и 2-фазных сбоев напряжения - фиксированы. Пороговые величины 3-фазных сбоев напряжения (порог пониженного напряжения = 10 В, ниже которого функция обнаружения исчезновения напряжения реагирует, даже если изменения тока значительны и контроль дифференциального тока =  $0.5 I_n$ ) также фиксированы и их не нужно вводить.

### 2.42.2.4 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8001	БНН	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Блокировка при неиспр. цепей напряжения

### 2.42.2.5 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
68	ОшибСинхВремени	OUT	Ошибка синхронизации времени
110	Сообщ Утеряны	OUT_Ev	Сообщения утеряны
113	Метка утеряна	OUT	Метка утеряна
140	ОшСуммАварСинг	OUT	Ошибка суммарной аварийной сигнализации
147	Неиспр БлПитан	OUT	Неисправность блока питания
160	СуммарСигн	OUT	Суммарное сигнализация
177	Неисп Батарея	OUT	Неисправность: Разряд батареи
181	Неиспр: АЦП	OUT	Неисправность: АЦП
185	Неиспр:Плата 3	OUT	Неисправность:Плата 3
187	Неиспр:Плата 5	OUT	Неисправность:Плата 5
188	Неиспр:Плата 6	OUT	Неисправность:Плата 6
190	Неиспр:Плата 0	OUT	Неисправность:Плата 0
191	Неиспр: Смещен	OUT	Аппарат.неисправность: смещение
193	ОшибкаКалибрДан	OUT	Неиспр: калибровка аналого.входа неверна
194	ТТ IE ошиб	OUT	Ошибка: ТТ IE не совпад.с кодом MLFB
210	Ош.1А/5А Ст1	OUT	Ошиб:полож.перем.1А/5А отлич.от уст.Ст1
211	Ош.1А/5А Ст2	OUT	Ошиб:полож.перем.1А/5А отлич.от уст.Ст2
212	Ош.Перем. TD1	OUT	Ошибка: полож.перем. TD1 отлич.от уст.
213	Ош.Перем. TD2	OUT	Ошибка: полож.перем. TD2 отлич.от уст.
214	Ош.Перем. TD3	OUT	Ошибка: полож.перем. TD3 отлич.от уст.
264	RTD 1 неиспр	OUT	Блок RTD1 неисправен
267	RTD 2 неиспр	OUT	Блок RTD2 неисправен
5010	>БНН_БЛК	SP	>БНН блокирована
5011	>БНН U< внеш	SP	>БНН внешн. Защ.от пониж напряж
6575	Повр.цепей ТН	OUT	Повреждение в цепях ТН



## 2.43 Контроль цепей отключения

Многофункциональное защитное реле 7UM62 имеет встроенный модуль 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, выдается аварийный сигнал („НеиспКонЦепиОтк“). Способ контроля с использованием двух дискретных входов позволяет обнаружить отказы силового выключателя при любых состоянии выключателя. При использовании только одного дискретного входа при реализации контроля неисправности цепей отключения не распознаются неисправности, связанные с отказом собственно силового выключателя.

### 2.43.1 Описание функции

#### Контроль с двумя дискретными входами (не подключенными к общему потенциалу)

Способ контроля с использованием двух дискретных входов которые подключены согласно следующему рисунку, параллельно соответствующему контакту командного реле защиты с одной стороны, и параллельно блок-контактам силового выключателя с другой стороны.

Условием использования контроля цепи отключения является то, что напряжение управления для выключателя больше, чем сумма минимальных падений напряжения на двух дискретных входах ( $U_{упр} > 2 \cdot U_{ДВх\ мин}$ ). Поскольку для каждого дискретного входа необходимо минимальное напряжение 19 В, то контроль можно использовать, только если напряжение управления больше 38В.

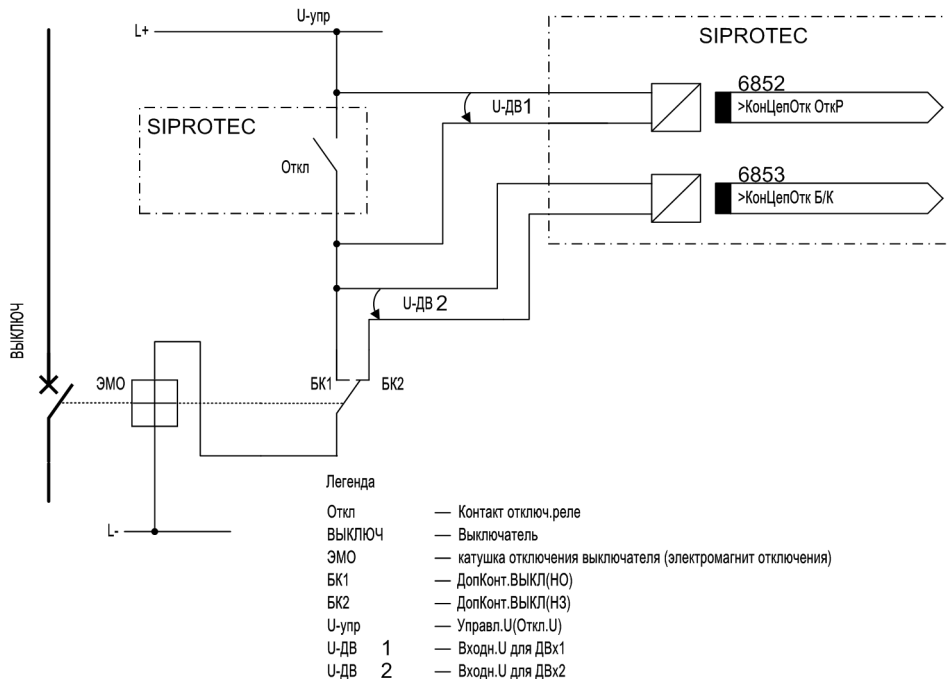


Рисунок 2-130 Принцип реализации способа контроля цепи отключения с двумя дискретными входами (не подключенными к общему потенциалу)

Способ контроля с двумя дискретными входами обнаруживает не только обрывы в цепях отключения и исчезновение управляющего напряжения, но контролирует также реакцию силового выключателя по положению его блок-контактов.

В зависимости от состояния командного реле и положения силового выключателя дискретные входы или включаются (логическое положение „Н“ в таблице 2-15) или закорачиваются (логическое состояние „L“).

Состояние, при котором оба дискретных входа не активизированы управляющим напряжением („L“) возможно только в течение короткого времени переключения (контакт командного реле замкнут, но силовой выключатель еще не отключен) при исправной цепи отключения. Такое длительное состояние возникает только при обрыве или КЗ в цепях отключения, а также при исчезновении оперативного напряжения батареи или при неисправностях привода выключателя и поэтому рассматривается как критерий контроля.

Таблица 2-15 Состояние дискретных входов в зависимости от состояния контактов отключения и выключателя

№	Контакт отключения	Выключатель	Блок-контакт 1	Блок-контакт 2	Дискретный вход 1	Дискретный вход 2
1	Разомкнут	ОТКЛ.	Замкнут	Разомкнут	Н	L
2	Разомкнут	ЗАМКНУТ	Разомкнут	Замкнут	Н	Н
3	Замкнут	ОТКЛ.	Замкнут	Разомкнут	L	L
4	Замкнут	ЗАМКНУТ	Разомкнут	Замкнут	L	Н

Состояния двух дискретных входов проверяются периодически. (период ~ 600 мс). Если при опросе состояния неисправность фиксируется три раза подряд (за 1,8 с) формируется соответствующее сообщение (см. следующий рисунок). Повторные опросы определяют задержку появления аварийного сигнала и предотвращают появление этого сигнала при кратковременных промежуточных состояниях. После того, как повреждение в цепи отключения ликвидировано, аварийный сигнал автоматически снимается после такой же задержки.

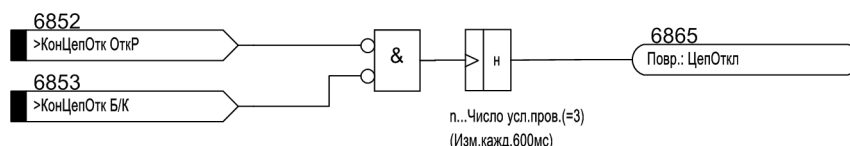


Рисунок 2-131 Логическая схема контроля цепи отключения с использованием двух дискретных входов

### Контроль с двумя дискретными входами (подключенными к общему потенциалу)

При использовании двух дискретных входов, подключенных к общему потенциалу, они подключаются согласно следующему рисунку, с общим подключением L+ или параллельно к соответствующему контакту командного реле защиты и блок-контакту силового выключателя 1.

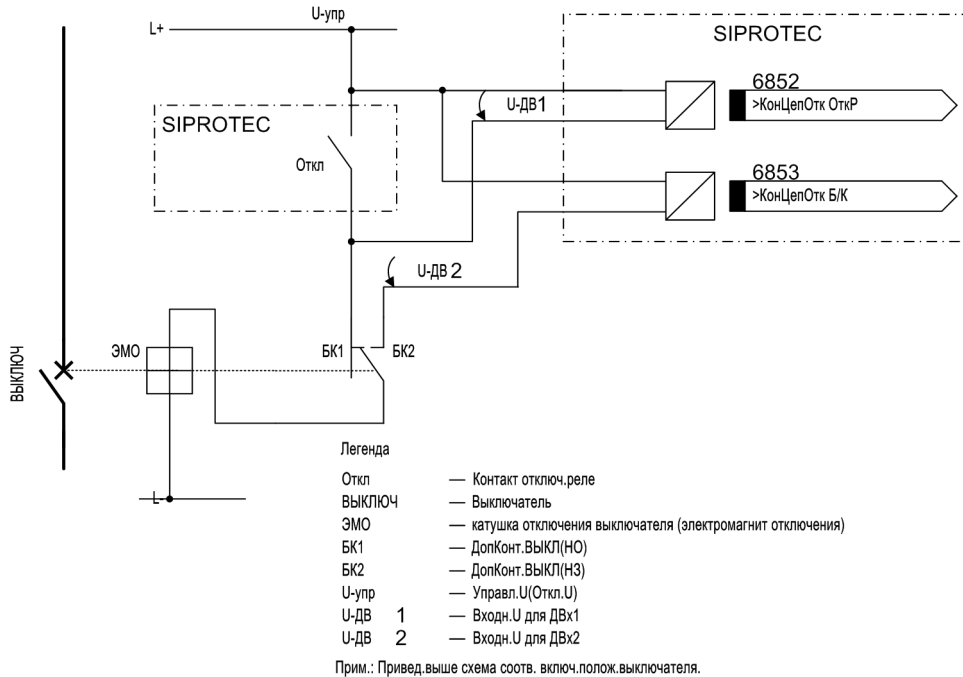


Рисунок 2-132 Принцип реализации способа контроля цепи отключения с двумя дискретными входами (подключенными к общему потенциалу)

В зависимости от состояния командного реле и положения силового выключателя дискретные входы или включаются (логическое положение „Н“ в таблице ниже) или закорачиваются (логическое состояние „L“).

Таблица 2-16 Состояние дискретных входов в зависимости от состояния контактов отключения и выключателя

№	Контакт отключения	Выключатель	Блок-контакт 1	Блок-контакт 2	Дискретный вход 1	Дискретный вход 2	дин.статус	стат.статус
1	Разомкнут	ОТКЛ.	Замкнут	Разомкнут	Н	L	нормальное функционирование при включенном выключателе	
2	Разомкнут или Замкнут	ЗАМКНУТ	Разомкнут	Замкнут	L	Н	Нормальное функционирование при выключенном выключателе или успешно отключенных часах реального времени (RTC)	
3	Замкнут	ОТКЛ.	Замкнут	Разомкнут	L	L	Передача / повреждение	Повреждение
4	Разомкнут	ОТКЛ. или ЗАМКНУТ	Замкнут	Замкнут	Н	Н	Теоретический статус: блок-контакт неисправен, диск. вход неисправен, неправильное подключение	

При таком решении невозможно различить состояние 2: („нормальное функционирование при выключенном выключателе“ и „часы реального времени успешно отключены“). Однако оба они являются нормальными и не критичными. Состояние 4 - только теоретическое и говорит об аппаратной ошибке. Состояние, при котором оба дискретных входа не активизированы управляющим напряжением („L“) возможно только в течение короткого времени переключения (контакт командного реле замкнут, но силовой выключатель еще не отключен) при исправной цепи отключения. Такое длительное состояние возникает только

при обрыве или КЗ в цепях отключения, а также при исчезновении оперативного напряжения батареи или при неисправностях привода выключателя и поэтому рассматривается как критерий контроля.

Состояния двух дискретных входов проверяются периодически. (период ~ 600 мс). Если при опросе состояния неисправность фиксируется три раза подряд (за 1,8 с) формируется соответствующее сообщение (см. рисунок 2-131). Повторные опросы определяют задержку появления аварийного сигнала и предотвращают появление этого сигнала при кратковременных промежуточных состояниях. После того, как повреждение в цепи отключения ликвидировано, аварийный сигнал автоматически снимается после такой же задержки.

### Контроль с одним дискретным входом

Дискретный вход подключается параллельно контакту соответствующего командного реле защиты, как это показано на следующем рисунке. Блок-контакт силового выключателя шунтируются с помощью высокоомного сопротивления R.

Управляющее напряжение силового выключателя должно быть не менее чем в два раза больше минимально допустимого напряжения на дискретном входе ( $U_{упр} > 2 \cdot U_{ДВх\ мин}$ , т.к. примерно такое же напряжение будет и на эквивалентном резисторе R). Поскольку для дискретного входа необходимо минимальное напряжение 19 В, то контроль можно использовать, только если напряжение управления больше 38 В.

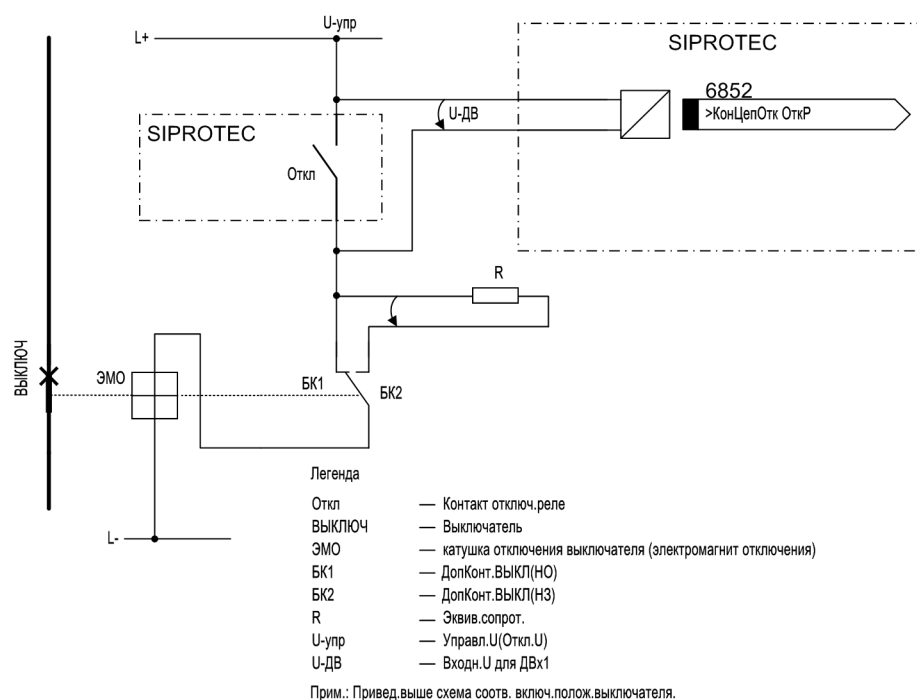


Рисунок 2-133 Принцип реализации способа контроля цепи отключения с одним дискретным входом

В нормальном режиме работы дискретный вход активирован (логическое состояние "Н"), когда отключающий контакт разомкнут, а цепь отключения не повреждена, так как контрольная цепь замыкается через нормально- замкнутый блок-контакт (при включенном силовом выключателе) или через эквивалентное сопротивление R. Только пока отключающий контакт замкнут, дискретный вход закорочен, т.е. деактивирован (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, контакты отключения с других устройств работают параллельно с основной целью контроля, то сообщение о неисправности должно быть задержано (см. следующий рисунок). Поэтому состояния дискретных входов проверяются 500 раз перед выдачей сообщения, с периодом ~ 600 мс, поэтому функция контроля цепей отключения активизируется при действительной неисправности этих цепей (через 300 с). После того, как повреждение в цепи отключения ликвидировано, аварийный сигнал автоматически снимается после такой же задержки.



### Примечание

При использовании функции блокировки функция контроля цепей отключения с только одним дискретным входом не должна использоваться, т.к. реле остается автоматически в состоянии пуска после выдачи команды отключения (более 300 с).

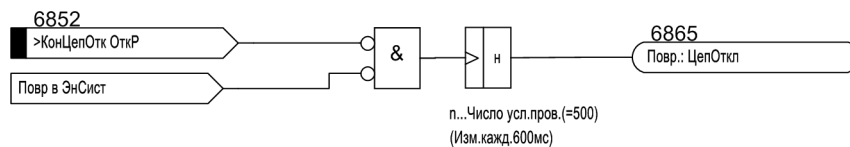


Рисунок 2-134 Логическая схема функции контроля цепей отключения с одним дискретным входом

На следующем рисунке показана логическая схема формирования сообщения функцией контроля цепей отключения в зависимости от уставок управления и дискретных входов.

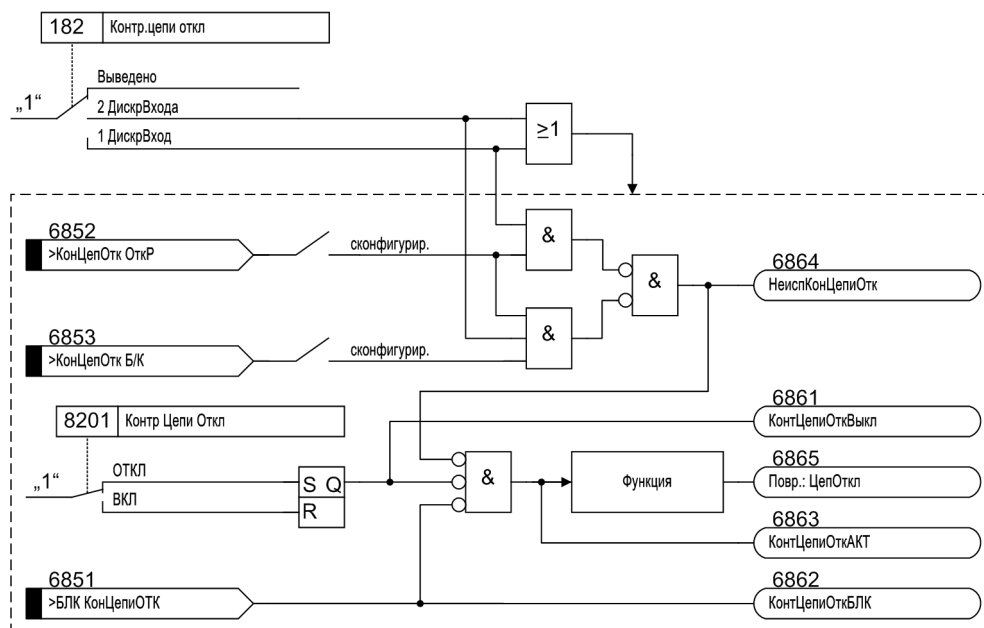


Рисунок 2-135 Логика формирования сообщения функцией контроля цепей отключения

## 2.43.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Данная функция будет доступна и будет действовать только в том случае, если при конфигурировании по адресу **182 Контр.цепи откл** (Раздел 2.4) было введено либо **2 ДискрВхода**, либо **1 ДискрВход**, а также для ее целей было предусмотрено достаточное количество дискретных входов. Функция вводится по адресу **8201 Контр Цепи Откл (= ВКЛ)**. Если ранжирование необходимых дискретных входов не совпадает с выбранным типом контроля, выдается аварийный сигнал („НеиспКонЦепиОтк“). Если контроль цепей отключения вообще не должен использоваться, то по адресу **182** вводится **Выведено**, остальными параметрами можно пренебречь. Выдача сообщений данной функции может осуществляться с фиксированной выдержкой времени. При использовании 2 дискретных входов выдержка составит приблизительно 2 с, при использовании 1 входа - выдержка составит приблизительно 300 с. Это гарантирует, что при выдаче самого длинного сигнала отключения, сигнал о неисправности цепей отключения будет выдан только в случае действительной неисправности.

### Контроль с одним дискретным входом

**Примечание:** При использовании только одного дискретного входа (В1), некоторые неисправности цепей отключения, например, обрыв цепи или исчезновение напряжения батарей, могут быть на самом деле обнаружены, но неисправности при замкнутых контактах отключения - нет. Следовательно, контроль нужно осуществлять в течение периода, охватывающего максимально возможную длительность команды отключения. Это достигается с помощью фиксированных - количества повторяющихся измерений и времени между проверками состояния цепи.

Способ контроля с использованием только одного дискретного входа подразумевает введение в схему резистора R со стороны сети вместо отсутствующего второго дискретного входа. При соответствующем сопротивлении резистора и в зависимости от условий сети часто выбирается более низкое управляющее напряжение. Резистор R вводится в цепь блок-контакта второго выключателя (Бк2) для обнаружения неисправности, когда блок-контакт выключателя (Бк1) разомкнут и контакт отключения осуществил возврат (см. рисунок „Принцип реализации способа контроля цепи отключения с одним дискретным входом“). Этот резистор должен иметь такое сопротивление, чтобы катушка отключения выключателя (ЭМО) при его разомкнутом состоянии не была под напряжением (это означает, что блок-контакт Бк1 разомкнут, а Бк2 - замкнут). Дискретный вход (В1) должен при этом оставаться активизированным при одновременно разомкнутом контакте отключения.

Таким образом определяются верхний предел сопротивления  $R_{\text{макс}}$  и нижний предел  $R_{\text{мин}}$ , из которых должно быть выбрано оптимальное значение номинала резистора, равное их среднему арифметическому:

$$R = \frac{R_{\text{макс}} + R_{\text{мин}}}{2}$$

Принимая во внимание, что для управления дискретными входами используется минимальное напряжение,  $R_{\text{макс}}$  получают таким образом:

$$R_{\text{макс}} = \left( \frac{U_{\text{управл}} - U_{\text{ДискрВх мин}}}{I_{\text{ДискрВх (высок.)}}} \right) - R_{\text{ЭМО}}$$

Для того, чтобы катушка отключения выключателя (в приведенном выше примере) была не под напряжением,  $R_{\text{мин}}$  рассчитывают так:

$$R_{\text{мин}} = R_{\text{ЭМО}} = \left( \frac{U_{\text{управл}} - U_{\text{ЭМО (низк)}}}{U_{\text{ЭМО (низк)}}} \right)$$

где:

$I_{\text{ДВх (ВЫСОК.)}}$	постоянный ток при активированном входе VI (= 1,8 мА),
$U_{\text{ДВх мин}}$	минимальное управляющее напряжение для дискретных входов VI (= 19 В при заводской уставке номинального напряжения 24/48/60 В; 88 В при заводской уставке номинального напряжения 110/125/220/250 В),
$U_{\text{управл}}$	напряжение управления цепями отключения,
$R_{\text{ЭМО}}$	сопротивление постоянному току катушки отключения выключателя,
$U_{\text{ЭМО (низк.)}}$	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.

Для расчета потребляемой сопротивлением мощности применимо следующее:

$$P_R = I^2 \cdot R = \left( \frac{U_{\text{управл}}}{R + R_{\text{ЭМО}}} \right)^2 \cdot R$$

Пример:

$I_{\text{ДВх (ВЫСОК.)}}$	1.8 мА (SIPROTEC 4 7UM62),
$U_{\text{ДВх мин}}$	19 В при заводской уставке номинального напряжения 24/48/60 В (с 7UM62), 88 В при заводской уставке номинального напряжения 110/125/220/250 В (с 7UM62),
$U_{\text{управл}}$	110 В (сеть / цепь отключения)
$R_{\text{СВТС}}$	500 $\Omega$ (сеть / цепь отключения)
$U_{\text{СВТС (НИЗК.)}}$	2 В (сеть / цепь отключения)

$$R_{\text{макс}} = \left( \frac{110 \text{ В} - 19 \text{ В}}{1.8 \text{ мА}} \right) - 500 \text{ Ом} = 50.1 \text{ кОм}$$

$$R_{\text{мин}} = 500 \text{ Ом} \cdot \left( \frac{100 \text{ В} - 2 \text{ В}}{2 \text{ В}} \right) = 27 \text{ кОм}$$

$$R = \frac{R_{\text{макс}} + R_{\text{мин}}}{2} = 38.6 \text{ кОм}$$

Берется ближайшее стандартное значение 39 к $\Omega$ ; для величины мощности имеем:

$$P_R = \left( \frac{110 \text{ В}}{39 \text{ кОм} + 0.5 \text{ кОм}} \right)^2 \cdot 39 \text{ кОм}$$

$$P_R \geq 0.3 \text{ Ватт}$$

### 2.43.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8201	Контр Цепи Откл	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль цепи отключения

### 2.43.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
6851	>БЛК КонЦепиОТК	SP	>Блокировать контроль цепи отключения
6852	>КонЦепОтк ОткР	SP	>Контроль цепи отключения: отключ. реле
6853	>КонЦепОтк Б/К	SP	>Контроль цепи отключения: б/к выключ.
6861	КонтЦепиОткВыкл	OUT	Контроль цепи отключения выключен
6862	КонтЦепиОткБЛК	OUT	Контроль цепи отключения заблокирован
6863	КонтЦепиОткАКТ	OUT	Контроль цепи отключения активен
6864	НеиспКонЦепиОтк	OUT	Конт.цепи откл.блокирован. Не задан ДВх.
6865	Повр.: ЦепОткл	OUT	Повреждение цепи отключения



## 2.44 Контроль порогового значения

Данная функция осуществляет контроль пороговых значений выбранных измеряемых величин (на превышение или недостаточность). Скорость работы функции достаточно высока для использования для нужд защиты. Необходимые логические схемы можно построить с помощью логики CFC.

Функция в основном используется для высокоскоростного контроля и функций автоматики, для функций специфического применения (например, для разделения подстанций), которые не включены в набор функций защиты.

### 2.44.1 Описание функции

#### Режим работы

Имеется 10 блоков контроля пороговых величин, по 5 для контроля превышения и недостаточности. В результате их работы выдаются логические сообщения, которые также могут быть обработаны логикой CFC.

Имеется всего 19 измеряемых величин, каждая из которых может оцениваться в процентах. Каждый из блоков контроля пороговых величин может быть назначен для любой из 19 этих величин.

В следующей таблице показаны используемые измеряемые величины. Их пороговые величины проверяются один раз за цикл.



#### Примечание

Процесс масштабирования процентных значений пороговых величин точно таков же, что и для рабочих измеряемых величин (см. таблицу 2-19 в Разделе 2.49.3). При расчетах рассматриваются уставки данных энергосистемы 1. Это нужно учитывать при использовании.

Таблица 2-17 Измеряемые величины

Измеряемая величина	Масштабирование	Описание
<b>P</b> (Активная мощность)	$P_{перв}/S_{Н\ ген, двиг} \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 252)	Величины прямой последовательности для U и I формируются один раз за цикл на основе считанных величин. На основании результатов рассчитывается первичная активная мощность <b>P</b> . Измеренный результат подлежит угловой коррекции (адрес 204 0) в цепи тока.
<b>Q</b> (Реактивная мощность)	$Q_{перв}/S_{Н\ ген, двиг} \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 252)	Величины прямой последовательности для U и I формируются один раз за цикл на основе считанных величин. На основании результатов рассчитывается первичная реактивная мощность <b>Q</b> . Измеренный результат подлежит угловой коррекции (адрес 204 0) в цепи тока.
<b>ΔP</b> (Изменение активной мощности)	$\Delta P_{перв}/S_{Н\ ген, двиг} \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 252)	Изменение активной мощности рассчитывается на основании значений активной мощности, полученных за 3 цикла.
<b>UL1E</b> (напряжение "фаза L1 - земля")	$U_{L1перв}/(U_{Н\ ген, двиг}/\sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_{L1}$ обрабатывается непосредственно и конвертируется в первичное напряжение "фаза - земля" Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание::</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.

Измеряемая величина	Масштабирование	Описание
<b>UL2E</b> (напряжение "фаза L2 - земля")	$U_{L2\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_{L2}$ обрабатывается непосредственно и конвертируется в первичное напряжение "фаза - земля" Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>UL3E</b> (напряжение "фаза L3 - земля")	$U_{L3\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_{L3}$ обрабатывается непосредственно и конвертируется в первичное напряжение "фаза - земля" Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>UE</b> (напряжение на входе $U_E$ )	$U_{E\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_E$ конвертируется в первичное при помощи UE (адрес 224). Расчеты производятся каждый цикл. См. также таблицу 2-2. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>U0</b> (Напряжение нулевой последовательности)	$U_{0\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение нулевой последовательности определяют из напряжений "фаза-земля" на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>U1</b> (Напряжение прямой последовательности)	$U_{1\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение прямой последовательности определяют из напряжений "фаза-земля" на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>U2</b> (Напряжение обратной последовательности)	$U_{2\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение обратной последовательности определяют из напряжений "фаза-земля" на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>UE3h</b> (3. напряжение 3-ей гармоники на входе $U_E$ )	$U_{E3\text{гарм перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Из напряжения, подключенного ко входу $U_E$ , напряжение 3-ей гармоники рассчитывается и конвертируется в первичные величины при помощи UE (адрес 224). Расчеты производятся каждый цикл. См. также таблицу 2-2. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>3I0</b> (Ток нулевой последовательности - сторона сети 2)	$3I_{0\text{перв}} / (S_{\text{Н ген, двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н ген, двиг}})) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251 и 252)	Ток нулевой последовательности определяют из фазных токов на основании уравнения симметричных компонентов. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует номинальному току защищаемого объекта.
<b>I1</b> (Ток прямой последовательности - сторона сети 2)	$I_{1\text{перв}} / (S_{\text{Н ген, двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н ген, двиг}})) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251 и 252)	Ток прямой последовательности определяют из фазных токов на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует номинальному току защищаемого объекта.
<b>I2</b> (Ток обратно последовательности - сторона сети 2)	$I_{2\text{перв}} / (S_{\text{Н ген, двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н ген, двиг}})) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251 и 252)	Ток обратной последовательности определяют из фазных токов на основании уравнения симметричных компонентов. и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует номинальному току защищаемого объекта.

Измеряемая величина	Масштабирование	Описание
<b>UL2E</b> (напряжение "фаза L2 - земля")	$U_{L2\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_{L2}$ обрабатывается непосредственно и конвертируется в первичное напряжение "фаза - земля" Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>UL3E</b> (напряжение "фаза L3 - земля")	$U_{L3\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_{L3}$ обрабатывается непосредственно и конвертируется в первичное напряжение "фаза - земля" Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>UE</b> (напряжение на входе $U_E$ )	$U_{E\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение, подаваемое на вход $U_E$ конвертируется в первичное при помощи UE (адрес 224). Расчеты производятся каждый цикл. См. также таблицу 2-2. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>U0</b> (Напряжение нулевой последовательности)	$U_{0\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение нулевой последовательности определяют из напряжений "фаза-земля" на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>U1</b> (Напряжение прямой последовательности)	$U_{1\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение прямой последовательности определяют из напряжений "фаза-земля" на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>U2</b> (Напряжение обратной последовательности)	$U_{2\text{перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Напряжение обратной последовательности определяют из напряжений "фаза-земля" на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>UE3h</b> (3. напряжение 3-ей гармоники на входе $U_E$ )	$U_{E3\text{гарм перв}} / (U_{\text{Н ген, двиг}} / \sqrt{3}) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251/ $\sqrt{3}$ )	Из напряжения, подключенного ко входу $U_E$ , напряжение 3-ей гармоники рассчитывается и конвертируется в первичные величины при помощи UE (адрес 224). Расчеты производятся каждый цикл. См. также таблицу 2-2. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует напряжению "фаза-земля" защищаемого объекта.
<b>3I0</b> (Ток нулевой последовательности - сторона сети 2)	$3I_{0\text{перв}} / (S_{\text{Н ген, двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н ген, двиг}})) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251 и 252)	Ток нулевой последовательности определяют из фазных токов на основании уравнения симметричных компонентов. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует номинальному току защищаемого объекта.
<b>I1</b> (Ток прямой последовательности - сторона сети 2)	$I_{1\text{перв}} / (S_{\text{Н ген, двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н ген, двиг}})) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251 и 252)	Ток прямой последовательности определяют из фазных токов на основании уравнения симметричных компонентов и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует номинальному току защищаемого объекта.
<b>I2</b> (Ток обратно последовательности - сторона сети 2)	$I_{2\text{перв}} / (S_{\text{Н ген, двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н ген, двиг}})) \cdot 100\%$ (нормируется по адресу 251 и 252)	Ток обратной последовательности определяют из фазных токов на основании уравнения симметричных компонентов. и конвертируют в первичные величины. Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует номинальному току защищаемого объекта.

Измеряемая величина	Масштабирование	Описание
<b>IEE1</b> (Чувствительный ток на землю)	$I_{EE1}/0.5 \text{ A} \cdot 100\%$	Составляющая основной частоты определяется из тока, подключенного ко входу $I_{EE1}$ . Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> В отличие от масштабирования рабочих измеряемых величин, здесь масштабирование идет <u>не в первичные величины</u> . Значение в 100% дает вторичный ток в 0,5 А.
<b>IEE2</b> (Чувствительный ток на землю)	$I_{EE2}/0.5 \text{ A} \cdot 100\%$	Составляющая основной частоты определяется из тока, подключенного ко входу $I_{EE1}$ . Расчеты производятся каждый цикл. <b>Примечание:</b> В отличие от масштабирования рабочих измеряемых величин, здесь масштабирование идет <u>не в первичные величины</u> . Значение в 100% дает вторичный ток в 0,5 А.
$\varphi$ (Угол мощности)	$\varphi/180^\circ \cdot 100\%$	Угол мощности рассчитывается из тока и напряжения прямой последовательности. Применяется следующее: $\varphi = \varphi U - \varphi I$ (положительное значение угла получают, если ток отстает от напряжения).
<b>cos PHI</b>	$\cos \varphi \cdot 100\%$	Коэффициент мощности рассчитывают из угла мощности. Положительные величины получают для углов в диапазоне от $-90^\circ$ до $+90^\circ$ .
<b>Измерительный преобразователь 1</b> (Напряжение или ток на измерительном преобразователе MU1)	$U/10 \text{ В} \cdot 100\%$ или $I/20 \text{ мА} \cdot 100\%$	Величина постоянного тока рассчитывается из измеряемой на измерительном преобразователе TD1 величины. В зависимости от конфигурации, оно может быть положительным или отрицательным. Ток и напряжение рассчитываются в зависимости от уставок. <b>Примечание:</b> Значение в 100% соответствует входному напряжению 10 В или входному току 20 мА.

На следующем рисунке дан обзор логических основ функционирования модуля контроля пороговых величин.

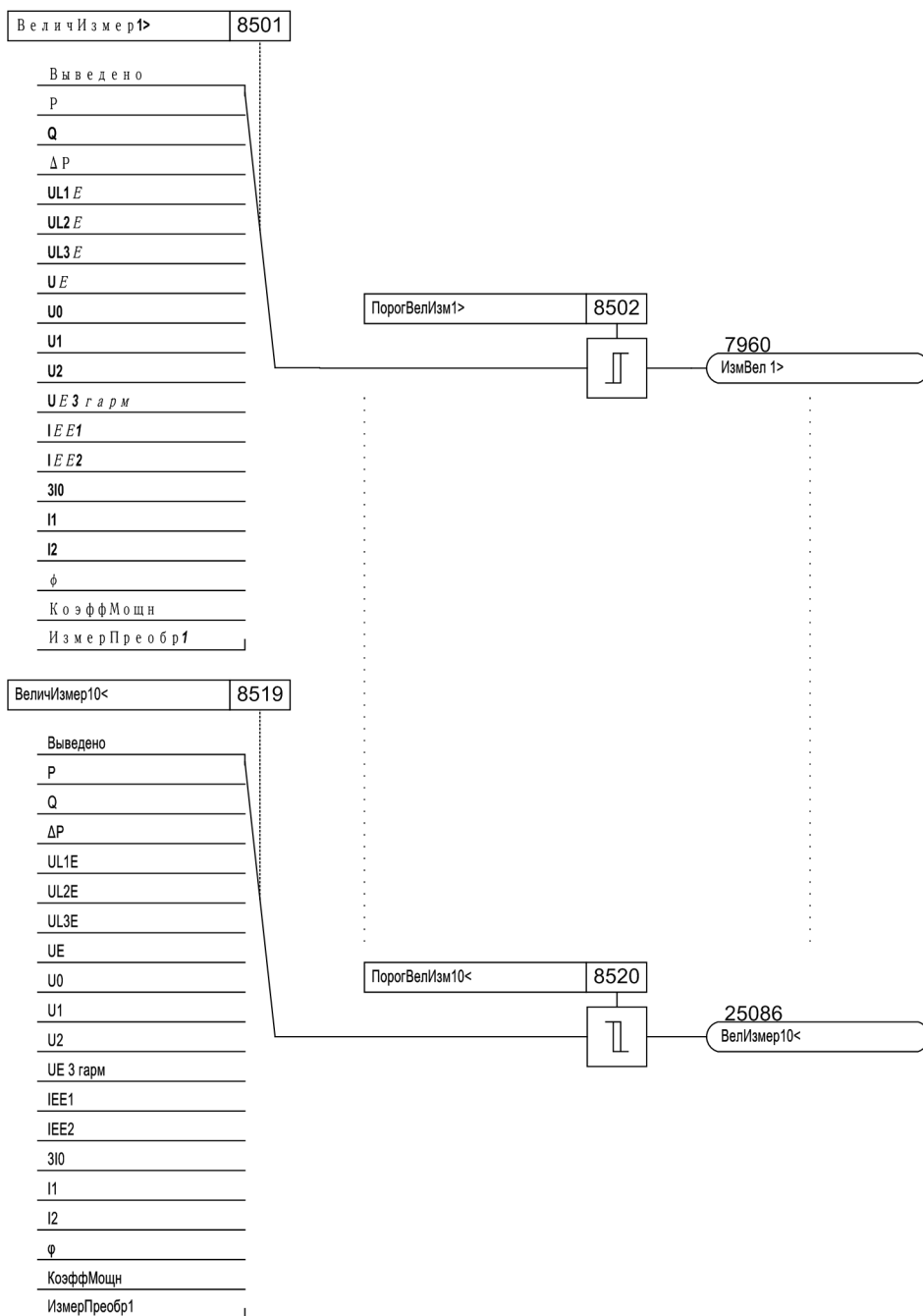


Рисунок 2-136 Логика работы функции контроля пороговых величин

На рисунке показано, что измеряемые величины могут свободно назначаться на любой блок контроля пороговых величин. Коэффициент возврата для ступени ПорогВелИзм> составляет от 0.95 до 1%. Соответственно, он будет равен от 1.05 до 1% для ступени ПорогВелИзм<.

## 2.44.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция контроля пороговых величин будет доступна и находиться в рабочем состоянии только тогда, когда в процессе конфигурирования функций защиты по адресу **185 КонтрПорогЗнач** было введено **Введено**.

### Величины для пуска

Величины для пуска вводятся в процентах. Обратите внимание на коэффициенты масштабирования из таблицы **Измеряемые величины**.

Измеряемые величины для мощности  $P$ ,  $Q$ ,  $\Delta P$  и  $\cos\varphi$ , а также угол фаз могут быть и положительными, и отрицательными. Если нужно контролировать отрицательную пороговую величину, применяется правило числовой прямой (-10 меньше, чем -5).

#### Пример:

Измеряемая величина  $P$  (активная мощность) назначена на ИзмВел1> и задана значением -5%.

Если рабочее измеренное значение больше, чем -5% (например, равно -4% или даже +100%), выдается сообщение „ИзмВел 1>“ в качестве логической „1“, что в терминах теории защит означает пуск. Сигнал возврата (сообщение „ИзмВел 1>“ = логическому "0") будет выдано при уменьшении значения измеряемой величины ниже  $-5\% \cdot 1.05 = -5.25\%$ .

При назначении измеряемой величины  $P$  на ИзмВел2<, функция контроля работает на проверку недостатка пороговой величины.

При значении измеряемой величины меньше -5% (например, при -8%) выдается сигнал пуска защиты. Коэффициент возврата при этом равен  $-5\% \cdot 0.95 = -4.75\%$ .



### Примечание

Измеряемые величины  $U_{L1E}$ ,  $U_{L2E}$ ,  $U_{L3E}$ ,  $U_E$ ,  $U_0$ ,  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_{E3h}$ ,  $I_{EE1}$ ,  $I_{EE2}$ ,  $3I_0$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  и значение на измерительном преобразователе 1 всегда больше нуля. Поэтому для них нужно быть особенно внимательным при выборе пороговых величин и выбирать для них только положительные значения, которые позволяют впоследствии снимать сообщения функции контроля.

Относительно величины угла мощности  $\varphi$  нужно помнить о том, что этот угол определен только для  $\pm 100\%$  (эквивалентно  $\pm 180^\circ$ ) или менее. Соответственно нужно выбирать пороговое значение с учетом коэффициента возврата.

---

### Дальнейшая обработка сообщений

Сообщения от 10-ти блоков контроля измеряемых величин (см. выше) находятся в матрице конфигурирования для дальнейшей обработки логикой CFC.

### 2.44.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8501	ВеличИзмер1>	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм1>
8502	ПорогВелИзм1>	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм1>
8503	ВеличИзмер2<	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм2<
8504	ПорогВелИзм2<	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм2<

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8505	ВеличИзмер3>	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм3>
8506	ПорогВелИзм3>	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм3>
8507	ВеличИзмер4<	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм4<
8508	ПорогВелИзм4<	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм4<



Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8509	ВеличИзмер5>	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм5>
8510	ПорогВелИзм5>	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм5>
8511	ВеличИзмер6<	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм6<
8512	ПорогВелИзм6<	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм6<

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8513	ВеличИзмер7>	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КоэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для Порог Вел Изм 7>
8514	ПорогВелИзм7>	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для Порог Вел Изм 7>
8515	ВеличИзмер8<	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КоэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм8<
8516	ПорогВелИзм8<	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для Порог Вел Изм8<

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8517	ВеличИзмер9>	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм9>
8518	ПорогВелИзм9>	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм9>
8519	ВеличИзмер10<	Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм10<
8520	ПорогВелИзм10<	-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм10<

#### 2.44.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
7960	ИзмВел 1>	OUT	Измерен.величина ИВ1> Пуск
7961	ИзмВел 2<	OUT	Измерен.величина ИВ2< Пуск
7962	ИзмВел 3>	OUT	Измерен.величина ИВ3> Пуск
7963	ИзмВел 4<	OUT	Измерен.величина ИВ4< Пуск
7964	ИзмВел 5>	OUT	Измерен.величина ИВ5> Пуск
7965	ИзмВел 6<	OUT	Измерен.величина ИВ6< Пуск
25083	ВелИзмер7>	OUT	Пуск для измеряемой величины MV7>
25084	ВелИзмер8<	OUT	Пуск для измеряемой величины MV8<
25085	ВелИзмер9>	OUT	Пуск для измеряемой величины MV9>
25086	ВелИзмер10<	OUT	Пуск для измеряемой величины MV10<

## 2.45 Внешние отключения

К дискретному входу устройства 7UM62 можно подключить сигнал от внешнего устройства защиты или управления для последующей обработки. Аналогично внутренним сигналам, о них могут выдаваться сообщения, их можно задержать, передать в матрицу отключений, а также заблокировать. Поэтому можно подключить механическое оборудование защиты, например, защиту Бухгольца (газовую защиту), к обработке сообщений и команд отключений цифрового устройства защиты. Кроме того, возможно использование устройств серии 7UM6 для взаимодействия между функциями защиты различных цифровых устройств защиты электрических машин.

### 2.45.1 Описание функции

#### Режим работы

Логическое состояние соответствующего назначенного дискретного входа проверяется через циклические интервалы. Изменение состояния входа рассматривается только в том случае, когда две последовательные проверки состояния дали один и тот же результат. Для команды отключения существует дополнительная выдержка времени **8602 Т ЗадВнешнОткл1**.

На рисунке ниже представлена логическая схема для непосредственных внешних отключений. Эта логика применяется все четыре раза одинаково, номера функций сообщений каждый определяется для первого внешнего канала передачи команды отключения.

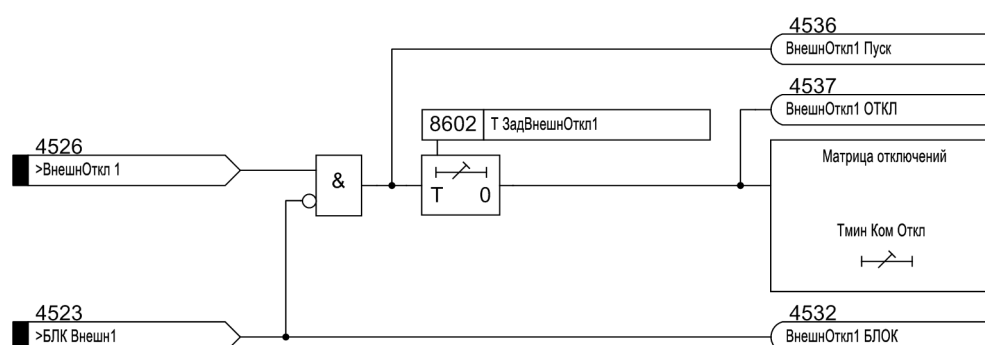


Рисунок 2-137 Логическая схема для непосредственных внешних отключений

### 2.45.2 Примечания по вводу уставок

#### Общие положения

Внешний сигнал отключения через дискретный вход возможен только в том случае, если при конфигурировании по адресам **186 ВнешнОткл1 - 189 ВнешнОткл4** было введено **Введено**. **Выведено** вводят если функции не нужны. Адреса с **8601 ВнешнОткл1** по **8901 ВнешнОткл4** используются для включения (**ВКЛ**) или выключения (**ОТКЛ**) функции, а также для ее блокировки (**РелеБлокировано**).

Аналогично внутренним сигналам, о них могут выдаваться сообщения как о внешних отключениях, они могут задерживаться по времени и передаваться в матрицу отключений. Выдержки времени задаются по адресам с **8602 Т ЗадВнешнОткл1** по **8902 Т**

**ЗадВнешнОткл4.** Как и для других функций защиты, время возврата непосредственного внешнего отключения может быть увеличено на задаваемое значение минимальной длительности **Тмин Ком Откл.**

### 2.45.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8601	ВнешнОткл1	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 1
8602	Т ЗадВнешнОткл1	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем функции внешнего отключения1
8701	ВнешнОткл2	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 2
8702	Т_ЗадВнешнОткл2	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем. функции внешнего отключения2
8801	ВнешнОткл3	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 3
8802	Т ЗадВнешнОткл3	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем. функции внешнего отключения3
8901	ВнешнОткл4	ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 4
8902	Т ЗадВнешнОткл4	0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем. функции внешнего отключения4

### 2.45.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
4523	>БЛК Внешн1	SP	>Блокирование внешнего отключения 1
4526	>ВнешнОткл 1	SP	>Отключение внешней команды 1
4531	ВнешнОткл1 Выкл	OUT	Внешнее отключение 1 Выключено
4532	ВнешнОткл1 БЛОК	OUT	Внешнее отключение 1 Блокировано
4533	ВнешнОткл1 АКТ	OUT	Внешнее отключение 1 Включено
4536	ВнешнОткл1 Пуск	OUT	Внешнее отключение 1: Общий Пуск
4537	ВнешнОткл1 ОТКЛ	OUT	Внешнее отключение 1: Общее отключение
4543	>БЛК ВнешнОтк 2	SP	>Блокирование внешнего отключения 2
4546	>ВнешнОткл 2	SP	>Отключение внешней команды 2
4551	ВнешнОтк 2 Выкл	OUT	Внешнее отключение 2 Выключено
4552	ВнешнОткл2 БЛОК	OUT	Внешнее отключение 2 Блокировано
4553	ВнешнОткл2 АКТ	OUT	Внешнее отключение 2 Включено
4556	ВнешнОткл2 Пуск	OUT	Внешнее отключение 2: Общее Пуск

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
4557	ВнешнОткл2 ОТКЛ	OUT	Внешнее отключение 2: Общее отключение
4563	>БЛК ВнешнОткл3	SP	>Блокировать функц.внешнего отключ.3
4566	>ПускВнешнОткл3	SP	>Пуск функции внешн.откл. 3
4571	ВнешнОткл3 Выкл	OUT	Внешнее отключение 3 Выключено
4572	ВнешнОткл3 БЛОК	OUT	Внешнее отключение 3 Блокировано
4573	ВнешнОткл3 АКТ	OUT	Внешнее отключение 3 Включено
4576	ВнешнОткл3 Пуск	OUT	Внешнее отключение 2: Общее Пуск
4577	ВнешнОткл3 ОТКЛ	OUT	Внешнее отключение 2: Общее отключение
4583	>БЛК ВнешнОткл4	SP	>Блокировать функц.внешнего отключ.4
4586	>ПускВнешнОткл4	SP	>Пуск функции внешн.откл. 4
4591	ВнешнОткл4 Выкл	OUT	Внешнее отключение 4 Выключено
4592	ВнешнОткл4 БЛОК	OUT	Внешнее отключение 4 Блокировано
4593	ВнешнОткл4 АКТ	OUT	Внешнее отключение 4 Включено
4596	ВнешнОткл4 Пуск	OUT	Внешнее отключение 4: Общее Пуск
4597	ВнешнОткл4 ОТКЛ	OUT	Внешнее отключение 4: Общее отключение

## 2.46 RTD-блок

Для определения температуры и оценки ее устройством защиты могут использоваться до двух RTD-блоков общим количеством 12 точек измерения. Они особенно необходимы при контроле тепловых режимов двигателей, генераторов и трансформаторов. Вращающиеся машины также контролируются на превышение предельно допустимой температуры подшипников. Температуры измеряются в различных частях защищаемого объекта при помощи датчиков температуры (RTD = Resistance Temperature Detector - резистивный датчик температуры) и передаются в устройство через один или два RTD-блока (модель 7XV566).

### 2.46.1 Описание функции

#### Взаимодействие с защитой от термической перегрузки

Величина температуры окружающей среды или температуры охладителя передается через термоблок в функцию защиты от термической перегрузки устройства. Для этого температурный датчик должен быть подключен ко входу датчика 1 первого термоблока RTD (соответствует RTD 1).

#### RTD-блок 7XV56

RTD-блок 7XV566 является внешним устройством, монтируемым на стандартную DIN-рейку. Он содержит 6 входов температуры и один интерфейс RS 485 для связи с устройством защиты. RTD-блок фиксирует температуру охладителя в каждой точке измерения через значение сопротивления датчика температуры (Pt 100, Ni 100 или Ni 120), подключенного через двух- или трехпроводный кабель и преобразует это значение в цифровую величину. Цифровые величины поступают на последовательный интерфейс.

#### Взаимодействие с устройством защиты

Устройство защиты может осуществлять взаимодействие с максимум двумя RTD-блоками через его интерфейс обслуживания (порт C или D).

при этом могут использоваться до 12 точек измерения температуры. При значительных расстояниях до устройства защиты рекомендуется использовать ВОЛС. Возможные схемы взаимодействия представлены в Приложении.

#### Оценка температур

Передаваемые "черновые" температурные данные конвертируются в температуру в градусах Цельсия или Фаренгейта. Способ конвертации зависит от используемого температурного датчика.

Для каждой точки измерения можно задать два пороговых условия, которые потом можно обрабатывать дальше. Пользователь может распределить сигналы пуска в матрице конфигурирования так, как ему необходимо.

Для каждого датчика назначается сообщение, которое выдается в случае КЗ или обрыва цепи датчика.

На следующем рисунке представлена логическая схема обработки температуры.

Руководство по использованию RTD-блоков, поставляемое с устройствами, содержит диаграммы и размерные чертежи.



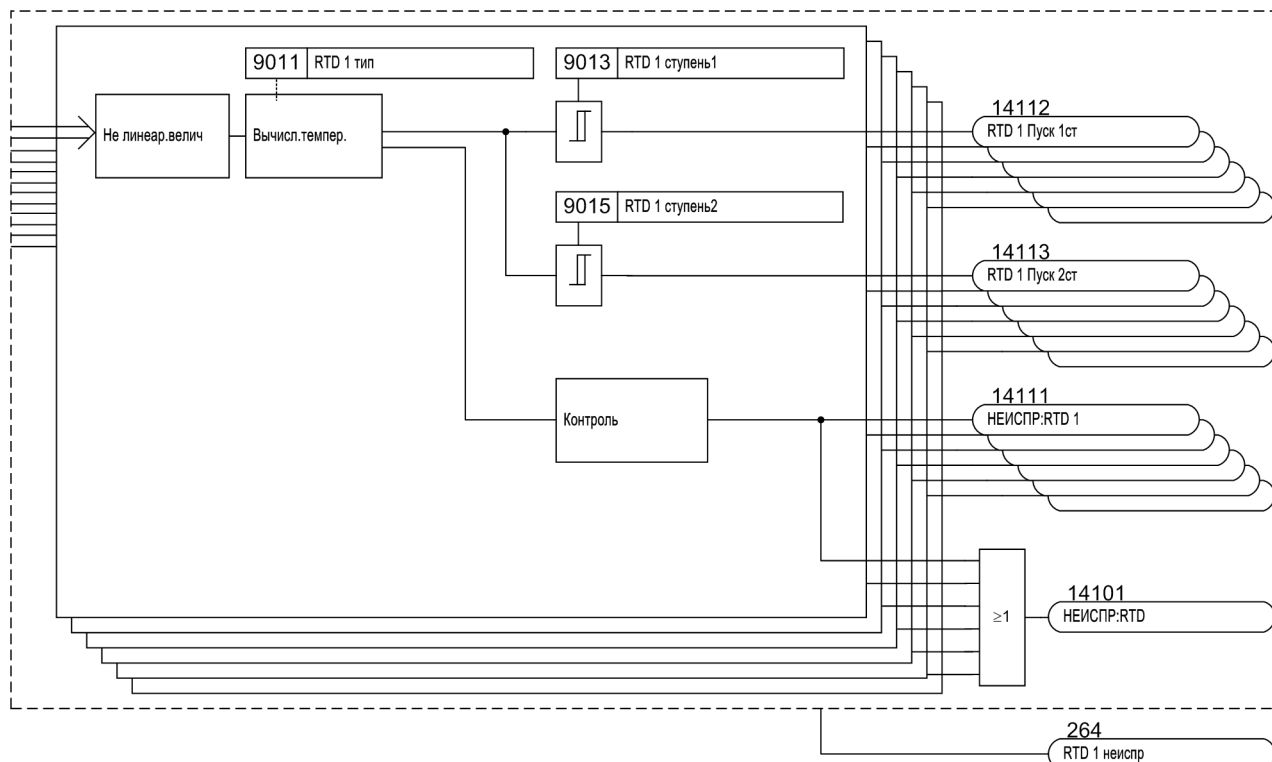


Рисунок 2-138 Логическая схема обработки температуры

## 2.46.2 Примечания по вводу уставок

### Общие положения

Функция определения температур будет доступна и находиться в рабочем состоянии только в том случае, если в процессе конфигурирования функций устройства она была назначена соответствующему интерфейсу (Раздел 2.4). По адресу **190 Вх Датчика Темп** RTD-блок(блоки) назначаются интерфейсу, на котором они будут работать (например, порт С). Количество входов датчиков и режим взаимодействия заданы по адресу **191 ТИП ПОДКЛ RTD**. Единицы измерения температуры (°C или °F) задавались в разделе Данные энергосистемы 1 по адресу **276 Ед измер темп**.

Если блоки RTD должны функционировать в полудуплексном (поочередном двустороннем) режиме передачи данных, для управления потоком нужно выбрать „/CTS controlled by /RTS (/CTS под управлением/RTS)“. Это осуществляется с использованием переключки (см. Раздел 3.1.2 Главы „Монтаж и ввод в эксплуатацию“).

### Уставки устройства

Уставки будут одинаковы для каждого входа и представлены здесь на примере измерительного входа 1.

Задайте тип датчика температуры для RTD 1 (датчик температуры для точки измерения 1) по адресу **9011 RTD 1 тип**. Вы можете выбрать **Ni 120 Ом** или **Ni 100 Ом**. Если датчика температуры RTD 1 нет, задайте **RTD 1 тип = Не подключен**. Этот параметр можно поменять только в DIGSI при активации опции **Другие параметры**.

Параметр по адресу **9012 RTD 1 место уст** информирует устройство о расположении RTD 1. Вы можете выбрать **Масло**, **Окруж среда**, **Обмотка**, **Подшипник** или **Другое**. Этот параметр можно поменять только в DIGSI при активации опции **Другие параметры**.

Кроме того, мы можете ввести температуру сигнализации и температуру отключения. В зависимости от выбранной единицы измерения температуры в Данных энергосистемы (Раздел 2.4.2, адрес **276 Ед измер темп**), температуру аварийной сигнализации можно выбрать в градусах Цельсия (°C) по адресу **9013 RTD 1 ступень1** или в градусах Фаренгейта (°F) по адресу **9014 RTD 1 ступень1**. Температура отключения вводится по адресу **9015 RTD 1 ступень2** в градусах Цельсия (°C) или в градусах Фаренгейта (°F) по адресу **9016 RTD 1 ступень2**.

Уставки для всех подключенных датчиков температуры заводятся соответственно.

### Уставки RTD-блока

Если датчики температуры используются при двухпроводном соединении, должно быть измерено и согласовано сопротивление линии (для закороченного датчика температуры). Для этой цели выберите режим 6 RTD-блока и введите величину сопротивления для соответствующего датчика (диапазон от 0 до 50.6 Ω). При использовании трехпроводного соединения здесь не нужно больше вводить никаких уставок.

Для взаимодействия достаточна скорость передачи в 9600 бит/с. Четный паритет. Заводские уставки - для количества шин = 0. Модифицирование RTD-блока можно осуществлять в режиме 7. Применимо следующее:

Таблица 2-18 Уставки адреса шины для блоков RTD

Режим	Количество RTD-блоков	Адрес
симплексный	1	0
полудуплексный	1	1
полудуплексный	2	1. RTD-блок: 1
		2. RTD-блок: 2

Дополнительную информацию можно получить в руководстве по использованию RTD-блока.

### Обработка измеряемых величин и сообщений

RTD-блок можно увидеть в интерфейсном окне DIGSI как часть устройства защиты 7UM62, т.е. его сообщения и измеряемые величины появляются в матрице конфигурирования как для других функций защиты и могут маскироваться и обрабатываться аналогично. Сообщения и измеряемые величины RTD-блока могут также передаваться в интегрированную логику CFC и взаимодействовать через нее по желанию пользователя. Сигналы пуска „**RTD x St. 1 p.up**“ и „**RTD x St. 2 p.up**“, однако, не включаются в групповые аварийные сообщения **501 „ОБЩИЙ ПУСК“** и **511 „ОБЩЕЕ ОТКЛ“** и не инициируют записи аварийных сообщений.

Если нужно, чтобы сообщение появилось в буфере записи рабочих сообщений, в соответствующей точке пересечения столбца и колонки нужно ввести крестик.

### 2.46.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры).

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9011A	RTD 1 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Pt 100 Ом	RTD-блок 1: тип
9012A	RTD 1 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Обмотка	RTD-блок 1: место установки
9013	RTD 1 ступень1	-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	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 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 2
9016	RTD 1 ступень2	-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 2
9021A	RTD 2 тип	Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 2: тип
9022A	RTD 2 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 2: место установки
9023	RTD 2 ступень1	-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	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 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 2
9026	RTD 2 ступень2	-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 2
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

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
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
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

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
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
9093	RTD 9 ступень1	-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 1

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
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	RTD10 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 10: место установки
9103	RTD 10 ступень1	-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 1
9104	RTD 10 ступень1	-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 1
9105	RTD 10 ступень2	-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 2
9106	RTD 10 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	RTD11 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 11: место установки
9113	RTD 11 ступень1	-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 1
9114	RTD 11 ступень1	-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 1
9115	RTD 11 ступень2	-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 2
9116	RTD 11 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
9122A	RTD12 место уст	Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 12: место установки

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9123	RTD 12 ступень1	-50 .. 250 °С; ∞	100 °С	RTD-блок 12: темпер. срабатыв.ступени 1
9124	RTD 12 ступень1	-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 1
9125	RTD 12 ступень2	-50 .. 250 °С; ∞	120 °С	RTD-блок 12: темпер. срабатыв.ступени 2
9126	RTD 12 ступень2	-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 12: темпер. срабатыв.ступени 2

#### 2.46.4 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
14101	НЕИСПР:RTD	OUT	Неисправность:RTD-блок (обрыв/кз цепей)
14111	НЕИСПР:RTD 1	OUT	Неисправн:RTD-блок 1 (обрыв/кз цепей)
14112	RTD 1 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 1 пуск 1-ой темп. ступени
14113	RTD 1 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 1 пуск 2-ой темп. ступени
14121	НЕИСПР:RTD 2	OUT	Неисправн:RTD-блок 2 (обрыв/кз цепей)
14122	RTD 2 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 2 пуск 1-ой темп. ступени
14123	RTD 2 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 2 пуск 2-ой темп. ступени
14131	НЕИСПР:RTD 3	OUT	Неисправн:RTD-блок 3 (обрыв/кз цепей)
14132	RTD 3 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 3 пуск 1-ой темп. ступени
14133	RTD 3 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 3 пуск 2-ой темп. ступени
14141	НЕИСПР:RTD 4	OUT	Неисправн:RTD-блок 4 (обрыв/кз цепей)
14142	RTD 4 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 4 пуск 1-ой темп. ступени
14143	RTD 4 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 4 пуск 2-ой темп. ступени
14151	НЕИСПР:RTD 5	OUT	Неисправн:RTD-блок 5 (обрыв/кз цепей)
14152	RTD 5 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 5 пуск 1-ой темп. ступени
14153	RTD 5 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 5 пуск 2-ой темп. ступени
14161	НЕИСПР:RTD 6	OUT	Неисправн:RTD-блок 6 (обрыв/кз цепей)
14162	RTD 6 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 6 пуск 1-ой темп. ступени
14163	RTD 6 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 6 пуск 2-ой темп. ступени
14171	НЕИСПР:RTD 7	OUT	Неисправн:RTD-блок 7 (обрыв/кз цепей)
14172	RTD 7 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 7 пуск 1-ой темп. ступени
14173	RTD 7 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 7 пуск 2-ой темп. ступени
14181	НЕИСПР:RTD 8	OUT	Неисправн:RTD-блок 8 (обрыв/кз цепей)
14182	RTD 8 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 8 пуск 1-ой темп. ступени
14183	RTD 8 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 8 пуск 2-ой темп. ступени
14191	НЕИСПР:RTD 9	OUT	Неисправн:RTD-блок 9 (обрыв/кз цепей)
14192	RTD 9 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 9 пуск 1-ой темп. ступени
14193	RTD 9 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 9 пуск 2-ой темп. ступени
14201	НЕИСПР:RTD 10	OUT	Неисправн:RTD-блок 10 (обрыв/кз цепей)
14202	RTD 10 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 10 пуск 1-ой темп. ступени
14203	RTD 10 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 10 пуск 2-ой темп. ступени

<b>№</b>	<b>Сообщение</b>	<b>Тип сообщения</b>	<b>Комментарии</b>
14211	НЕИСПР:RTD 11	OUT	Неисправн:RTD-блок 11 (обрыв/кз цепей)
14212	RTD 11 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 11 пуск 1-ой темп. ступени
14213	RTD 11 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 11 пуск 2-ой темп. ступени
14221	НЕИСПР:RTD 12	OUT	Неисправн:RTD-блок 12 (обрыв/кз цепей)
14222	RTD 12 Пуск 1ст	OUT	RTD-блок 12 пуск 1-ой темп. ступени
14223	RTD 12 Пуск 2ст	OUT	RTD-блок 12 пуск 2-ой темп. ступени



## 2.47 Функция контроля изменения чередования фаз

Функция смены чередования фаз через дискретный вход и параметр встроена в устройство защиты 7UM62. Она позволяет всем функциям защиты и контроля корректно работать даже при изменении порядка чередования фаз без необходимости менять порядок двух фаз.

Если по каким-то причинам в системе должен постоянно существовать порядок чередования фаз против часовой стрелки, устройству сообщается об этом путем ввода соответствующего параметра в Данные энергосистемы (см. Раздел 2.5).

Если порядок чередования фаз должен быть изменен в процессе функционирования (например, если на ГЭС переход от режима генерации к режиму откачки происходит путем изменения чередования фаз), то сигнала смены порядка чередования фаз на назначенном для этого входе будет достаточно, чтобы проинформировать устройство о смене порядка чередования.

### 2.47.1 Описание функции

#### Логические принципы

Порядок чередования фаз постоянно задается через параметр в данных энергосистемы по адресу **271 Чередование фаз**. Дискретный вход „>ОбрЧередФаз“ служит для ввода порядка чередования, противоположного заданному этим параметром.

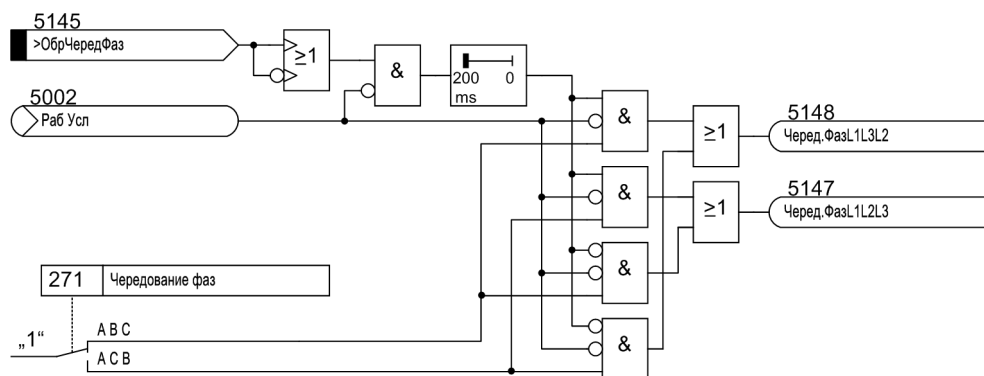


Рисунок 2-139 Логика сообщений при смене порядка чередования фаз

По причинам безопасности устройство принимает сигнал смены порядка чередования фаз только при отсутствии доступных измеряемых величин. Состояние дискретного входа контролируется только в отсутствие режима работы 1. Если команда смены порядка чередования присутствует как минимум 200 мс, измеряемые величины фаз L2 и L3 меняются местами.

Если режим работы 1 достигнут до истечения минимального контрольного времени, равного 200 мс, смены порядка чередования фаз не произойдет.

Поскольку в режиме работы 1 невозможна смена порядка чередования фаз, управляющий сигнал в этом режиме может быть отозван без осуществления смены порядка чередования фаз. По причинам безопасности управляющий сигнал должен постоянно присутствовать во избежание неправильной работы при перезапуске устройства (например, при смене конфигурации).

### **Влияние на функции защиты**

Смена порядка чередования фаз особенно влияет на расчет величин прямой и обратной последовательностей, а также междуфазных напряжений при вычитании одного напряжения "фаза-земля" из другого, важно, чтобы это не искажало соответствующие сообщения, величины повреждений и рабочие измеренные величины. Таким образом, эта функция оказывает влияние почти на все функции защиты и на некоторые функции контроля (см. Раздел 2.42.1), которые выдают сообщения, если необходимая и рассчитываемая фаза не соответствует порядку.

## **2.47.2 Примечания по вводу уставок**

### **Программируемые уставки**

Нормальный порядок чередования фаз задается по адресу **271** (см. Подраздел 2.5). Если, со стороны сети, порядок задан временно, устройству защиты сообщается об этом через дискретный вход „>ОбрЧередФаз“ (**5145**).

## 2.48 Управление функциями защиты

Функциональная логика согласовывает работу функций защиты и дополнительных функций, обрабатывает выходные сообщений функций и данные, получаемые от системы.

### 2.48.1 Логика срабатывания устройства в целом

В этом разделе описывается общий пуск устройства и спонтанные сообщения, выдаваемые на дисплей устройства.

#### 2.48.1.1 Описание функции

##### Общий пуск устройства

Сигналы срабатывания отдельных функций защиты в устройстве обрабатываются по схеме "ИЛИ" и формируют сигнал общего пуска устройства. Он инициируется первой сработавшей функцией и снимается при возврате последней. Вследствие этого формируется следующее сообщение: „**ОБЩИЙ ПУСК**“.

Общий пуск устройства является предпосылкой для последующего запуска внутренних и внешних дополнительных функций. К внутренним функциям, управляемым общим пуском устройства, относятся:

- начало протоколирования повреждений: с момента общего пуска до общего возврата все сообщения о повреждениях записываются в протокол повреждений,
- инициализация регистрации данных о повреждениях: сохранение и обработка данных о повреждениях может также зависеть от формирования команды на отключение,
- формирование спонтанных сообщений: определенные сообщения о повреждениях отображаются на дисплее устройства как, так называемые, спонтанные сообщения (см. ниже „Спонтанные сообщения“); отображение на дисплее может выполняться в зависимости от поступления команды общего отключения от устройства.

##### Спонтанные сообщения

Спонтанные сообщения являются сообщениями о повреждении, которые автоматически появляются на дисплее после общего срабатывания устройства или выдачи команды на отключение. В устройстве 7UM62, эти сообщения включают:

„**Relay PICKUP (ОБЩИЙ ПУСК)**“: функция защиты, которая запустилась последней,

„**Relay TRIP (ОБЩЕЕ СРАБ)**“: функция защиты, которая последней выдала команду отключения,

„**PU Time (ВремяПУСКА)**“: время с момента общего пуска устройства до момента его возврата, в мс,

„**Trip Time (ВремяСРАБ)**“: время от общего пуска до выдачи первой команды отключения от устройства, с заданием времени в мс,

При использовании графического дисплея спонтанные сообщения будут выдаваться только если для параметра **СпонтОтобрПовр** введено **ДА** (см. также Раздел 2.2). Для 4-строчного дисплея этот параметр скрыт.

Заметьте, что защита от тепловой перегрузки не имеет пуска, как это происходит с другими функциями защиты. Время общего пуска устройства ("Время пуска") начинается при появлении сигнала отключения, который запускает протокол отключений. Возврат тепловой

модели защиты от тепловой перегрузки говорит об окончании повреждения и, таким образом, набора времени пуска.

## 2.48.2 Логика отключения устройства в целом

В этом разделе описывается общее отключение и снятие команды отключения.

### 2.48.2.1 Описание функции

#### Общее отключение

Сигналы отключения от всех функций защиты объединяются по схеме "ИЛИ" и приводят к сообщению „**ОБЩЕЕ ОТКЛ**“.

Это сообщение, как отдельное сообщение об отключении, ранжироваться на светодиод (LED) или выходное реле. Оно также может использоваться как собственное событие.

#### Управление сигналом отключения

Для управления командой отключения применяют следующее:

- Если функция защиты настроена на **Реле Блокировано**, она блокирована для активации выходного реле. На другие функции защиты это не влияет.
- Переданная команда отключения запоминается и хранится (см. рисунок 2-140). В то же время, запускается таймер минимальной длительности команды отключения **Тмин Ком Откл**. Этот таймер гарантирует передачу сигнала отключения на выключатель за соответствующее время, даже если функция, выдавшая сигнал отключения, осуществит быстрый возврат. Сигнал отключения снимается только после того, как все функции защиты осуществят возврат И истечет время минимальной длительности команды отключения.
- И наконец, состояние сигнала отключения можно "запомнить" до момента его сброса вручную (функция блокировки). Это дает возможность блокировать выключатель от повторного включения до момента устранения причины неисправности и снятия блокировки вручную. Снятие блокировки вручную осуществляют либо нажатием на клавишу сброса светодиодов, или активацией соответственно назначенного дискретного входа („>**Сброс Светодиод**“). Предварительным условием, конечно, является тот факт, что катушка отключения выключателя - обычно - остается заблокированной пока присутствует сигнал отключения, а ток катушки отключения отключен блок-контактом выключателя.

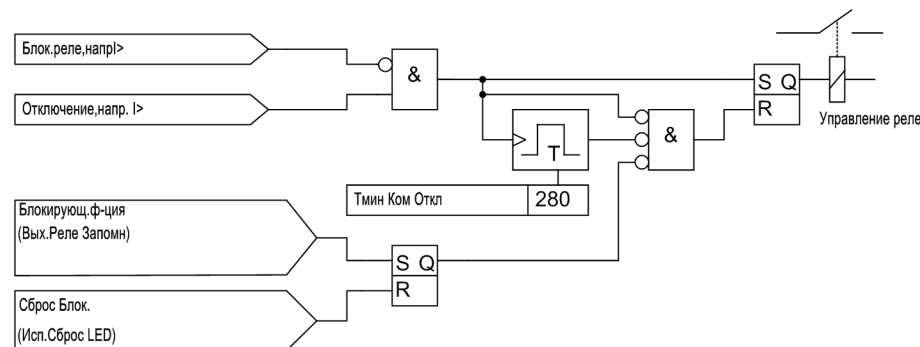


Рисунок 2-140 Снятие сигнала отключения, пример функции защиты

## 2.48.2.2 Примечания по вводу уставок

### Длительность команды

О минимальной длительности команды отключения **280 Тмин Ком Откл** уже говорилось в Разделе 2.5. Эта длительность действительна для всех функций защиты, которые могут выдавать команды отключения.

## 2.49 Дополнительные функции

В данной главе описываются общие функции устройства.

### 2.49.1 Обработка сообщений

После возникновения повреждения в сети, для точного анализа повреждений важной является информация о реакции прибора и о измеренных величинах. Для этой цели в устройстве предусмотрена возможность обработки сообщений (для трех типов сообщений):

#### 2.49.1.1 Описание функции

##### Светодиоды и дискретные выходы (выходные реле)

Важнейшие события и состояния отображаются при помощи светодиодной сигнализации (LED) на лицевой панели устройства. Более того, устройство имеет выходные реле для дистанционной передачи информации. Большинство сообщений и сигналов можно свободно ранжировать, т.е. распределять по иному, а не так, как это было выполнено при поставке. В Системном Описании SIPROTEC 4 /1/ дается подробное описание процедуры конфигурирования. Информация о заводских уставках содержится в Приложении.

Выходные реле и светодиоды могут работать в режиме с запоминанием состояния или без запоминания состояния (каждый может быть задан отдельно).

Запоминание срабатывания защищено от потери напряжения питания. Запоминание сбрасывается:

- на месте, нажатием клавиши сброса светодиодов на реле,
- дистанционно, используя назначенный для этой цели дискретный вход,
- используя последовательные интерфейсы,
- автоматически, в начале следующего пуска (см. минимальное время удерживания LED, Раздел 2.2).

Сообщения, отображающие состояние, не должны иметь запоминания. Кроме того, их нельзя сбросить до тех пор, пока не пропадет критерий появления сообщения. Это касается, например, сообщений от функций контроля и т.д.

Зеленый светодиод отображает готовность реле ("ГОТОВНОСТЬ"), и не может быть сброшен. Он гаснет автоматически при обнаружении функцией самопроверки процессора неисправности или при исчезновении напряжения питания.

При наличии напряжения питания и внутренней неисправности загорается красный светодиод („ОШИБКА“) блокируется выполнение всех функций устройства.

##### 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 интерфейса обслуживания можно подключить персональный компьютер, на который передается информация.

В нормальном режиме, пока в сети нет повреждений, на встроенном ЖКИ дисплее отображаются соответствующие значения параметров текущего режима (сводка рабочих измеряемых величин). В случае повреждения в сети на дисплей выводится информация о повреждении, так называемые спонтанные сообщения. После того, как сообщения о повреждении были сквитированы, на экране снова появляется информация,

отображающаяся в нормальном режиме работы сети. Квитирование можно выполнить нажатием клавиши сброса светодиодов на передней панели (см. выше).

Устройство располагает несколькими буферами памяти для записи рабочих сообщений, статистики отключений выключателя и т.д., которые защищены от потерь напряжения питания с помощью батареи питания. Эти сообщения можно в любой момент вызвать при помощи функциональной клавиатуры на дисплей или перенести на персональный компьютер через последовательный интерфейс устройства. Процесс считывания сообщений подробно описан в Системном Описании SIPROTEC 4./1/

### Классификация сообщений

Сообщения относятся к следующим категориям:

- Рабочие сообщения: сообщения, возникающие в процессе функционирования устройства; информация о состоянии функций защиты, данных измерений, данных энергосистемы, командах управления и т.д.
- Сообщения о повреждениях: сообщения о 8-ми последних повреждениях в сети, с которыми работало устройство.
- Статистические сообщения: содержат счетчик переключений выключателей, осуществленных устройством, возможно - команд включения, а также содержат значения отключенных токов и суммарных токов повреждений.

Полный список всех сообщений и выходных функций устройства содержится в Приложении, всем функциям дается свой уникальный номер (FNo). Также представлена информация о том, куда может быть отправлено данное сообщение. Если в определенной версии устройства не присутствует какая-либо из функций или она задана как **Выведено**, соответствующие сообщения не появляются.

### Рабочие сообщения (Буфер: Протокол событий)

В рабочих сообщениях содержится информация, выдаваемая устройством во время его функционирования, а также информация об условиях функционирования. В устройстве регистрируется до 200 рабочих сообщений в хронологическом порядке. Выдаваемые вновь сообщения добавляются к уже имеющимся. При заполнении всего предусмотренного для этих сообщений объема памяти наиболее раннее сообщение теряется.

### Сообщения о повреждениях (Буфер: Протокол отключений)

При повреждении в системе можно, например, получить информацию о его развитии, о его обнаружении и выдаче сигнала отключения. Начало повреждения отмечается абсолютным временем внутренних часов. Процесс развития возмущения отображается со временем относительно момента обнаружения аварии, т.е. можно судить о длительности повреждения до его отключения и снятия команды отключения. Разрешающая способность при фиксации времени равна 1 мс.

### Спонтанные сообщения на фронтальной панели устройства

При возникновении повреждения, при общем пуске устройства, на ЖКИ-дисплее устройства автоматически, без каких-либо действий со стороны оператора, отображаются наиболее важные данные об аварии.

При использовании графического дисплея спонтанные сообщения могут также быть введены через параметры (см. также Раздел 2.2).

## Хранение сообщений о повреждениях

Сообщения о последних восьми повреждениях в сети можно восстановить и считать. Там, где повреждение генератора вызвало пуск нескольких функций защиты, то его длительностью считается время, прошедшее с момента пуска первой функции защиты до момента возврата последней функции защиты.

Всего может храниться до 600 сообщений. При переполнении буфера наиболее старые данные стираются, их место занимают новые.

## Общий опрос

Текущее состояние устройства SIPROTEC 4 можно проверить с помощью DIGSI просмотром содержимого общего опроса. При этом показываются все сообщения с их текущими признаками.

## Спонтанные сообщения

Спонтанные сообщения, отображаемые при помощи DIGSI, содержат информацию о новых приходящих сообщениях. Каждое новое сообщение появляется немедленно, т.е. пользователю не нужно ждать обновления данных или инициировать это обновление.

## Учет статистики

Ведение учета статистических данных включает в себя подсчет количества отключений, произведенных устройством защиты 7UM62, суммарных отключенных функциями защиты токов. Токи отключения отображаются в первичных значениях.

Статистические данные можно просмотреть на ЖКИ-дисплее устройства или при помощи ПК, подключенного к интерфейсу оператора или интерфейсу обслуживания, и программы DIGSI.

Для просмотра содержимого счетчиков и хранимых величин не требуется ввода пароля, ввод пароля необходим для их изменения или удаления.

## Сообщения в центр управления (АСУТП)

Если устройство имеет последовательный системный интерфейс, то сохраненную информацию можно передать через этот интерфейс в центральное устройство управления и хранения данных. Передача данных может производиться по различным коммуникационным протоколам.

## 2.49.2 Статистика

Выдаваемые устройством команды отключения подсчитываются. Протоколируются величины токов последних инициированных устройством отключений. Величины отключенных токов суммируются для каждой фазы выключателя.

### 2.49.2.1 Описание функции

#### Количество отключений

Подсчитывается количество реализованных устройством 7UM62 отключений, а также контролируется положение выключателя при помощи его блок-контактов и дискретных входов. Для использования этой функцией внутренний счетчик импульсов „Кол.Откл.“ назначается на дискретный вход, управляемый РАЗОМКНУТЫМ положением выключателя.



Импульсная измеряемая величина „**Кол.Откл.**“ может быть найдена в группе "**Статистика**", если в матрице конфигурирования опция "Measured and Metered Values Only (Только измеряемые и контролируемые величины)" была введена.

#### Отключенные величины (при отключении)

Дополнительно при каждой команде отключения среди сообщений об отключении появляется информация о следующих отключенных величинах:

- если задействована дифференциальная защита, выдаются сообщения „**IO-Дифф:**“ и „**IO-Торм:**“ в  $I/I_{нО}$ ,
- сумма первичных токов повреждения для каждой фазы и стороны в кА,
- первичные токи для всех трех фаз в кА, отдельно для стороны 1 и 2,
- если задействована дифференциальная защита, выдаются значения дифференциального тока и тока торможения для всех трех фаз,
- напряжения "фаза-земля" в кВ,
- значения первичной активной мощности P в МВт (точно усредненная мощность),
- значения первичной реактивной мощности Q в МВт (точно усредненная мощность),
- частота в Гц,

#### Часы работы

Суммарное количество часов работы под нагрузкой также хранится в памяти (если величина тока как минимум в одной фазе больше предельного значения **Имин ВЫКЛ: Вкл**, заданного по адресу **281**).

#### Накапливаемые токи отключений

Отключенные токи для каждой фазы, показываемые при каждой команде отключения - отдельно для сторон 1 и 2 - накапливаются и хранятся.

Счетчик и память защищены от потери напряжения питания.

#### Установка / сброс

Установка и сброс этих статистических счетчиков осуществляется через пункт меню **СООБЩЕНИЯ** → **СТАТИСТИКА** путем введения новых значений поверх имеющихся и отображаемых.

#### 2.49.2.2 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	Кол.Откл.=	PMV	Число отключений=
409	>БЛК РабСчетч	SP	>Блокировать счетчик раб.времени ВЫКЛ
1020	РабЧас=	VI	Счетчик часов в работе установки
30607	$\Sigma I L1 C t 1:$	VI	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 1
30608	$\Sigma I L2 C t 1:$	VI	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 1
30609	$\Sigma I L3 C t 1:$	VI	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 1
30610	$\Sigma I L1 C t 2:$	VI	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 2

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
30611	$\Sigma IL2Cт2:$	VI	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 2
30612	$\Sigma IL3Cт2:$	VI	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 2

### 2.49.3 Измерения

Для просмотра на месте установки или передачи на верхний уровень управления устройство располагает набором параметров текущего режима - значений измеряемых величин и значений, рассчитанных на их основе (см. таблицу 2-19, а также следующий за ней список).

Измеренные величины можно передавать через интерфейсы в центральное устройство управления и системы хранения данных.

#### 2.49.3.1 Описание функции

##### Представление измеряемых значений

Рабочие измеряемые величины, представленные в таблице 2-19, могут быть получены во вторичных, первичных и процентных значениях. Условием корректного отображения первичных и процентных значений является полный и правильный ввод номинальных величин трансформаторов тока и защитного оборудования, в соответствии с Подразделами 2.5 и 2.7. В таблице 2-19 представлены формулы конвертации вторичных значений в первичные и процентные.

В зависимости от заказанной версии устройства, типа его подключения и конфигурированных функций защиты, может быть доступна только часть рабочих измеряемых величин, представленных в данной таблице. Напряжение смещения  $U_0$  рассчитывается из напряжений "фаза-земля":  $U_0 = 1/3 \cdot |\underline{U}_{L1} + \underline{U}_{L2} + \underline{U}_{L3}|$ . Для этого должны быть подключены три входа напряжений "фаза-земля".

Таблица 2-19 Формулы конвертации вторичных величин в первичные / процентные величины

Измеряемые величины	вторичные	первичные	%
$I_{L1C2}, I_{L2C2}, I_{L3C2}, I_{1C2}, I_{2C2}, 3I_{0C2}$	$I_{\text{втор Ст2}}$	$\frac{I_{\text{ном-перв}} I_{\text{Ст2}}}{I_{\text{ном-втор}} I_{\text{Ст2}}} \cdot I_{\text{втор Ст2}}$	$\frac{I_{\text{перв Ст2}}}{S_{\text{ном ген/двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ген/двиг}})} \cdot 100$
$I_{L1C1}, I_{L2C1}, I_{L3C1}$	$I_{\text{втор Ст1}}$	$\frac{I_{\text{ном-перв}} I_{\text{Ст1}}}{I_{\text{ном-втор}} I_{\text{Ст1}}} \cdot I_{\text{втор Ст1}}$	<p>Дифференциальная защита для генераторов и двигателей:</p> $\frac{I_{\text{перв Ст1}}}{S_{\text{ном ген/двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ген/двиг}})} \cdot 100$ <p>Дифференциальная защита для трансформатора трех фаз:</p> $\frac{I_{\text{перв Ст1}}}{S_{\text{ном трансф}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном-первСт1}})} \cdot 100$
$I_{EE1}$	$I_{EE1 \text{ втор}}$	Коэфф $I_{EE1} \cdot I_{EE1 \text{ втор}}$	$\frac{I_{EE1 \text{ перв}}}{S_{\text{ном ген/двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ген/двиг}})} \cdot 100$
$I_{EE2}$	$I_{EE2 \text{ втор}}$	Коэфф $I_{EE2} \cdot I_{EE2 \text{ втор}}$	$\frac{I_{EE2 \text{ перв}}}{S_{\text{ном ген/двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ген/двиг}})} \cdot 100$
$I_{EEB}$	$I_{EE1 \text{ втор}}$ или $I_{EE2 \text{ втор}}$	Коэфф $I_{EE1} \cdot I_{EE1 \text{ втор}}$ или Коэфф $I_{EE2} \cdot I_{EE2 \text{ втор}}$	$\frac{I_{EE1 \text{ перв.}}}{S_{\text{ном ген/двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ген/двиг}})} \cdot 100$ или $\frac{I_{EE2 \text{ перв.}}}{S_{\text{ном ген/двиг}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном ген/двиг}})} \cdot 100$
$U_{L1E}, U_{L2E}, U_{L3E}, U_0, U_1, U_2$	$U_{L-E \text{ втор}}$	$\frac{U_{\text{ном-ТН ПЕРВ}}}{U_{\text{ном-ТН ВТОР}}} \cdot U_{L-E \text{ втор}}$	$\frac{U_{\text{перв}}}{U_{\text{ном ГЕН/ДВИГ}} / (\sqrt{3})} \cdot 100$
$U_{L1-L2}, U_{L2-L3}, U_{L3-L1}$	$U_{LL \text{ втор}}$	$\frac{U_{\text{ном-ТН ПЕРВ}}}{U_{\text{ном-ТН ВТОР}}} \cdot U_{LL \text{ втор}}$	$\frac{U_{\text{перв}}}{U_{\text{ном ГЕН/ДВИГ}}} \cdot 100$
$U_E$	измеренное:	измеренное:	$\frac{U_E \text{ перв}}{U_{\text{ном ГЕН/ДВИГ}} / (\sqrt{3})} \cdot 100$
	$U_{E \text{ втор}}$	Коэфф $U_E \cdot U_{E \text{ втор}}$	
	расчетное:	расчетное:	
	$U_{E \text{ втор}} = U_0 / \sqrt{3}$	$\frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ВТОР}}} \cdot U_{E \text{ 3 гар, втор}}$	

Измеряемые величины	вторичные	первичные	%
$U_{I/T}$	$U_{I/T \text{ втор}}$	Коэфф UE · $U_{I/T \text{ втор}}$	$\frac{U_{W \text{ перв}}}{U_{\text{ном ген, двиг}} / \sqrt{3}} \cdot 100$
P, Q, S	$P_{\text{втор}}$ $Q_{\text{втор}}$ $S_{\text{втор}}$	$\frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ВТОР}}} \cdot \frac{I_{\text{ном-перв I-Сторона2}}}{I_{\text{ном-втор I-Сторона2}}} \cdot P_{\text{втор}}$	$\frac{\text{Мощность}_{\text{перв}} \cdot 100}{S_{\text{ном ген/двиг}}}$
Угол PHI	$\varphi$	$\varphi$	процентные измеренные величины не отображаются
Коэффициент мощности	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	$\cos \varphi \cdot 100$
Частота	f	f	$\frac{f}{f_{\text{ном}}} \cdot 100$
U/f	$\frac{U}{f} \cdot \frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ГЕН/ДВИГ}}}$	$\frac{U}{f} \cdot \frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ГЕН/ДВИГ}}}$	$\frac{U}{f_{\text{ном}}} \cdot \frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ГЕН/ДВИГ}}} \cdot 100$
R, X	$R_{\text{втор Ст2}}$ $X_{\text{втор Ст2}}$	$\frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ВТОР}}} \cdot \frac{I_{\text{ном-перв I-Сторона2}}}{I_{\text{ном-втор I-Сторона2}}} \cdot R_{\text{втор Ст2}}$	процентные измеренные величины не отображаются
$U_{E3.H}$	измеренное: $U_{E3 \text{ гар., втор}}$	измеренное: Коэфф UE · $U_{E3 \text{ гар, втор}}$	$\frac{U_{E3 \text{ гар, перв}}}{U_{\text{ном ген / двиг}} / (\sqrt{3})} \cdot 100$
	расчетное: $U_{E3 \text{ гар., втор}} = U_0 \cdot \sqrt{3}$	расчетное: $\frac{U_{\text{ном ПЕРВ}}}{U_{\text{ном ВТОР}}} \cdot U_{E3 \text{ гар, втор}}$	
$U_{DC}/I_{DC}$ (измерительный преобразователь 1)	$U_{DC}$ в В-	нет первичных величин	$\frac{U_{\text{пост. тока}}}{10 \text{ В}} \cdot 100$
	$I_{DC}$ в мА-		$\frac{I_{\text{пост. тока}}}{20 \text{ мА}} \cdot 100$
$U_{\text{возб}}$ (измерительный преобразователь 3)	$U_{\text{возб}}$	нет первичных величин	$\frac{U_{\text{ошиб}}}{10 \text{ В}} \cdot 100$

Адреса задействованных параметров из Данных энергосистемы 1:

Параметр	Адрес	Параметр	Адрес
Uном ПЕРВ.	221	Коэфф IEE1	205
Uном ВТОР.	222	Коэфф IEE2	213
Ин-перв ТТ Ст1	202	Коэфф UE	224
Ин-втор ТТ Ст1	203	Un ГЕН/ДВИГ	251
Ин-перв ТТ Ст2	211	Sn ГЕН/ДВИГ	252

Параметр	Адрес	Параметр	Адрес
Ин-втор ТТ Ст2	212	Uф / Утреуг	225
Ун-перв Ст1	241	Тн Трансф	249

Измеренные величины рассчитываются функциями защиты и становятся доступными.

### Измеряемые величины функции защиты ротора от замыкания на землю (Rn, fn)

Доступны следующие вторичные величины: напряжение смещения системной частоты  $U_{RE}$  ( $= U_E$ ), ток повреждения на землю  $I_{RE}$  ( $= I_{ee1}$ ) и сопротивление ротора относительно земли  $R_{earth}$ , общее сопротивление  $R_{tot}$ , общее реактивное сопротивление  $X_{tot}$  и фазный угол  $\varphi Z_{tot}$  общего сопротивления для функции защиты ротора от повреждения на землю.

### Измеряемые величины функции защиты статора от замыкания на землю (1 Гц)

Частота и амплитуда генератора 1–3 Гц (7ХТ71)  $f_{ген}$ ,  $U_{ген}$ , ток в цепи ротора  $I_{ген}$ , заряд при смене полярности  $Q_C$  и сопротивление ротора относительно земли  $R_{earth}$ .

### Измеряемые величины функции защиты статора от замыкания на землю (20 Гц)

Напряжение и ток цепи статора на землю  $U_{SES}$  and  $I_{SEF}$ , Специальные сопротивления статора относительно земли  $R_{sef}$  и  $R_{sefp}$  (первичные) и угол фаз  $\varphi$  SEF между током и напряжением при 20 Гц.

### Определение измерения мощности

Устройство 7UM62 использует систему опорных стрелок (условных положительных направлений) генератора. Выходная мощность - положительная.

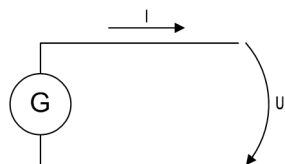


Рисунок 2-141 Определение положительного направления опорных стрелок (условных положительных направлений)

Следующая таблица содержит рабочие диапазоны синхронных и асинхронных машин. Для этого параметр **1108 Акт Мощность** задается равным **Генератор**. „Нормальные условия“ означает, что активная мощность присутствует при нормальном рабочем режиме: + означает, что на устройство защиты подается положительная мощность, – означает, что отрицательная.

Таблица 2-20 Рабочие диапазоны синхронных и асинхронных машин

Синхронный генератор	Синхронный двигатель
<p>Предел устойчивости</p> <p>недовозбуждение      перевозбуждение</p> <p>Реактивная мощность Q управляется возбуждением. Нормальный режим: +P и +Q</p>	<p>Предел устойчивости</p> <p>недовозбуждение      перевозбуждение</p> <p>Реактивная мощность Q управляется возбуждением. Нормальный режим: -P и +Q</p>
Асинхронный генератор	Асинхронный двигатель
<p>предел устойчивости</p> <p>Реактивная мощность потребляется из системы для поддержания возбуждения. Нормальный режим: +P и -Q</p>	<p>предел устойчивости</p> <p>При работе двигателя и реактивная и активная мощность потребляется из системы. Нормальный режим: -P и -Q</p>

В таблице показано, что рабочие диапазоны при работе генератора и двигателя являются отраженными по отношению друг к другу относительно оси реактивной мощности. Величины измеренной мощности также получаются из приведенного выше определения.

Если, например, для синхронного двигателя используются функции контроля активной мощности или защиты от реверса мощности, параметр **1108 Акт Мощность** задается равным **Двигатель**. При этом активная мощность (в соответствии с приведенным выше определением) умножается на -1. Это означает, что диаграмма мощности симметрична относительно оси реактивной мощности, а представление активной мощности изменяется. Это нужно принимать во внимание при оценке величин учета энергии.

Если, например, нужно получить положительные величины мощности для асинхронного двигателя, направление тока соответствующей группы ТТ (например, параметр **201 ОбщТчТТ->Об Ст1**) необходимо поменять на противоположное. Параметр **1108 Акт Мощность** остается равным уставке по умолчанию **Генератор**. Это означает, что согласно системе опорных стрелок генератора заземление трансформаторов тока нужно ввести в устройство со знаком, противоположным его реальному знаку. Это даст результаты, которые можно будет сравнивать с системой опорных стрелок потребителя.

### 2.49.3.2 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
605	I1 =	MV	Ток прямой последовательности I1
606	I2 =	MV	Ток обратной последовательности I2

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
621	UL1E=	MV	UL1E=
622	UL2E=	MV	UL2E=
623	UL3E=	MV	UL3E=
624	UL12=	MV	U L12
625	UL23=	MV	U L23
626	UL31=	MV	U L31
627	Uен =	MV	Uен
629	U1 =	MV	Напряж. прямой последовательности U1
630	U2 =	MV	Напряж. обратной последовательности U2
641	P =	MV	Активная мощность P
642	Q =	MV	Реактивная мощность Q
644	f=	MV	Частота f
645	S =	MV	Полная мощность S
650	UE 3г.=	MV	UE 3 гармоника
662	I Разъед=	MV	Постоянный ток
669	U20=	MV	ЗащСтат33 100%:20 Гц напряж цепь статора
670	I20=	MV	ЗащСтат33 100%:20 Гц ток цепь статора
693	Rсумм=	MV	Сумм акт.сопр. (Робщ) ЗащРот33
696	Xсумм=	MV	Сумм реакт.сопр. (Хобщ) ЗащРот33
697	φ Зобщ=	MV	Угол (Зобщ) ЗащРот33
700	Rзем=	MV	Акт.сопр.поврежд (Rзем) ЗащРот33
721	IL1C1=	MV	Измерение тока IL1 Сторона 1
722	IL2C1=	MV	Измерение тока IL2 Сторона 1
723	IL3C1=	MV	Измерение тока IL3 Сторона 1
724	IL1C2=	MV	Измерение тока IL1 Сторона 2
725	IL2C2=	MV	Измерение тока IL2 Сторона 2
726	IL3C2=	MV	Измерение тока IL3 Сторона 2
755	fген =	MV	Частота генерат. прямоуг.импульс.(1-3Гц)
757	Uген =	MV	Напряж. генерат. прямоуг.импульс.(1-3Гц)
758	Iген =	MV	Ток генератора прямоуг.импульсов (1-3Гц)
759	Qс =	MV	Заряд при изменении полярности (1-3Гц)
760	Rст-з перв=	MV	Первичное акт.сопр. статор-земля
761	R-ЗащРот=	MV	Активное сопротивл. ротор-земля (1-3Гц)
762	U-ЗащСтат=	MV	Напряжение смещения для цепи статора
763	I-ЗащСтат=	MV	Ток нул.послед. в цепи статора
764	R-ЗащСтат=	MV	Активное сопротивление статор-земля
765	U/f =	MV	Перевозбуждение: Коэф. (U/Un)/(f/fн)
769	Ui/τ=	MV	Межвитковое напряжение смещения
827	IEE-B=	MV	Ток IEE-B чувств.защ.от зам.на землю
828	IEE1=	MV	Ток 1 зам.на землю (чувст ТТ)
829	IEE2=	MV	Ток 2 зам.на землю (чувст ТТ)
831	3I0 =	MV	3I0 (нулевая последовательность)
832	3U0 =	MV	3U0 (нулевая последовательность)
894	Uпост=	MV	Постоянное напряжение
896	Uрот-з=	MV	Напр.смещ.при зам.обм.рот.на землю

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
897	$I_{рот-3} =$	MV	Ток нул.послед. ротора,вызв. Урот-3
901	$\cos\varphi =$	MV	Коэффициент мощности $\cos(\phi) =$
902	$\varphi =$	MV	Фазовый угол
903	$R =$	MV	Активное сопротивление
904	$X =$	MV	Реактивное сопротивление
909	$U_{возб} =$	MV	Напряжение возбуждения
995	$\varphi_{ЗащСтат} =$	MV	Угол для цепи статора
996	$Пр1 =$	MV	Преобразователь 1
997	$Пр2 =$	MV	Преобразователь 2
998	$Пр3 =$	MV	Преобразователь 3
7740	$\varphi_{IL1Ст1} =$	MV	Угол в фазе IL1 стороны 1
7741	$\varphi_{IL2Ст1} =$	MV	Угол в фазе IL2 стороны 1
7749	$\varphi_{IL3Ст1} =$	MV	Угол в фазе IL3 стороны 1
7750	$\varphi_{IL1Ст2} =$	MV	Угол в фазе IL1 стороны 2
7759	$\varphi_{IL2Ст2} =$	MV	Угол в фазе IL2 стороны 2
7760	$\varphi_{IL3Ст2} =$	MV	Угол в фазе IL3 стороны 2

## 2.49.4 Термические измерения

### 2.49.4.1 Определение

Устройство оперирует со следующими термическими измеряемыми величинами:

- $\Theta_S / \Theta_{S_{откл}}$  - измеряемая величина обмотки статора в % к температуре отключения для функции защиты от термической перегрузки,
- $\Theta_S / \Theta_{S_{отклL1}}$  - нормализованная измеряемая величина обмотки статора для фазы L1 для функции защиты от термической перегрузки,
- $\Theta_S / \Theta_{S_{отклL2}}$  - нормализованная измеряемая величина обмотки статора для фазы L2 для функции защиты от термической перегрузки,
- $\Theta_S / \Theta_{S_{отклL3}}$  - нормализованная измеряемая величина обмотки статора для фазы L3 для функции защиты от термической перегрузки,
- $\Theta_L / \Theta_{L_{макс}}$  - нормализованная температура ротора в % к температуре отключения,
- $T_{Rem.}$  - время до следующего разрешенного повторного пуска машины,
- $I_{Neg th.}$  - температура перегрева ротора, возникшая из-за наличия составляющей обратной последовательности тока, в % к температуре отключения,
- $U/f th.$  - температура перегрева, вызванная избыточным возбуждением, в % к температуре отключения,
- - температура охладителя,
- $\Theta_{RTD 1}$  -  $\Theta_{RTD 12}$  - температура датчиков с 1 по 12.



### 2.49.4.2 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
660	T ост=	MV	Время, оставшееся до включения
661	Θ реПуск =	MV	Порог для повторного включения
766	U/f темп =	MV	Перевозбуждение: Термич. хар-ка
801	Θ/Θоткл =	MV	Термическая перегрузка сигнализации иОткл
802	Θ/ΘотклL1=	MV	Термическая перегрузка для фазы L1
803	Θ/ΘотклL2=	MV	Термическая перегрузка для фазы L2
804	Θ/ΘотклL3=	MV	Термическая перегрузка для фазы L3
805	Θ/ΘотклPт=	MV	Термическая перегрузка ротора
910	ТеплМодель=	MV	Рассчитанная темп.ротора (несимм.нагр.)
911	ТемпОхлОкрСр=	MV	Температура охлаждения (окруж.среды)
1068	Θ RTD 1 =	MV	Температура от RTD 1
1069	Θ RTD 2 =	MV	Температура от RTD 2
1070	Θ RTD 3 =	MV	Температура от RTD 3
1071	Θ RTD 4 =	MV	Температура от RTD 4
1072	Θ RTD 5 =	MV	Температура от RTD 5
1073	Θ RTD 6 =	MV	Температура от RTD 6
1074	Θ RTD 7 =	MV	Температура от RTD 7
1075	Θ RTD 8 =	MV	Температура от RTD 8
1076	Θ RTD 9 =	MV	Температура от RTD 9
1077	Θ RTD10 =	MV	Температура от RTD 10
1078	Θ RTD11 =	MV	Температура от RTD 11
1079	Θ RTD12 =	MV	Температура от RTD 12

### 2.49.5 Дифференциальный ток и ток торможения

Дифференциальный ток и токи торможения (стаб. токи)  $I_{\text{дифф L1}}$ ,  $I_{\text{дифф L2}}$ ,  $I_{\text{дифф L3}}$ ,  $I_{\text{торм L1}}$ ,  $I_{\text{торм L2}}$ ,  $I_{\text{торм L3}}$ ,  $I_{0\text{дифф}}$ ,  $I_{0\text{торм}}$ , 3I0-1, 3I0-2 - в процентах от номинальных значений защищаемого объекта.

#### 2.49.5.1 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
7742	IдиффL1=	MV	IдиффL1(I/Иномин. объекта [%])=
7743	IдиффL2=	MV	IдиффL2(I/Иномин. объекта [%])=
7744	IдиффL3=	MV	IдиффL3(I/Иномин. объекта [%])=
7745	IтормL1=	MV	IтормL1(I/Иномин. объекта [%])=
7746	IтормL2=	MV	IтормL2(I/Иномин. объекта [%])=
7747	IтормL3=	MV	IтормL3(I/Иномин. объекта [%])=
30654	IдиффOгр3=	MV	Iдифф Oгр33 (I/Иномин. объекта [%])
30655	IтормOгр3=	MV	Iторм Oгр33 (I/Иномин. объекта [%])

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
30659	I0-1=	MV	Огр 33: I0-1 (I/Ином.объекта[%])
30660	I0-2=	MV	Огр 33: I0-2 (I/Ином.объекта[%])

## 2.49.6 Настройка измерения Мин/Макс значений

Минимальные и максимальные значения для компонентов прямой последовательности  $I_1$  и  $U_1$ , активной мощности  $P$ , реактивной мощности  $Q$  даны в первичных величинах, для частоты и содержания 3-ей гармоники в напряжении смещения - во вторичных величинах  $U_{3r}$ . А также присутствует информация о времени и дате их последнего изменения. Минимальные и максимальные значения можно сбросить через дискретных вход или, при получении устройства от поставщика, нажатием функциональной клавиши F4.

Минимальные и максимальные значения поддерживаются только в модификациях устройства 7UM62\*\*\_\*\*\*\*\_3\*\*\*.

### 2.49.6.1 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	СбрсМинМах	IntSP_Ev	Сброс счетчика Минимум и Максимум
394	>МиМаксUE 3гСбр	SP	>Очистить буфер Мин/Макс UE 3 гарм.
396	>I1 МинМах Сбр	SP	>Очистить буфер I1 МИН/МАКС
399	>U1 МинМах Сбр	SP	>Очистить буфер U1 МИН/МАКС
400	>P МинМах Сброс	SP	>Очистить буфер P МИН/МАКС
402	>Q МинМах Сброс	SP	>Очистить буфер Q МИН/МАКС
407	>ЧастМинМах Сбр	SP	>Очистить буфер Част. МИН/МАКС
639	UE 3г Мин=	MVT	Минимальное значение UE 3 гарм.
640	UE 3гМакс=	MVT	Максимальное значение UE 3 гарм.
857	I1 Мин=	MVT	Мин. ток прямой последовательности
858	I1 Мах=	MVT	Макс. ток прямой последовательности
874	U1 Мин =	MVT	Мин. напряжение прямой последов-сти U1
875	U1 Мах =	MVT	Макс. напряжение прямой последов-сти U1
876	PМин=	MVT	Мин. активная мощность
877	PМах=	MVT	Максим. активная мощность
878	QМин=	MVT	Мин. реактивная мощность
879	QМах=	MVT	Макс. реактивная мощность
882	fмин=	MVT	Мин. частота
883	fмакс=	MVT	Макс. частота

## 2.49.7 Энергия

$W_p$ ,  $W_q$  - измеренные значения активной и реактивной электроэнергии в киловатт час, мегаватт час или гигаواتт час первичные или кВАР час, МВАР час или ГВАР час первичные, отдельно для входа или выхода, или емкостные и индуктивные.

Расчет рабочих измеряемых величин ведется также и во время повреждения. Значения величин обновляются через интервалы 0.3 с и 1 с.

Измеренные значения электроэнергии поддерживаются только в модификациях устройства 7UM62\*\*\_\*\*\*\*\*-3\*\*\*.

### 2.49.7.1 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	Сброс Счет	IntSP_Ev	Сброс счетчика
888	Wa(имп)	PMV	Счетчик импульсов активной энергии Wa
889	Wp(имп)	PMV	Счетчик импульсов реактивной энергии Wp
916	WaΔ=	-	Приращение активной энергии
917	WpΔ=	-	Приращение реактивной энергии
924	Wa выдача	MVMV	Wa выдача
925	Wp выдача	MVMV	Wp выдача
928	Wa потреб	MVMV	Wa потребление
929	Wp потреб	MVMV	Wp потребление

### 2.49.8 Контрольные точки (измер. величины)

SIPROTEC 4 - устройство 7UM62 позволяет ввести предупредительные контрольные точки (пределы) для наиболее важных измеряемых и контролируемых величин. Если в процессе работы величина достигнет или превысит один из этих пределов, 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. В отличие от реальных функций защиты, таких как МТЗ или защита от перегрузки, эта процедура контроля работает в фоновом режиме, так что в случае возникновения повреждения и быстрого изменения величин измерения, когда пускаются функции защиты, эта программа может не отвечать. Более того, т.к. сообщение не создается до тех пор, пока предельное значение не будет превышено несколько раз, эти процедуры контроля не могут отвечать непосредственно перед выдачей устройством команды отключения.

Для устройства 7UM62 при поставке конфигурировано только предельное значение защиты от пониженного значения тока  $I_{L<}$ . Другие предельные значения можно задать, если их измеряемые и контролируемые величины были правильно заданы через логику CFC (см. Системное описание SIPROTEC 4 /1/).

Предельные значения вводятся в разделе меню **ИЗМЕРЕНИЯ** в подменю **LIMITS (MV)** путем записи поверх ранее введенных.

Если фазный ток падает ниже предельного значения „ $I_{L<}$ “, выдается сообщение „**КонтТчк I<**“ (No. 284).

### 2.49.8.1 Примечания по вводу уставок

#### Предельные значения

Предельные значения вводятся в разделе меню **ИЗМЕРЕНИЯ** в подменю **LIMITS (MV)** путем записи поверх ранее введенных.

Если фазный ток падает ниже предельного значения „IL<“, выдается сообщение „КонтТчк I<“ (No. 284).

### 2.49.8.2 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	IL<	LV	IL< пониж.тока
284	КонтТчк I<	OUT	Контр.точка I< сигн.

### 2.49.9 Контрольные точки (статистика)

SIPROTEC 4 - устройство 7UM62 позволяет ввести пределы для наиболее важных статистических величин. Если в процессе работы величина достигнет или превысит один из этих пределов, то устройство генерирует сигнал, который выдается как рабочее сообщение.

Если предельное значение „РабВр>“ будет превышено, выдается сообщение „КнтЧЧасыРаботы>“ (No. 272).

### 2.49.9.1 Сводная таблица сообщений

№	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	РабВр>	LV	Кол-во часов работы больше,чем
272	КнтЧЧасыРаботы>	OUT	Конт.точка Часов работы>

### 2.49.10 Регистрация аварийных режимов

Многофункциональное устройство защиты 7UM62 имеет встроенную функцию регистрации данных повреждений, которая сканирует как мгновенные значения, так и среднеквадратические значения различных измеренных величин для хранения их в кольцевом буфере.

#### 2.49.10.1 Описание функции

##### Режим работы

Мгновенные значения измеряемых величин:

$I_{L1\ CT1}$ ,  $I_{L2\ CT1}$ ,  $I_{L3\ CT1}$ ,  $I_{EE1}$ ,  $I_{L1\ CT2}$ ,  $I_{L2\ CT2}$ ,  $I_{L3\ CT2}$ ,  $I_{EE2}$  и  $U_{L1}$ ,  $U_{L2}$ ,  $U_{L3}$ ,  $U_E$ ,  $I_{диффL1}$ ,  $I_{диффL2}$ ,  $I_{диффL3}$ ,  $I_{ТормL1}$ ,  $I_{ТормL2}$ ,  $I_{ТормL3}$  (нормированные по номинальному току объекта) и  $u_{\pm}$  or  $i_{\pm}$  трех измерительных преобразователей

дискретизируются с интервалом 1,25 мс (при 50 Гц) и сохраняются в кольцевом буфере (16 выборок за период). При возникновении повреждения данные записываются в течение заданного периода времени, но не более, чем за 5 с.

Среднеквадратические значения измеряемых величин

$I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_{ee2}$ ,  $I_{ee1}$ ,  $U_1$ ,  $U_E$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $\varphi$ ,  $f-f_N$ ,  $R$  и  $X$

могут храниться в кольцевом буфере, одно измеренное значение на полцикла.  $R$  и  $X$  - полные сопротивления прямой последовательности. При возникновении повреждения данные записываются в течение заданного периода времени, но не более, чем за 80 с.

В этом буфере могут храниться до 8 записей. Память данных повреждений автоматически обновляется при возникновении нового, поэтому нет необходимости квитирования. Буфер данных повреждений может быть также запущен при пуске защиты через дискретный вход, интерфейс оператора или последовательный интерфейс.

Через последовательный интерфейс данные могут считываться на персональный компьютер и в дальнейшем обрабатываться и анализироваться с помощью программы обработки данных защиты DIGSI® и программы графического представления и анализа SIGRA. Последняя подготавливает зарегистрированные данные к графическому представлению и вычисляет из полученных мгновенных значений электротехнические параметры, например, действующие значения или полные сопротивления. Токи и напряжения можно представлять и анализировать в виде первичных или вторичных величин. Наряду с аналоговыми параметрами возможно представление дискретной информации (событий), например, „сигналы срабатывания функций защиты“, „сигналы отключения“.

Если устройство имеет последовательный системный интерфейс, то осциллограммы повреждения по этому интерфейсу можно передать в центральное устройство (например, SICAM), где их обработка и анализ производится с помощью соответствующих программ. При этом токи и напряжения сравниваются с их максимальным значением, для них задается масштаб относительно номинальных значений, и они подготавливаются для графического отображения. Наряду с аналоговыми параметрами возможно представление дискретной информации (событий), например, „сигналы срабатывания функций защиты“, „сигналы отключения“.

При передаче в центральное устройство управления возможен автоматический вызов и передача зарегистрированных данных повреждения по выбору: либо после каждого срабатывания защиты, либо после выполнения отключения от устройства.

## 2.49.10.2 Примечания по вводу уставок

### Запись повреждений

Запись повреждений будет возможна только если по адресу **104 Значения Поврежд** введено **МгновЗнач** или **СреднеквадрЗнач**. Другие уставки, относящиеся к записи осциллограмм аварийного процесса, можно найти в подменю **Запись осциллограмм аварийного процесса** меню **Параметры**. Функция записи аварийного процесса различает момент пуска для записи осциллограммы и критерий начала сохранения информации (адрес **401 Запуск Регистр**). Обычно функция пускается при пуске элемента защиты, т.е. когда элемент защиты запускает время, равное 0. Критерием сохранения данных может быть и срабатывание устройства (**Сохран. при ПУСК**), и отключение от устройства (**Сохран. при ОТКЛ.**). Команду отключения, выдаваемую устройством, можно также использовать для пуска функции (**Пуск при ОТКЛ.**); в этом случае она также будет являться и критерием начала сохранения данных.

Функция записи повреждений в устройстве защиты электрических машин охватывает весь период повреждения. При этом фиксируются данные за период, начиная с момента времени до срабатывания функции защиты, заканчивая временем после возврата критерия пуска.

Фактически время начала сохранения данных определяется временем до повреждения **Время до Нач** (адрес **404**) (до момента пуска функции), а время конца записи определяется временем, прошедшим после того, как критерий пуска функции пропадет **Врем после Повр** (адрес **405**). Максимальная длительность записи осциллограммы при каждом повреждении (**Макс время Рег**) задается по адресу **403**. Значения уставок зависят от критерия хранения данных, выдержек времени функций защиты и выбранного количества повреждений, относительно которых хранятся данные. При этом максимальное время записи мгновенных значений составляет 5 с, для записи действующих значений - 80 с (см. также адрес **104**). За это время можно сохранить до 8 записей.

**Примечание:** При хранении **RMS values**, временные интервалы для параметров **403 - 406** нужно увеличить в 16 раз.

Запуск функции регистрации может производиться через дискретный вход, или с помощью ПК, подключенного к операционному интерфейсу. В этом случае регистрация данных запускается динамически. Длительность записи для этих специальных условий пуска задается по адресу **406 ВремяЗаписи ДВх** (верхний предел **Макс время Рег**, адрес **403**). Времена до повреждения и после него будут учтены. Если время для пуска от дискретного входа установлено равным  $\infty$ , то длительность записи равна времени активного состояния дискретного входа (статического состояния) или времени **Макс время Рег**, задаваемому по адресу **403**, смотря какое время меньше.

### 2.49.10.3 Сводная таблица параметров (уставок)

Адрес	Параметр	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 сек	1.00 сек	Максимальное время записи повреждения
404	Время до Нач	0.05 .. 4.00 сек	0.20 сек	Время записи до начала регистрации

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
405	Врем после Повр	0.05 .. 0.50 сек	0.10 сек	Время записи после повреждения
406	ВремяЗаписи ДВх	0.10 .. 5.00 сек; ∞	0.50 сек	Время записи при пуске через дискр.вход

#### 2.49.10.4 Сводная таблица сообщений

№.	Сообщение	Тип сообщения	Комментарии
-	ПускРегист	IntSP	Запуск регистрации повреждения
4	>ПУСК Регистр	SP	>Запуск регистрации аварийных режимов
203	РегАвРеж: удал	OUT_Ev	Данные удалены
30053	ЗаписьПоврежд	OUT	Идет запись повреждения

#### 2.49.11 Метки даты и времени

Интегрированная процедура установления меток даты и времени позволяет устанавливать точное время для данных, хранящихся в буфере рабочих сообщений, или аварийных сообщений, или в списке минимальных / максимальных величин.

##### 2.49.11.1 Описание функции

###### Режим работы

Время может быть установлено при помощи:

- внутренних RTC (часов реального времени),
- внешних источников синхронизации (например, DCF77, IRIG B),
- внешнего ввода времени через дискретный вход.



###### Примечание

При поставке устройства RTC (часы реального времени) заданы по умолчанию в качестве источника синхронизации, вне зависимости от того, снабжено ли устройство системным интерфейсом или нет. Если для синхронизации времени будет использоваться другой источник, его необходимо задать.

Процедура изменения источника синхронизации времени приведена в Описании системы SIPROTEC 4.

Можно выбирать следующие режимы работы:

№	Режим работы	Комментарии
1	Внутренняя	Внутренняя синхронизация с использованием RTC (по умолчанию)
2	IEC 60870-5-103	Внешняя синхронизация через системный интерфейс (МЭК 60870-5-103)
3	PROFIBUS DP	Внешняя синхронизация через интерфейс PROFIBUS
4	Сигнал времени IRIG B	Внешняя синхронизация с использованием IRIG B (телеграфный формат IRIG-B000)
5	Сигнал времени DCF77	Внешняя синхронизация с использованием DCF 77
6	Сигнал времени от синхр. Блока	Внешняя синхронизация с использованием блока синхронизации сигнала времени SIMEAS
7	Импульс через дискретный вход	Внешняя с использованием импульса, подаваемого на дискретный вход
8	Полевая шина (DNP, Modbus)	Внешняя синхронизация с использованием полевой шины
9	NTP (МЭК 61850)	Внешняя синхронизация с использованием системного интерфейса (МЭК 61850)

Для отображения на дисплее может быть выбран как европейский (ДД.ММ.ГГГГ), так и американский формат (ММ/ДД/ГГГГ) дат.

Для экономии запаса внутренней буферной батареи она автоматически отключается после нескольких часов отсутствия напряжения питания.

## 2.49.12 Вспомогательные средства для ввода в эксплуатацию

Данные устройства при отправке в центральный или вышестоящий компьютер могут быть повреждены в процессе тестирования или ввода в эксплуатацию. Существуют средства для проверки состояния системного интерфейса и дискретных входов / выходов устройства.

### Области применения

- Режим тестирования
- Ввод в эксплуатацию

### Необходимые условия

Для применения описываемых ниже средств ввода в эксплуатацию необходимо, чтобы:

- устройство было оборудовано интерфейсом,
- устройство было подключено к управляющему центру.



### 2.49.12.1 Тестовые сообщения на интерфейс SCADA при тестировании

Если устройство осуществляет информационный обмен с центральной системой управления или сервером через систему SCADA, то передаваемая информация может быть искажена.

В зависимости от типа используемого протокола, все передаваемые в центр управления при тестировании устройства сообщения и измеренные величины снабжаются дополнительным битом (бит тестового режима). Эта идентификация предотвращает от неправильной интерпретации сообщений, и вследствие этого от нарушений работы энергосистемы или каких-либо событий. В качестве альтернативы, все сообщения и измеренные величины, обычно передаваемые через системный интерфейс, при тестировании блокируются ("блокировка передачи данных").

Блокировка передачи данных может осуществляться через управляемые дискретные входы, с использованием панели управления устройства, или при помощи ПК и пакет DIGSI через интерфейс оператора.

В Описании системы SIPROTEC 4 подробно говорится о том, как активировать и деактивировать режим тестирования и режим блокировки передачи данных.

### 2.49.12.2 Проверка системного интерфейса

Если устройство снабжено системным интерфейсом и использует его для взаимодействия с управляющим центром, для проверки корректности передачи сообщений можно использовать пакет DIGSI.

В диалоговом окне содержатся тексты всех сообщений, которые были назначены на системный интерфейс в матрице. В другой колонке диалогового окна Вы можете определить параметр сообщения, который нужно проверить (например, пришло/ушло), создать сообщение сразу после ввода пароля №6 (для меню проверки аппаратного обеспечения). Сообщения выводятся и теперь могут быть считаны как среди рабочих сообщений устройства SIPROTEC 4, так и в управляющем центре подстанции.

Данная процедура детально описана в главе "Монтаж и ввод в эксплуатацию".

### 2.49.12.3 Проверка дискретных входов и выходов

Дискретные входы, выходы и светодиодные индикаторы устройства SIPROTEC 4 могут контролироваться каждый отдельно. Эта процедура может, например, проверять цепи управления, идущие от устройства к оборудованию подстанции (осуществлять рабочие проверки), во время пуско-наладки устройства.

Диалоговое окно содержит все дискретные входы и выходы, имеющиеся в устройстве, и светодиодные индикаторы в их текущем состоянии. В нем также представлены команды или сообщения, назначенные для каждого такого аппаратного элемента. В другой колонке диалогового окна Вы можете переключить каждый элемент в его противоположное состояние после ввода пароля №6 (для меню проверки аппаратного обеспечения). Таким образом, Вы можете активизировать любое отдельное выходное реле для проверки исправности цепи от устройства к системе без необходимости создания аварийного сообщения, назначенного этому реле.

Данная процедура детально описана в главе "Монтаж и ввод в эксплуатацию".

#### 2.49.12.4 Создание тестового аварийного сообщения

При пуско-наладке устройства необходимо выполнять последовательные включения для проверки стабильности защиты при операциях включения. Запись осциллограмм предоставляет максимум информации о поведении защиты.

Вместе с возможностью записи осциллограмм при пуске защитных функций, устройства 7UM62 имеют возможность инициировать запись измеряемых величин при помощи программного пакета DIGSI, через последовательный интерфейс или дискретные входы. При использовании последних, событие „>ПУСК Регистр“ должно быть назначено на дискретный вход. Пуск процесса записи происходит, например, через дискретный вход при включении защищаемого объекта.

Запись данных, запущенная внешне (без пуска элемента защиты или выдачи устройством команды отключения) воспринимается устройством как обычная процедура записи данных, ей присваивается номер для введения в последовательность записей. Однако, такие записи не отображаются на дисплее в буфере аварийных событий, поскольку они не являются собственно повреждениями в сети.

Данная процедура детально описана в главе "Монтаж и ввод в эксплуатацию".

## 2.50 Обработка команд

Устройство SIPROTEC 4 7UM62 имеет функцию обработки команд для пуска коммутационных операций в системе.

Команды управления могут появляться из четырех источников команд:

- локальная работа с использованием клавиатуры или локального интерфейса пользователя устройства,
- работа с использованием DIGSI,
- дистанционная работа с использованием АСУ ТП (например, SICAM),
- автоматические функции (например, с использованием дискретного входа).

Поддерживаются распределительные устройства с одной или несколькими системами шин. Количество управляемых коммутационных устройств ограничено только числом имеющихся дискретных входов и выходов. Следовательно, модификация 7UM622 будет более предпочтительна. Если активировать проверки взаимоблокировок, то можно обеспечить высокую надежность против случайных действий устройства. Кроме того, существует еще большое количество переключающих устройств и рабочих режимов.

### 2.50.1 Объект управления

Распределительное устройство может управляться через панель управления оператора, интерфейс ПК и последовательный интерфейс, а также через цепь подключения системы управления распределительным устройством к одиночной или двойной системе шин.

Количество управляемых коммутационных устройств ограничено только числом имеющихся дискретных входов и выходов.

#### 2.50.1.1 Описание

##### Управление через интегрированную панель управления

Используя кнопки навигации ▼, ▲, ◀, ▶, можно получить доступ к меню управления и выбрать соответствующее коммутационное устройство. После ввода пароля появляется новое окно с набором опций управления (ON, OFF, ABORT), доступ к которым осуществляется с использованием клавиш ▼ и ▲. Затем появляется окно с запросом о подтверждении правильности выбора опции. Только после вторичного подтверждения клавишей ENTER выбранное действие будет выполнено. Если этого не происходит в течение минуты, процедура отменяется. Отмена с помощью клавиши Esc возможна в любой момент до выдачи команды управления, а также при выборе выключателя.

Если команда не может быть выполнена по причине невыполнения условия блокировки, на дисплее появляется сообщение об ошибке. Сообщение отражает причину, по которой команда управления не была принята (см. также Системное Описание SIPROTEC 4). Это сообщение нужно подтвердить нажатием ENTER, иначе другие операции над устройством будут невозможны.

##### Управление с использованием пакета DIGSI

Коммутационным устройством можно управлять через интерфейс оператора и ПК с использованием программного пакета DIGSI. Эта процедура детально описана в Системном Описании SIPROTEC 4 (Управление распределительным устройством).

## Управление с использованием системного интерфейса

Команды управления коммутационным устройством могут также быть введены через последовательный интерфейс SCADA, осуществляющий взаимодействие между центром управления подстанцией и системой защиты. Условием использования этого интерфейса служит факт наличия необходимых периферийных устройств в устройстве и подстанции. Кроме того, в устройстве должны быть введены специальные уставки для последовательного интерфейса (см. Системное Описание SIPROTEC 4).

### 2.50.2 Типы команд

В соответствии с принципами управления энергосистемой могут быть выделены следующие типы команд:

#### 2.50.2.1 Описание

##### Команды к системе

Это все команды, которые непосредственно выдаются на коммутационные устройства для изменения их состояния:

- команды управления силовыми выключателями (без контроля синхронизма), а также разъединителями и заземлителями,
- команды переключения ступеней РПН, например, повышение или понижение напряжения трансформатора,
- команды управления с заданной длительностью, например, для управления катушками Петерсена.

##### Внутренние команды устройства / псевдокоманды

Внутренние команды не воздействуют непосредственно на дискретные выходы устройства. Они служат для пуска внутренних функций, ввода подтверждения изменения состояния или квитирования.

- Команды для установки положения вручную служат для установки информации о состоянии объектов управления, такой как сообщения о состоянии оборудования, если, например, нарушены цепи обработки. Установка положения вручную фиксируется и соответственно отображается в информационном статусе.
- Команды установки метки воздействуют на изменение внутренних параметров, например, переключение режима управления (дистанционное / местное), переключение наборов уставок, блокировку передачи данных и установку или сброс счетчиков электроэнергии.
- Команды квитирования и сброса для сохранения / удаления внутренних буферов или данных.
- Команды статуса информации для установки/сброса дополнительной информации "статус информации" обрабатываемого объекта, такие как:
  - блокировка ввода данных от коммутационного оборудования,
  - блокировка вывода данных.

### 2.50.3 Обработка команд

Механизмы обеспечения надежности в последовательности выполнения команд гарантируют, что команда может быть выполнена только после полной проверки успешного выполнения заранее заданного критерия. Дополнительно к общим заданным проверкам для каждой конкретной команды управления могут быть заданы свои условия блокировки. В последствии также контролируется фактическое выполнение команды. Полная процедура обработки задания на выполнение команды кратко описана ниже.

#### 2.50.3.1 Описание

##### Контроль последовательности выполнения команд

Контроль последовательности выполнения команд осуществляется согласно следующим пунктам:

- Ввод команды например, с использованием клавиатуры на лицевой панели устройства:
  - – проверка права доступа ввод пароля,
  - – проверка режима переключений (с блокировкой / без блокировки) выбор режима без блокировки.
- Проверка условий установленных блокировок управления, которые могут быть заданы оператором:
  - режим управления (дистанционный или местный),
  - проверка положения устройства (сопоставление заданного и фактического),
  - оперативная блокировка в устройстве / местная блокировка (с помощью CFC- логики),
  - защита от ошибочных команд, оперативная блокировка от АСУ ТП (централизованно с помощью системы SICAM),
  - двойное действие (взаимоблокировка от параллельных операций переключения),
  - блокировка защит (блокировка операций переключения от функций защиты),
- Фиксированные проверки команд:
  - внутреннее время обработки (самоконтроль программного обеспечения, который проверяет время обработки управляющего действия, от момента инициации управляющего воздействия и до момента окончательного замыкания контакта реле),
  - контроль при изменении уставок (если идет изменение параметров функционирования (уставок) устройства, то выполнение команд отменяется или задерживается),
  - проверка выходного ранжирования (если контролируемая команда не ранжирована на дискретный выход, то команда отменяется),
  - блокировка выхода (если для выключателя была запрограммирована блокировка выхода и она активна в момент выполнения команды, то команда отменяется),
  - неисправность компонентов аппаратного обеспечения,
  - проверка наличия команды (только одна команда может быть обработана в данный момент времени для одного выключателя или коммутационного устройства),
  - (1 из n)-контроль (для команд, которые используют несколько реле, например, общий контакт разрешения, производится контроль текущего состояния выходных реле (наличие команд, запустивших реле)).

### Контроль выполнения команды

Контролируется следующее:

- прерывание команды из-за команды отмены,
- контроль времени выполнения (контроль времени получения подтверждения выполнения).

## 2.50.4 Взаимоблокировка

Взаимоблокировки можно выполнить в определяемой пользователем логике (CFC).

### 2.50.4.1 Описание

Проверки взаимоблокировок распредустройства в системе SICAM / SIPROTEC 4 обычно подразделяются на следующие группы:

- оперативная блокировка выполняется централизованно в АСУ ТП (охватывает все присоединения системы шин),
- оперативная блокировка на присоединении (местная блокировка) - выполняется в устройстве,
- Взаимоблокировки между присоединениями с помощью GOOSE-сообщений, передаваемых непосредственно между контроллером присоединения и реле защиты (с использованием МЭК 61850; обмен данными между реле с помощью GOOSE, выполняемый посредством модуля EN100).

Объем проверок взаимоблокировок определяется конфигурацией реле. Для получения дополнительной информации смотрите Описание системы SIPROTEC 4 /1/.

Коммутационные устройства, которые требуют системной взаимоблокировки в центральной системе управления, помечаются специальным параметром в устройстве присоединения (с помощью матрицы конфигурирования).

Для всех команд может быть выбрана возможность выполнения с блокировкой (нормальный режим) или без блокировки (режим проверки):

- для местных команд путем перепрограммирования уставок с запросом пароля,
- для автоматических команд - через их обработку с помощью CFC с использованием метки вывода блокировки из действия,
- для местных / дистанционных команд - с использованием дополнительной команды вывода блокировки из действия через PROFIBUS.

### Переключение со взаимоблокировками / без взаимоблокировок

Конфигурируемые проверки команд в устройствах SIPROTEC 4 называются также "стандартные взаимоблокировки". Данные проверки могут быть введены с помощью DIGSI (переключения со взаимоблокировками/снабжением метками) или выведены (переключения без взаимоблокировок).

Переключение с выведенными взаимоблокировками или без взаимоблокировок означает, что заданные условия взаимоблокировок в реле не проверяются.

Переключения со взаимоблокировками означает, что при обработке команды проверяются все заданные условия взаимоблокировок. Если условие не может быть выполнено, то команда будет отменена сообщением, с добавленным к ней минусом, например, **KV-**, следующим сразу за сообщением.

В следующей таблице приводятся возможные типы команд и соответствующие им обратные сообщения. Сообщения с пометкой \*) отображаются на дисплее устройства в списке рабочих сообщений, при работе с помощью DIGSI® данные сообщения можно найти в списке спонтанных сообщений.

Тип команды	Команда	Причина	Сообщение
Выдача управляющего воздействия (КУ - Команда Управления)	Переключение	КУ	КУ+/-
Ручное присваивание метки (положительной / отрицательной) (PM - Ручная Метка)	Ручное присваивание метки	PM	PM+/-
Команда состояния информации, входная блокировка (УС - Установить Состояние)	Входная блокировка	УС	УС+/- *)
Команда состояния информации, выходная блокировка (УС - Установить Состояние)	Выходная блокировка	УС	УС+/- *)
Отмена команды (КП - Команды Прекращение)	Отмена	КП	КП+/-

Сообщение со знаком "+" означает подтверждение выполнения команды. Результат ввода команды считается положительным, ожидаемым. Соответственно, сообщение со знаком "-" является отрицательным, неожиданным результатом, в этом случае команда снимается. Возможные ответы команд и их причины приведены в Описании Системы SIPROTEC 4. На следующем рисунке показан пример ввода команды и получения подтверждения выполнения в результате правильного переключения силового выключателя.

Проверку условий блокировки можно задать для всех коммутационных аппаратов отдельно. Другие внутренние команды, такие как установка положения вручную (overriding) и прерывание (abort) не проверяются, т.е. они выполняются независимо от введенных блокировок.

Журн. регистр. соб	
19.06.01 11:52:05,625	Q0 CO+ Включение
19.06.01 11:52:06,134	Q0 FB+ Включение

Рисунок 2-142 Пример выдачи рабочих сообщений при переключении силового выключателя 52

### Стандартные взаимные блокировки (значения по умолчанию)

Ниже приведен список условий стандартных взаимных блокировок, которые можно выбирать для каждого управляемого устройства. Все они введены по умолчанию.

- Проверка положения устройства (сопоставление заданного и фактического): происходит снятие команды переключения и выдается сообщение об ошибке, если выключатель уже находится в заданном положении (если вводится эта проверка, она работает в зависимости от того, будет ли блокировка, например, управляемой зоны, активирована или деактивирована).
- Взаимная блокировка системы: взаимная блокировка системы проверяется при помощи отправки местной команды управления в центральное устройство управления при режиме управления = "местное". Коммутационное устройство, подлежащее взаимной блокировке, не может быть переключено с использованием пакета DIGSI.

- Оперативная блокировка на присоединении: логические комбинации, заложенные в устройство при помощи свободно программируемой логики CFC, просматриваются и принимаются к рассмотрению при взаимно заблокированном переключении,
- Блокировка от защиты: Команда ВКЛЮЧЕНИЯ снимается сразу же при срабатывании защитных элементов устройства. Команда ОТКЛЮЧЕНИЯ, наоборот, может выполняться всегда. Имейте в виду, что при активизации элементов защиты от термической перегрузки или чувствительной защиты от замыканий на землю может быть сформирован и поддерживаться статус состояния повреждения, который, таким образом, может блокировать команды ВКЛЮЧЕНИЯ. При снятии взаимной блокировки помните, что, с другой стороны, функция ограничения числа пусков двигателя не снимет автоматически команду ВКЛЮЧЕНИЯ для двигателя. Т.е. повторный пуск нужно будет заблокировать каким-то другим способом. Например, с использованием специфической взаимной блокировки, построенной в логике CFC.
- Двойная блокировка: параллельные операции переключения блокируются одна относительно другой; пока обрабатывается одна команда, другая не может выдаваться.
- Режим управления - LOCAL (МЕСТНЫЙ): Команда переключения от местного источника (команда с источником LOCAL) разрешена, только если разрешено местное управление устройством (при конфигурировании).
- Режим управления - DIGSI: Команды переключения, выдаваемые на местном уровне или удаленно через DIGSI (команда с источником DIGSI) разрешены, только если разрешено удаленное управление устройством (при конфигурировании). Когда ПК с пакетом DIGSI подключается к устройству, он вводит свой виртуальный номер устройства (VD). Только команды с этим VD (при режиме управления = REMOTE) будут приниматься устройством. Удаленные команды переключения будут сниматься.
- Режим управления - REMOTE (УДАЛЕННЫЙ): Команда переключения (команда с источником REMOTE) разрешена, только если разрешено удаленное управление устройством (при конфигурировании).



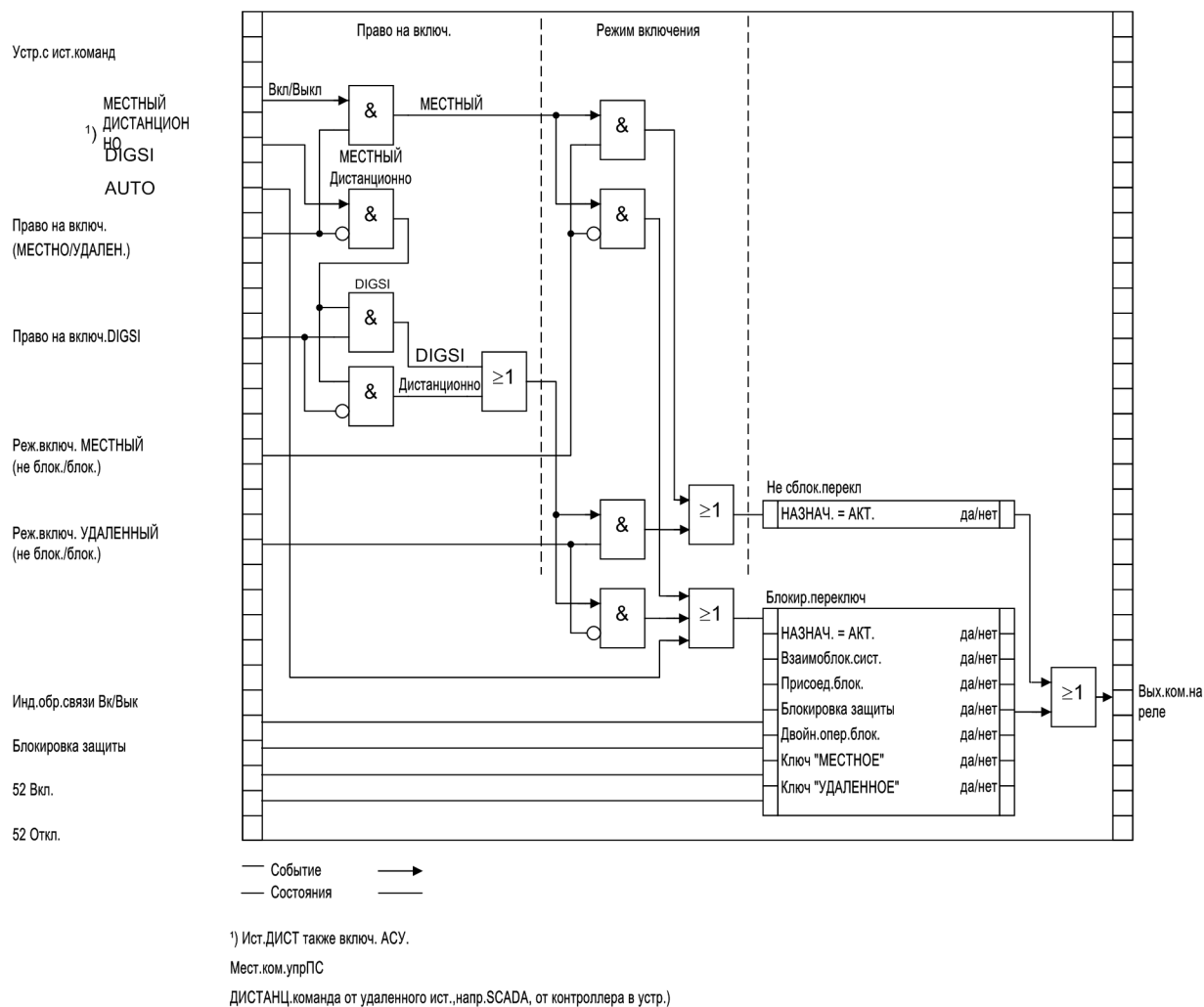


Рисунок 2-143 Стандартные взаимные блокировки

На следующем рисунке показан процесс конфигурирования условий взаимной блокировки с использованием DIGSI

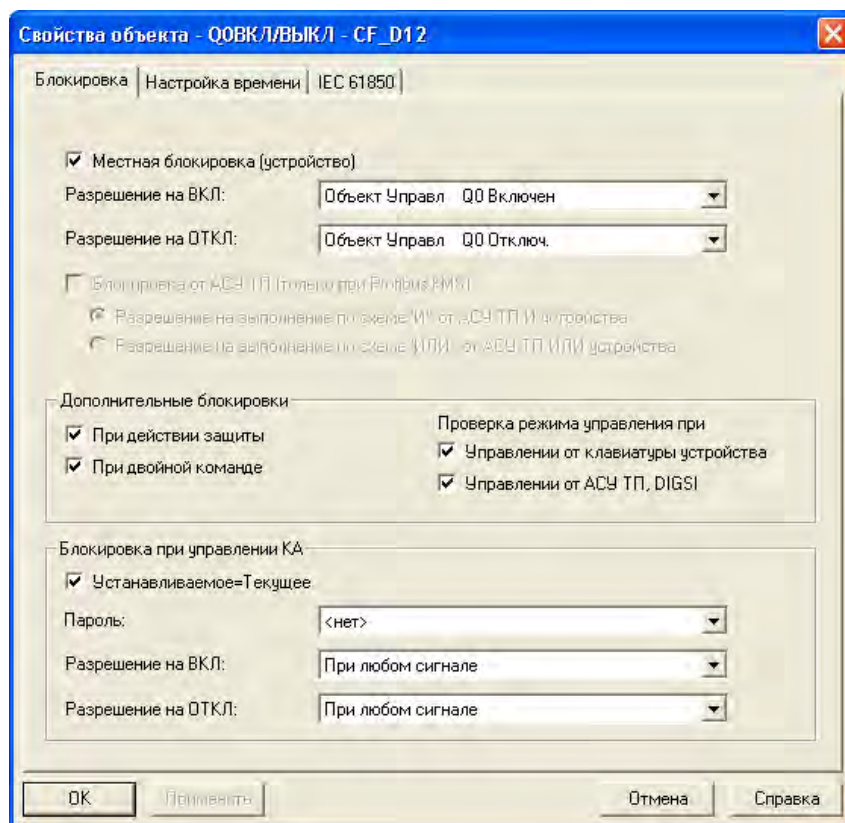


Рисунок 2-144 Диалоговое окно DIGSI для ввода условий взаимной блокировки

На дисплее отображаются введенные условия взаимной блокировки. Они маркируются символами, расшифрованными в следующей таблице.

Таблица 2-21 Типы команд и соответствующие сообщения

Команды взаимной блокировки	Аббревиатура	Сообщение
Режим управления	L	L
Взаимная блокировка системы	S	S
Управляемая зона	Z	Z
ВВОД= ДЕЙСТВ. (проверка направления переключения)	SI	I
Блокировка защиты	B	B

На следующем рисунке показаны условия взаимной блокировки (которые обычно появляются на дисплее устройства) для трех коммутационных устройств, которые соответствуют аббревиатурам, содержащимся в предыдущей таблице. Показаны все заданные условия взаимной блокировки.

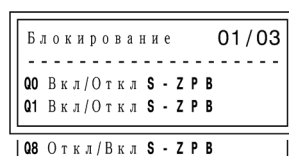


Рисунок 2-145 Пример конфигурированных условий взаимной блокировки

## Логика ввода блокировки с использованием CFC

Для ввода оперативной блокировки на присоединении может быть использована свободно программируемая логика CFC. При помощи специальных условий формируются сигналы „разблокировано“ или от „присоединение заблокировано“, например, объект „52 Замкнут“ и „52 Разомкнут“ с пометками: ПРИШЛО / УШЛО).

## Режим управления

Условие блокировки "Режим управления" служит для определения источника управления переключением. Оно дает пользователю возможность выбрать источник управления. Ниже перечислены возможные источники управления в соответствии с их приоритетом:

- LOCAL (местное управление),
- DIGSI (управление при помощи пакета DIGSI),
- REMOTE (удаленное управление).

Объект пакета DIGSI "Switching authority" служит для блокировки или введения режима управления LOCAL (местный), но не удаленного режима или режима DIGSI. В устройствах 7UM621 и 7UM622 режим управления можно менять (задавать "REMOTE" (удаленный) или "LOCAL" (местный)) с панели оператора после ввода пароля или при помощи логики CFC, а также через дискретный вход и при помощи функциональной клавиши. В модификации устройства 7UM623 режим управления можно менять при помощи клавиш.

Объект "Switching authority DIGSI" используется для блокировки или введения процесса инициирования команд через DIGSI. Команды действительны для местного и удаленного использования DIGSI. При подключении (местном или удаленном) ПК, использующего пакет DIGSI, к устройству, он вводит свой виртуальный номер устройства (VD). Устройство принимает только команды, снабженные VD (при выбранном режиме управления = OFF (выкл.) или REMOTE (удал.)). При отключении ПК от устройства его виртуальный номер аннулируется.

Проверяются источник выдачи команд (SC) и уставки устройства, затем они сравниваются с информацией, введенной в "Switching authority" (режим управления) и "Switching authority DIGSI" (режим управления DIGSI).

## Конфигурация

Доступный режим управления	да / нет (создание соответствующего объекта)
Доступный режим управления - DIGSI	да / нет (создание соответствующего объекта)
Специфическое устройство (например, коммутационное устройство)	Режим управления LOCAL (проверка статуса Локальный): да / нет
Специфическое устройство (например, коммутационное устройство)	Режим управления REMOTE (проверка статуса LOCAL, REMOTE, или DIGSI): да / нет

Таблица 2-22 Логика взаимной блокировки

Текущее состояние режима управления	Режим управления DIGSI	Команда при SC <sup>3)</sup> = DIGSI	Команда, выданная при SC = LOCAL или REMOTE	Команда, выданная при SC = DIGSI
LOCAL (местное управление)	Не включено	Введено	Блокировано <sup>2)</sup> "interlocked because of LOCAL control" (блокировка от местного управления)	Блокировано "DIGSI not registered" (DIGSI не зарегистрирована)
LOCAL (местное управление)	Включено	Введено	Блокировано <sup>2)</sup> "interlocked because of LOCAL control" (блокировка от местного управления)	Блокировано <sup>2)</sup> "interlocked because of LOCAL control" (блокировка от местного управления)
REMOTE (удаленное управление)	Не включено	Блокировано <sup>1)</sup> "interlocked because of REMOTE control" (блокировка от удаленного управления)	Введено	Блокировано "DIGSI not registered" (DIGSI не зарегистрирована)
REMOTE (удаленное управление)	Включено	Блокировано <sup>1)</sup> "interlocked because of DIGSI control" (блокировка DIGSI)	Блокировано <sup>2)</sup> "interlocked because of DIGSI control" (блокировка DIGSI)	Введено

<sup>1)</sup> также "Введено" для: Режим управления LOCAL (проверка статуса Локальный): n"

<sup>2)</sup> также "Введено" для: Режим управления REMOTE (дистанционный) (проверка статуса LOCAL, REMOTE, или DIGSI): n"

<sup>3)</sup> SC = источник команды

SC = авто:

Выдаваемые внутренние команды (обрабатываемые в CFC) не подлежат проверке на режим управления и всегда будут иметь статус "введено".

### Режим переключения

режим переключения определяет, будут ли условия взаимной блокировки активированы или деактивированы во время операции переключения.

Определены следующие режимы переключения (местные):

- Местные команды (SC=LOCAL)
  - блокированное (нормальное), или
  - не блокированное переключение.

В устройствах 7UM621 и 7UM622 режим управления можно менять (задавать "Interlocked" (блокированный) или "Non-interlocked" (не блокированный)) с панели оператора после ввода пароля или при помощи логики CFC, а также через дискретный вход и при помощи функциональной клавиши. В модификации устройства 7UM623 это делается при помощи клавиш.

Определены следующие режимы переключения (удаленные):

- Удаленные команды или команды DIGSI (SC = LOCAL, REMOTE, или DIGSI)
  - заблокированное, или
  - не заблокированное переключение. Здесь деактивация или взаимная блокировка осуществляются при помощи отдельной команды.
  - Для команд от CFC (SC = Auto), см. инструкцию по применению CFC (компонент: BOOL для команды).

### **Контролируемая зона / полевая взаимная блокировка**

Контролируемая зона / полевая взаимная блокировка включает в себя проверку того, что определенные заранее условия состояния коммутационного устройства гарантируют невозможность ошибок, а также проверку состояния других механических блокировок, например,

Условия блокировки можно задавать отдельно для каждого распредустройства, для команд ЗАМЫКАНИЯ и / или ОТКЛЮЧЕНИЯ.

Обработка статуса условий пуска для рабочего распредустройства может осуществляться следующим образом:

- непосредственно, используя однопозиционное или двухпозиционное сообщение, клавишу или внутренне сообщение (тэг), или
- с помощью логики управления CFC.

При инициировании команды отключения осуществляется циклическая проверка фактического состояния. Назначение осуществляется через команду Release object (Отключить объект) (ВКЛ/ВЫКЛ).

### **Взаимная блокировка системы**

Система контроля подстанции (система взаимной блокировки) включает в себя рассчитанные центральным устройством управления состояния переключающих устройств других частей сети.

### **Блокировка двойной активации**

Параллельные операции переключения взаимно блокируются. При получении команды управления все объекты, подверженные запрету двойного включения, проверяются на выполнение команд управления. Пока команда выполняется блокировка применяется по очереди ко всем другим командам.

### **Блокировка от функции защиты**

При помощи данной процедуры операции переключения блокируются при пуске элементов защиты. Процедуру можно настроить на блокировку команд включения и отключения.

При этом сигнал "Block CLOSE commands (Блокировка команд ВКЛЮЧЕНИЯ)" блокирует команды включения, в то время как сигнал "Block TRIP commands (Блокировка команд ОТКЛЮЧЕНИЯ)" блокирует сигналы отключения. Выполняемые команды будут также сняты при пуске элемента защиты.

### **Проверка статуса устройства (уставка = фактическое)**

Для команд переключения применяют проверку, находится ли уже выбранное коммутационное устройство в нужном положении или нет (сравнение запланированного и фактического положения устройств переключения). Это означает, что если выключатель уже

ЗАМКНУТ и осуществлена попытка выдачи команды включения, команда будет снята с выдачей сообщения "запланированное положение соответствует фактическому". Если коммутационное устройство находится в промежуточном положении, такую проверку не применяют.

### Обход взаимных блокировок

Для выполнения операций переключения взаимные блокировки можно обойти. Это осуществляется либо внутренне - путем добавления кода обхода в соответствующую команду, либо глобально - при помощи так называемых режимов переключения.

- SC=LOCAL (местный режим)
  - Режимы переключения "interlocked (взаимно блокированный)" или "non-interlocked (не взаимно блокированный)" (разблокированный) могут быть выключены в устройствах 7UM621 и 7UM62 с панели оператора после ввода пароля; в модификации устройства 7UM623 это делается при помощи клавиш.
- REMOTE (удаленный режим) и DIGSI
  - Выдаваемые SICAM или DIGSI команды разблокируются при помощи режима переключения REMOTE (удаленный). Для разблокировки может быть отправлен индивидуальный порядок работы. Разблокировка применяется для одной операции переключения и для команд, связанных с этой операцией.
  - Порядок работы: отправка команды на объект "Switching mode REMOTE (Режим переключения УДАЛЕННЫЙ)", ON (ВКЛ)
  - Порядок работы: команда переключения передается на "переключающее устройство"
- Команды, поступающие от логики CFC (автоматические команды, SC=Auto):
  - Поведение устройства определено в блоке от логики CFC ("BOOL to command" (добавление команде признака BOOL)).

## 2.50.5 Протоколирование / подтверждение команд

При выполнении управления команды и подтверждения выполнения, независимо от дальнейшей обработки, формируются соответствующие сообщения, которые записываются в соответствии с выполненным ранжированием в буфер сообщений и доступны для чтения в списке (протоколе) рабочих сообщений.

### Необходимые условия

Возможные рабочие сообщения и их значения, а также типы необходимых для управления коммутационными аппаратами или переключением РПН команд перечислены в Системном Описании SIPROTEC 4.

#### 2.50.5.1 Описание

##### Протоколирование команд на лицевой панели управления

Все сообщения о командах LOCAL (местное управление) преобразуются в соответствующие текстовые символы и выводятся на дисплей устройства.

### Протоколирование команд на ПК (местном / удаленном) / DIGSI

Сообщения о командах "Command Issued = Local / Remote / DIGSI" (дистанционного / телеуправления / от DIGSI 4) независимо от ранжирования устройства (последовательных интерфейсов) передаются к источнику отдачи команды, где протоколируются в соответствующих списках сообщений.

Протоколирование команд не осуществляется при помощи ответного сообщения, т.к. это уже сделано местной командой, а при помощи единичной команды и подтверждения выполнения.

### Контроль подтверждения выполнения

Для команд с подтверждением выполнения осуществляется контроль времени прихода сообщений о подтверждении выполнения команды, который осуществляет проверку, достиг ли коммутационный аппарат конечного, желаемого состояния за устано-вленное время (выдержка времени контроля запускается одновременно с выдачей команды). 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.

Команды и соответствующие им сообщения протоколируются также в списке рабочих сообщений. При успешном выполнении команды появляется сообщение (**FB+**) от соответствующего коммутационного аппарата. Для команд без обратных сообщений о процессе - сообщение о завершении выполнения команды.

Сообщение со знаком "+" означает подтверждение выполнения команды, Результат ввода команды считается положительным, ожидаемым. Соответственно, сообщение со знаком "-" является отрицательным, неожиданным результатом, в этом случае команда снимается.

### Выдача команд и переключающие реле

Описание различных типов команд для управления коммутационными аппаратами или переключением РПН приведены в /1/.







## Монтаж и ввод в эксплуатацию

# 3

Настоящая глава предназначена для квалифицированного эксплуатационного персонала, имеющего опыт ввода устройств в эксплуатацию. Персонал должен быть хорошо знаком с правилами и порядком ввода и эксплуатации устройств защиты и управления, режимами работы электроустановок и правилами техники безопасности. При определенных условиях может возникнуть необходимость адаптации устройств к условиям энергосистемы. Некоторые первичные проверки требуют наличия нагрузки на защищаемом объекте (генераторе, двигателе, трансформаторе).

3.1	Монтаж и подключение	390
3.2	Проверка подключений устройства	419
3.3	Ввод в эксплуатацию	429
3.4	Окончательная подготовка устройства	484

## 3.1 Монтаж и подключение



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

**Предупреждение о необходимости правильной транспортировки, хранения и применения устройства.**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или к значительному материальному ущербу.

Исправная и безопасная эксплуатация устройства возможна только при правильной транспортировке, хранении, установке и применении устройства в соответствии с предупреждениями, приведенными в данном руководстве.

В особенности должны соблюдаться общие требования по установке и безопасности работы на высоковольтном оборудовании (например, ANSI, IEC (МЭК), EN (ЕН), DIN (ГИС) или другие национальные или международные стандарты).

### 3.1.1 Конфигурирование устройства

#### Необходимые условия

Для установки и подключения устройства должны быть соблюдены следующие условия:

Номинальные данные устройства должны быть протестированы в соответствии с Системным Описанием SIPROTEC 4 /1/ и проверены на соответствие данным энергетической системы в группе Данные энергосистемы.

#### Варианты подключения устройства

Принципиальные схемы устройства представлены в приложении А.2. Примеры подключения по цепям трансформаторов тока и напряжения приводятся в приложении А.3. Параметрирование устройства по разделу **Данные энергосистемы 1**, Раздел 2.5, согласуется со схемами подключения устройства к защищаемому объекту.

#### Цепи трансформаторов тока / напряжения

Основные схемы приведены в Приложении. Примеры, отражающие опции подключения трансформаторов тока и напряжения при соединении генератора с шинами (адрес **272 Схема = Сборные Шины**) и при соединении через блочный трансформатор (адрес **272 = БлокТранс**), можно найти в Приложении А.3. Во всех примерах нейтраль трансформаторов тока направлена в сторону защищаемого объекта, т.е. по адресам **201 ОбщТчТТ->Об Ст1** и **210 ОбщТчТТ->Об Ст2** нужно ввести **ДА**.

В указанных примерах вход устройства  $U_E$  всегда подключен разомкнутым треугольником к обмоткам группы трансформаторов напряжения. Соответственно по адресу **223 Подключ UE** нужно ввести **РазомкнТреуг**.

Стандартную схему подключения, когда одна шина питается от нескольких генераторов, можно найти в Приложении А.3. Ток замыкания на землю может быть увеличен заземляющим трансформатором, подключенным к шинам (максимум приблизительно 10 А), что позволяет достигнуть диапазона защиты до 90%. Ток замыкания на землю измеряют с использованием тороидального трансформатора для достижения необходимой чувствительности. При пуске

машины в качестве критерия обнаружения замыкания на землю до достижения условий синхронизма используют напряжение смещения.

Коэффициент **213 Коэфф IEE2** учитывает коэффициент трансформации между первичной и вторичной сторонами суммирующего трансформатора тока при использовании в соответствующем примере подключения чувствительного токового входа на стороне 2. Соответственно, при использовании входа на стороне 1 используется **205 Коэфф IEE1**.

Пример:

Суммирующий трансформатор тока 60 А / 1 А.

Коэффициент согласования для чувствительного обнаружения тока замыкания на землю: **Коэфф IEE2 = 60** (если используется вход на стороне 2).

Если для обнаружения замыкания ротора на землю используется чувствительный токовый вход на стороне 1 (см. Приложение А.3), выбирают **Коэфф IEE1 = 1**.

На рисунке „Система шин“ в Приложении А.3 нейтраль генератора имеет низкоомное заземление. Во избежание наличия циркулирующих токов (3-я гармоника) в схемах с несколькими генераторами, сопротивление должно быть подключено только к одному генератору. Для селективного обнаружения замыкания на землю чувствительный вход тока замыкания на землю  $I_{EE2}$  подключается к общему обратному проводу двух групп ТТ (группа измерения дифференциального тока). (группа измерения дифференциального тока). Трансформаторы тока заземляются только в одной точке. По адресу **Коэфф IEE2** вводится **1**. Для такого типа подключения рекомендуется использовать симметричные трансформаторы (с симметричными обмотками).

На рисунке „Блочное подключение“ с изолированной нейтралью в Приложении А.3 для обнаружения замыкания на землю используется напряжение смещения. На подключенной разомкнутым треугольником обмотке имеется нагрузочное сопротивление для исключения ошибочного отключения во время замыкания на землю в энергосистеме. Вход устройства  $U_{UE}$  подключен через делитель напряжения к подключенной разомкнутым треугольником обмотке заземляющего трансформатора (адрес **223 Подключ UE = РазомкнТреуг**). Коэффициент **225 Уф / Утреуг** определяет коэффициент трансформации напряжений на вторичной стороне:

$$\frac{U_{\text{ном перв}}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{\text{ном втор}}}{\sqrt{3}} / \frac{U_{\text{ном втор}}}{3}$$

Результирующий коэффициент для вторичных обмоток составит  $3/\sqrt{3} = 1.73$ . Для других коэффициентов трансформации, например, при измерении напряжения смещения при помощи группы ТТ, коэффициент необходимо изменить соответственно.

Коэффициент **224 Коэфф UE** учитывает полный коэффициент трансформации между первичным напряжением и подаваемым на контакты устройства напряжением, т.е. учитывает наличие подключенного выше делителя напряжения. При величине номинального напряжения первичного трансформатора = 6,3 кВ, вторичного напряжения при полном смещении = 500 В и коэффициента делителя напряжения = 1:5, значение данного параметра составит:

$$\text{Коэфф UE} = \left( \frac{6.3 \text{ кВ} / (\sqrt{3})}{500 \text{ В}} \cdot \frac{5}{1} \right) = 36.4$$

На рисунке „Блочное подключение с трансформатором в нейтрали“ в Приложении А.3 нагрузочное сопротивление, подключенное к нейтрали генератора, уменьшает напряжение помехи при замыкании на землю со стороны сети. Максимальные токи замыкания на землю ограничены максимальным значением, приблизительно равным 10 А. Сопротивление может быть первичным или вторичным на трансформаторе в нейтрали, который должен иметь низкий коэффициент трансформации во избежание наличия низкого вторичного

сопротивления. Результирующее более высокое вторичное напряжение можно уменьшить с помощью делителя. По адресу **223 Подключ UE** нужно ввести **ТН в нейтр.**

Рисунок „Защита от замыканий на землю при пуске“ в Приложении А.3 содержит схему подключения защиты по постоянному току / напряжению для систем с пусковым преобразователем. Усилитель 7КГ6 усиливает измеренный на шунтирующем сопротивлении сигнал максимум до 10 В или 20 мА, что зависит от системы. Измерительный преобразователь TD1 можно настроить на нужный тип сигнала (тока или напряжения) при помощи переключателей (см. также 3.1.2 "Переключающие элементы на печатных платах").

На рисунке „Защита ротора от замыкания на землю“ в Приложении А.3 показано в упрощенном виде, как защита ротора от замыканий на землю подключается к генератору со статическим возбуждением. Заземление должно быть подключено к заземляющей щетке. Блок связи 7XR61 дополняется внешними сопротивлениями ЗРР1336 при превышении циркулирующим током значения 0,2 А (из-за наличия компонента 6-й гармоники в напряжении возбуждения). Такое может происходить при величине напряжений возбуждения  $U_{Exc}$  выше 150 В. На входе  $I_{EE1}$  оценивается величина тока, протекающего между ротором и землей в результате приложения напряжения в цепь ротора. Согласующий коэффициент **Коэфф IEE1** задается равным **1**.

Рисунок „Схемы подключения трансформатора напряжения для двух подключенных разомкнутым треугольником (V схема) трансформаторов напряжения“ в Приложении А.3 содержит схему подключения для двух подключенных разомкнутым треугольником ТН со стороны сети.

На рисунке „Асинхронный двигатель“ в Приложении А.3 представлена типичная схема подключения устройства защиты к большому асинхронному двигателю. Величины напряжения для контроля напряжения и нулевого напряжения обычно снимаются с шин. В случае подключения к шине нескольких двигателей, направленная защита от замыканий на землю обнаруживает однофазные замыкания и селективно размыкает выключатели. Для определения тока замыкания на землю используют тороидальный трансформатор.

Коэффициент **213 Коэфф IEE2** учитывает коэффициент трансформации между первичной и вторичной сторонами суммирующего трансформатора тока  $I_{EE2}$ .

### Дискретные входы и выходы

Способы ранжирования дискретных входов и выходов, т.е. возможности их индивидуальной настройки приводятся в разделе Системного Описания SIPROTEC 4 /1/. Значения входов / выходов, установленные на заводе-изготовителе, приводятся в Приложении, Раздел А.4. Также необходимо проверить соответствие надписей на передней панели конфигурации сообщений функций.

### Изменение групп уставок

Если реализуется переключение группы уставок через дискретные входы устройства, то необходимо учесть следующее:

- Если конфигурирование осуществляется через пакет DIGSI, опция **Дискретный вход** должна быть задана для адреса **302 Изменить группу**.
- Для переключения только между 2-мя наборами уставок достаточно использование одного дискретного входа, „>Param. Selec.1“.
- Если дискретный вход сконфигурирован в качестве схемы включения, т.е. он будет активным при наличии напряжения (Выс.напр. - активный), то возможны два варианта:
  - вход не активен: Набор параметров А,
  - вход активен: Набор параметров В.
- Для того, чтобы выбранная группа уставок оставалась активной, управляющие сигналы на дискретных входах должны присутствовать постоянно.

## Контроль цепи отключения

Для контроля цепи отключения (см. Раздел 2.43) рекомендуется использовать схему с двумя дискретными входами. Дискретные входы не имеют общего потенциала, поэтому их порог срабатывания по напряжению должен оставаться четко ниже половины номинального значения постоянного напряжения питания.

При использовании способа с одним дискретным входом вводится добавочное сопротивление R (см. Раздел 2.43). Помните, что время ответа должно составлять приблизительно 300 с. В Разделе 2.43.2 приведен метод расчета этого сопротивления.

## 3.1.2 Модификации аппаратных средств

### 3.1.2.1 Общие положения

#### Общие положения

Согласование аппаратных средств энергосистем может потребоваться, например, в отношении значения управляющего напряжения дискретных входов или при подключении интерфейса устройства к шине данных. Следуйте приведенным в этом разделе указаниям при согласовании аппаратных средств, где бы оно ни производилось.

#### Напряжение питания

Существуют различные диапазоны напряжения питания (см. Информацию для заказа в Приложении). Предуславливаемые диапазоны напряжения 60 / 110 / 125 В постоянного тока и 110 / 125 / 220 / 250 В постоянного, 115 / 230 В переменного тока взаимозменяемы, переключения диапазонов осуществляются с помощью перемычек. Соответствие положения этих перемычек какому-либо номинальному диапазону напряжения и их пространственное расположение на печатной плате приводится в этом Разделе, см. заголовок „Плата процессора C-CPU-2“. При поставке устройства все перемычки установлены в соответствии с указанными на фирменной табличке номинальными параметрами. Обычно их положения менять не нужно.

#### Контакт готовности устройства

Контакт готовности устройства - это переключающийся, который может быть подключен к клеммам устройства F3 или F4 посредством втычной перемычки (X40). Значения положений и взаимное расположение перемычек описывается в этом Разделе под заголовком „Плата процессора C-CPU-2“.

#### Номинальный ток

Входные трансформаторы устройства могут быть установлены на номинальный ток 1 А или 5 А при помощи перемычек. Установка вставных перемычек осуществляется на заводе в соответствии с указанными на фирменной табличке номинальными параметрами. Соответствие положения перемычек на печатной плате номинальному току приводится в Разделе под заголовком „Блок(и) ввода / вывода C-I/O-2“ для стороны 2 и „Блок(и) ввода / вывода C-I/O-6“ для стороны 1. Все перемычки на одной стороне должны быть установлены на один номинальный ток, а именно, одна перемычка (от X61 до X64) - для каждого входного трансформатора и дополнительно одна общая перемычка X60.

Если величины номинального тока нужно частично изменить, устройству об этом сообщается по адресам **203 Ин-втор ТТ Ст1** или **212 Ин-втор ТТ Ст2** в разделе Данные энергосистемы (см. Раздел 2.5).



### Примечание

Уставки положения перемычек должны соответствовать вторичным токам устройства по адресам **203, 212**. Иначе устройство заблокируется и будет выдавать аварийные сигналы.

---

### Напряжение пуска для дискретных входов

При поставке устройства с завода, дискретные входы установлены на работу с напряжением, соответствующим номинальному значению напряжения питания. При отклонении управляющего напряжения от номинального может быть целесообразным изменение порога срабатывания дискретных входов.

Для изменения порога срабатывания дискретных входов необходимо изменить положение перемычек (по одной для каждого дискретного входа). Пространственное расположение этих перемычек и их соответствие дискретным входам представлено в этом Разделе.

---



### Примечание

Если для контроля исправности цепей отключения используются дискретные входы, то необходимо, чтобы 2 дискретных входа (или один дискретный вход и добавочное сопротивление) были включены последовательно. При этом порог срабатывания используемых дискретных входов должен оставаться четко в пределах половины установленного номинального значения управляющего напряжения.

---

### Режим контакта дискретного выхода

Блоки ввода / вывода могут быть оснащены реле, контакты которых могут быть переключающими. Для этого необходимо соответствующим образом установить положение перемычки. В Разделе под заголовками „Блок ввода / вывода С-I/O -2“ и „Блок ввода / вывода С-I/O -6“ приводится описание, к каким реле на каких блоках это относится.

### Измерительный преобразователь

Измерительные преобразователи TD 1 (например, для защиты по постоянному току / напряжению) и TD 2 (например, для ввода температуры для защиты от термического перегрева) могут работать со значениями и тока, и напряжения. Для изменения уставок по умолчанию (в качестве измеряемых величин приняты напряжения) используются перемычки. В таблицах этого Раздела под заголовком „Блок ввода / вывода С-I/O-6“ дана соответствующая информация.

---



### Предостережение!

об ошибочном подключении уставки перемычек „Ток“!

**Если при задании уставки перемычек, соответствующей "Току", на вход будет подано напряжение, это может повредить плату.**

**Для входного напряжения должна быть выбрана уставка перемычек "Напряжение".**

---

Для измерительного преобразователя TD 3 (может определять, например, напряжение возбуждения для защиты от потери возбуждения) при помощи перемычек можно вводить или выводить функцию пропуска аналогового сигнала через фильтр нижних частот. В таблицах этого Раздела под заголовком „Блок ввода / вывода С-I/O-6“ дана соответствующая информация.



### Примечание

Уставки положения переключателей должны соответствовать режимам, заданным по адресам **295**, **296** (вход тока или напряжения) и **297** (с фильтром / без фильтра). Иначе устройство заблокируется и будет выдавать аварийные сообщения.

### Замена интерфейсов

Замене подлежат только последовательные интерфейсы - для модификаций, рассчитанных на монтаж в панель или в шкаф. Какие из интерфейсов могут быть заменены, и как это делается, об этом рассказывается в этом Разделе под заголовком „Замена интерфейсных модулей“.

### Согласующие резисторы для RS485 и Profibus DP (электрический)

Для обеспечения надежной передачи данных шина RS 485 или электрический Profibus DP должен согласовываться при помощи согласующего сопротивления, установленного на последнем устройстве шины. Для этого на печатной плате предусмотрены сопротивления, которые подключаются с помощью вставных переключателей. Может использоваться только одна из трех опций. Пространственное расположение переключателей на печатной плате приводится в этом Разделе, см. заголовок „Плата процессора C-CPU-2“, и под заголовком „Последовательные интерфейсы шин“ - для интерфейсных модулей. Обе переключатели должны находиться в одинаковом положении!

В состоянии поставки согласующие резисторы отключены.

### 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 3-3. Номиналы предохранителей указываются на плате рядом с самим предохранителем. При замене предохранителя, пожалуйста, ознакомьтесь с рекомендациями, представленными в Системном Описании SIPROTEC 4 /1/ в главах „Обслуживание и поддержка“ и „Корректирующие действия / Ремонты“.

### 3.1.2.2 Разборка

#### Разборка устройства



### Примечание

Предполагается, что данные работы выполняются на выведенном из работы устройстве.



### **Предостережение!**

**Изменение положения переключающих элементов на печатной плате, приводит к изменению номинальных параметров устройства.**

Следовательно, маркировка заказа (MLFB) и указанные на фирменной табличке номинальные значения больше не будут соответствовать параметрам данного устройства.

В случае, если такие изменения все же необходимы, то следует четко и так, чтобы бросалось в глаза, отметить это на устройстве. Для этого в комплекте поставки имеются самоклеющиеся стикеры, которые можно использовать в качестве дополнительной фирменной таблички с указанием измененных данных.

---

Для выполнения работ на печатных платах, например, для проверки или перемещения переключающих элементов или замены модулей, нужно произвести следующие действия:

- Подготовить рабочее место: сделать для Электростатически Чувствительных Элементов проводящую подложку. Кроме того, Вам потребуются следующие инструменты:
  - отвертка с шириной жала от 5 до 6 мм,
  - отвертка Philips размером 1,
  - гаечный ключ под гайку 5 мм.
- Открутить винты D-миниатюрных разъемов на задней панели в местах „А“ и „С“. Это не обязательно, если устройство разработано для навесного монтажа.
- Если устройство располагает дополнительными коммуникационными интерфейсами в местах „А“, „С“ и / или „В“, „D“ на задней панели, винты, расположенные по диагонали от портов, должны быть удалены. Это не обязательно, если устройство разработано для навесного монтажа.
- Снять защитные планки на лицевой панели устройства и ослабить винты крепления.
- Переднюю панель устройства оттянуть и осторожно вытащить.

### **Работа со штекерными разъемами**

---



### **Предостережение!**

**Не забывайте об электростатической разрядке**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к легким телесным повреждениям персонала или материальному ущербу.

Не допускайте электростатических разрядов через зажимы конструктивных элементов, проводящие дорожки плат и контактные штырьки, что возможно при соприкосновении с заземленными металлическими элементами.

Не вставляйте и не вытаскивайте разъемы интерфейсов под напряжением!

---

Должны выполняться следующие шаги:

- Освободите ленточный кабель между блоком процессора C-CPU-2 и передней крышкой (No. 1 на рисунках 3-1 и 3-2) со стороны передней крышки. Чтобы штекерный разъем можно было вытащить, по отдельности отожмите верхнюю защелку штекера вверх, а нижнюю - вниз. Осторожно отставьте в сторону переднюю панель.
- Отсоедините ленточные кабели между платой C-CPU-2 (1) и платами входов / выходов (от 2 до 4-х в зависимости от версии устройства).



- Вытащите платы и положите их на заземленный коврик во избежание повреждений от электростатических разрядов. Для модели с корпусом для встраиваемого монтажа необходимо обратить внимание на то, что при вытягивании процессорного блока С-CPU-2 необходимо некоторое приложение силы из-за существующих разъемных соединений.
- Проверить положение перемычек в соответствии с рисунками 3-3 - 3-8 и следующей за ними информацией, при необходимости, изменить их положение или удалить.

Для устройств с размером корпуса расположение дискретных входов для печатных плат  $1/2$  представлено на рисунке 3-1 для устройств с размером корпуса  $1/1$  - на рисунке 3-2.

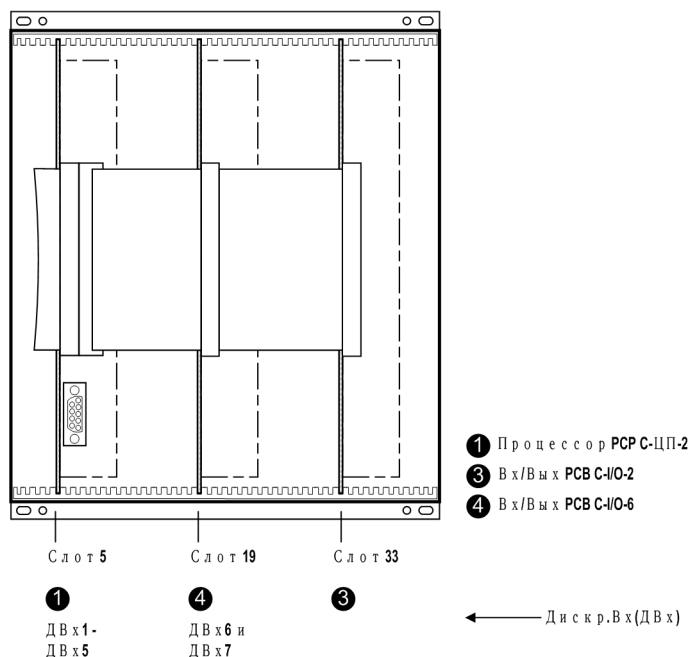


Рисунок 3-1 Вид спереди устройства 7UM621/623 (с размером корпуса 1/2) после удаления передней крышки (упрощено и уменьшено)

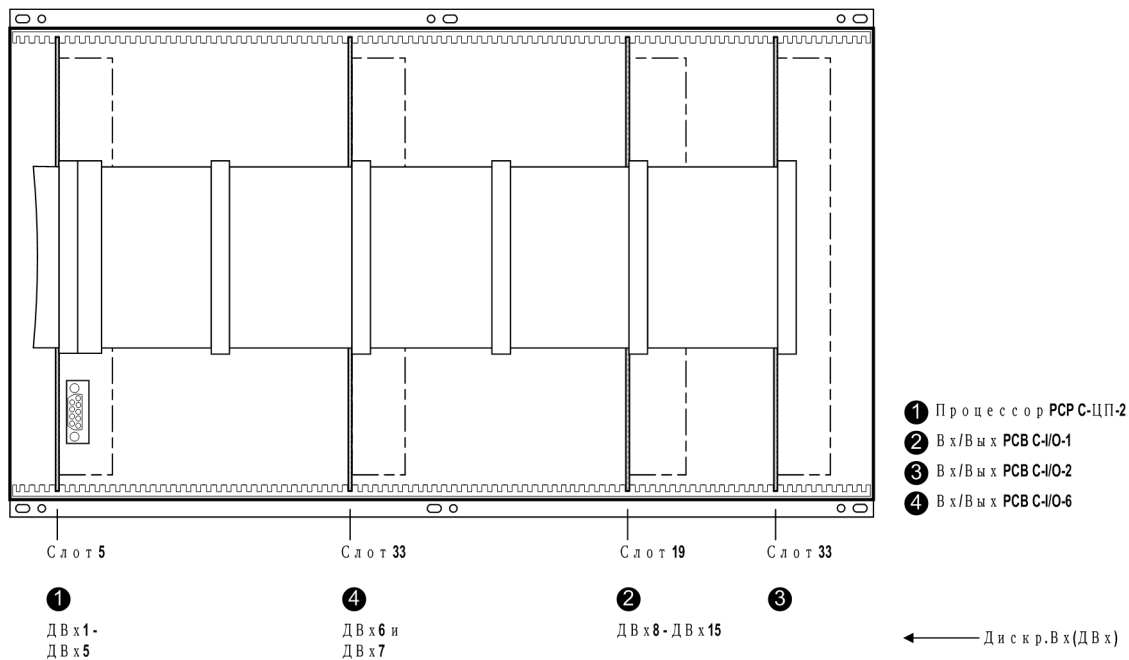


Рисунок 3-2 Вид спереди устройства 7UM622 (с размером корпуса 1/1) после удаления передней крышки (упрощено и уменьшено)

### 3.1.2.3 Элементы переключения на печатных платах

#### Плата процессора C-CPU-2

Расположение печатной платы процессорного блока C-CPU-2 показано на следующем рисунке. Проконтролируйте установку номинального напряжения интегрированного блока питания согласно таблице 3-1, статического положения контактов готовности - согласно таблице 3-2, выбранные рабочие напряжения дискретных входов DVx1 - DVx5 - согласно таблице 3-3 и интегрированного интерфейса RS232 / RS485 согласно таблицам 3-4 - 3-2. Расположение и номинальные характеристики миниатюрного предохранителя (F1) и буферной батареи (G1) показаны на следующем рисунке.

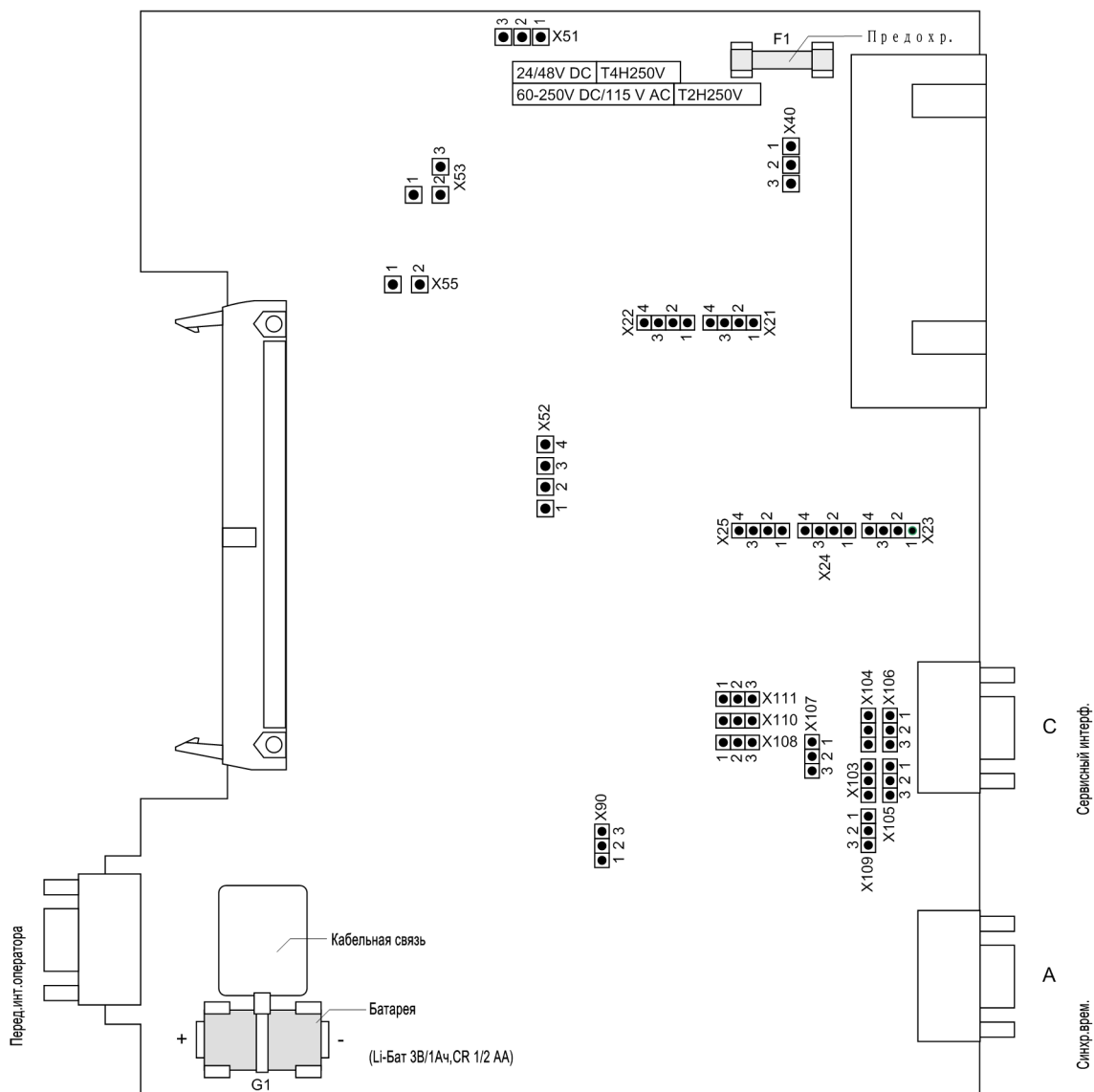


Рисунок 3-3 Плата процессора С–CPU с расположением перемычек для конфигурирования платы, миниатюрного предохранителя и буферной батареи

Таблица 3-1 Положение перемычек для установки номинального напряжения интегрированного блока питания на плате процессора C-CPU-2

Перемычка	Номинальное напряжение		
	24 - 48 В пост.	60 - 125 В пост.	110 - 250 В пост. 115 / 230 В перем.
X51	не использ.	1-2	2-3
X52	не использ.	1-2 и 3-4	2-3
X53	не использ.	1-2	2-3
X55	не использ.	не использ.	1-2
	не может быть изменено	взаимозаменяемы	

Таблица 3-2 Положение переключателей для установки статического состояния контактов готовности устройства на блоке процессора С–CPU-2

Переключатель	Разомкнут в статическом состоянии (норм. разомкн. контакт)	Замкнут в статическом состоянии (норм. замкнут. контакт)	Заводская установка
X40	1-2	2-3	2-3

Таблица 3-3 Положение переключателей для установки управляющих напряжений дискретных входов ДВх 1 - ДВх 5 на плате процессора С–CPU-2

Дискретные входы	Переключатель	Порог сраб. 19 В <sup>1)</sup>	Порог сраб. 88 В <sup>2)</sup>	Порог сраб. 176 В <sup>3)</sup>
ДВх1	X21	1-2	2-3	3-4
ДВх2	X22	1-2	2-3	3-4
ДВх3	X23	1-2	2-3	3-4
ДВх4	X24	1-2	2-3	3-4
ДВх5	X25	1-2	2-3	3-4

1) Заводская установка для устройств с номинальным напряжением питания 24 В пост. - 125 В пост.

2) Заводская установка для устройств с напряжением питания 110 - 250 В пост. и 115 / 230 В перем.

3) Используйте только с напряжениями пуска 220 или 250 В пост.

Интерфейс RS485 может быть преобразован в интерфейс RS232 при помощи переключения переключателей.

Переключатели с X105 по X110 должны иметь одинаковые положения!

Таблица 3-4 Положения переключателей интегрированного интерфейса RS232 / RS485 на плате процессора С–CPU-2

Переключатель	RS232	RS485
X103 и X104	1-2	1-2
с X105 по X110	1-2	2-3

При поставке устройства положения переключателей соответствуют коду заказа.

С интерфейсом RS232 переключатель X111 используется для активации сигналов управления CTS, которые необходимы для соединения с модемом.

Таблица 3-5 Положения переключателей сигналов управления CTS (управление потоком) на плате процессора С–CPU-2

Переключатель	/CTS от интерфейса RS232	/CTS по запросу /RTS
X111	1-2	2-3 <sup>1)</sup>

1) Уставки по умолчанию для модификации устройства 7UM62.../CC и выше

**Положение переключателя 2-3:** Подключение к модему обычно осуществляется с помощью мультиплексора типа “звезда” или опто-электрического конвертера. Поэтому управляющие сигналы модема, определенные стандартом RS232 DIN 66020, не доступны. Сигналы модема не требуются, т.к. подключение к устройствам SIPROTEC 4 всегда работает в полудуплексном режиме. Используйте, пожалуйста, соединительный кабель с заказным номером 7XV5100-4.

**Положение переключателя 1-2:** Такая установка делает сигналы модема доступными, т.е. данная установка выбирается опционально для непосредственного RS232 соединения

устройства SIPROTEC 4 и модема. Мы рекомендуем использовать стандартный RS232 кабель подключения модема (конвертер 9-штырк. в 25-штырк.).



### Примечание

При непосредственном подключении DIGSI к порту RS232 перемычка X111 должна быть установлена в положение 2-3.

Если в системе нет внешних согласующих резисторов, последние устройства на шине RS485 нужно конфигурировать при помощи перемычек X103 и X104.

Таблица 3-6 Положения перемычек согласующих резисторов интерфейса RS232 на плате процессора C-CPU-2

Перемычка	Согласующий резистор подключен	Согласующий резистор отключен	Заводская установка
X103	2-3	1-2	1-2
X104	2-3	1-2	1-2



### Примечание

Обе перемычки должны находиться в одинаковом положении!

Перемычка X90 сейчас не используется. Заводская установка для данной перемычки: 1-2.

Согласующие резисторы также могут быть подключены внешне (например, к соединительному модулю). Тогда согласующие резисторы, расположенные на модуле интерфейсов RS485 или PROFIBUS или непосредственно на печатной плате процессора C-CPU-2 должны быть отключены.

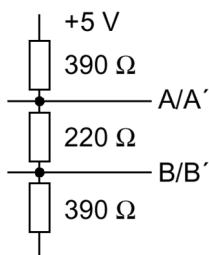


Рисунок 3-4 Оконцевание интерфейса RS485 (внешнее)

### Плата ввода / вывода C-I/O-1

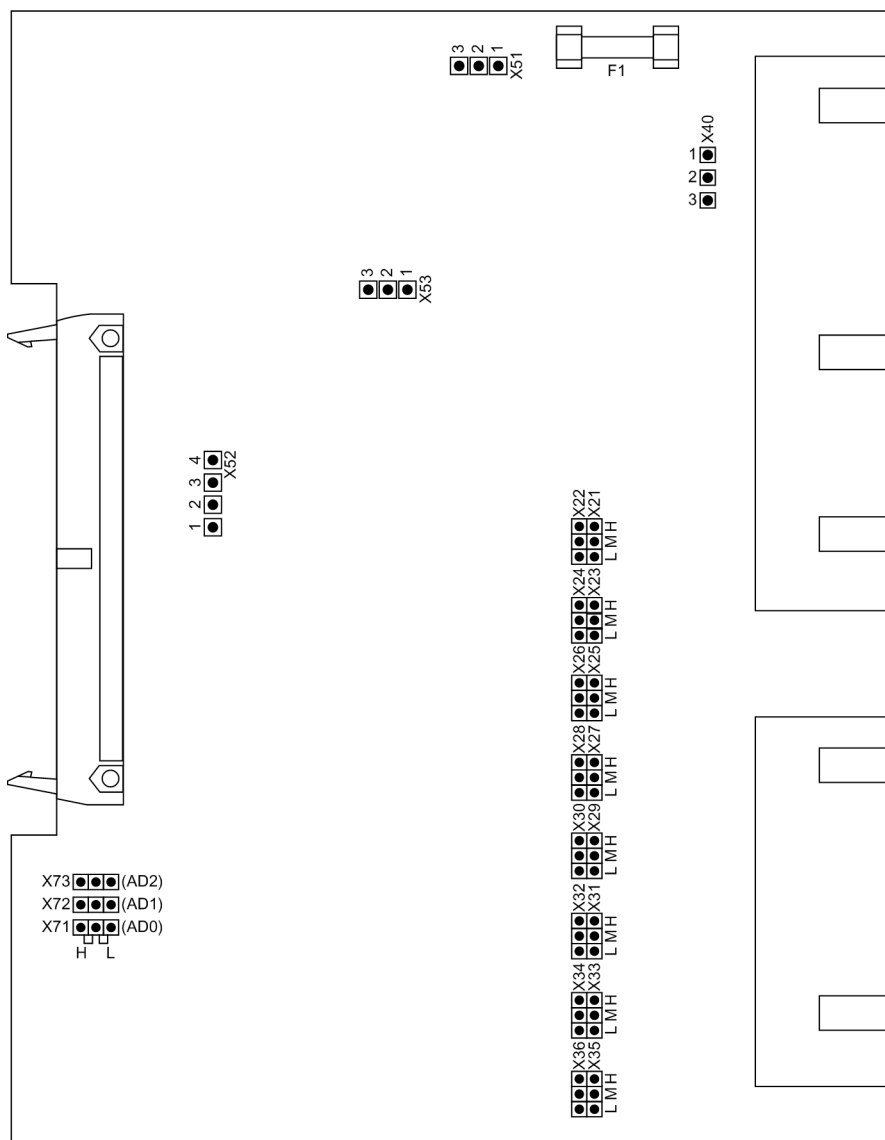


Рисунок 3-5 Плата ввода / вывода C-I / O-1 с расположением перемычек, необходимых для конфигурации платы

В версии устройства 7UM622, дискретный выход ДВых 13 на плате ввода / вывода C-I/O-1 может быть конфигурирован в качестве нормально замкнутого или нормально разомкнутого (см. также диаграммы в Приложении А.2).

Таблица 3-7 Положение перемычек для выбора типа контакта дискретного выхода ДВых13

Перемычка	Разомкнут в статическом положении (норм.разомкнутый)	Замкнут в статическом положении (норм.замкнутый)	Заводская установка
X40	1-2	2-3	1-2

Таблица 3-8 Положение перемычек для выбора напряжений пуска дискретных входов ДВх8 - ДВх15 на плате ввода / вывода С- I/O-1 устройства 7UM622

Дискретные входы	Перемычка	Порог сраб. 19 В <sup>1)</sup>	Порог сраб. 88 В <sup>2)</sup>	Порог сраб. 176 В <sup>3)</sup>
ДВх8	X21/X22	L	M	H
ДВх9	X23/X24	L	M	H
ДВх10	X25/X26	L	M	H
ДВх11	X27/X28	L	M	H
ДВх12	X29/X30	L	M	H
ДВх13	X31/X32	L	M	H
ДВх14	X33/X34	L	M	H
ДВх15	X35/X36	L	M	H

1) Заводская установка для устройств с номинальным напряжением питания 24 В пост. - 125 В пост.

1) Заводская установка для устройств с номинальным напряжением питания 24 В пост. - 125 В пост.

2) Заводская установка для устройств с напряжением питания 110 - 250 В пост. и 115 / 230 В перем.

3) Используйте только при управляющих напряжениях 220 - 250 В пост.

Перемычки X71, X72 и X73 на плате ввода / вывода С-I/O-1 используются для установления адреса шины и их положение не должно меняться. В следующей таблице показаны заводские установки перемычек.

Места монтажа модулей указаны на рисунках 3-1 - 3-2.

Таблица 3-9 Уставки перемычек адресов модулей платы ввода / вывода С-I/O-1 модификации устройства 7UM622

Перемычка	Заводская установка
X71	L
X72	H
X73	H

### Плата ввода / вывода C-I/O-2

Существует два варианта реализации модуля ввода / вывода C-I/O-2. Для модификаций устройства до 7UM62.../DD включительно внешний вид платы ввода / вывода представлен на рисунке 3-6, для модификации 7UM62.../EE и выше - на рисунке 3-7.

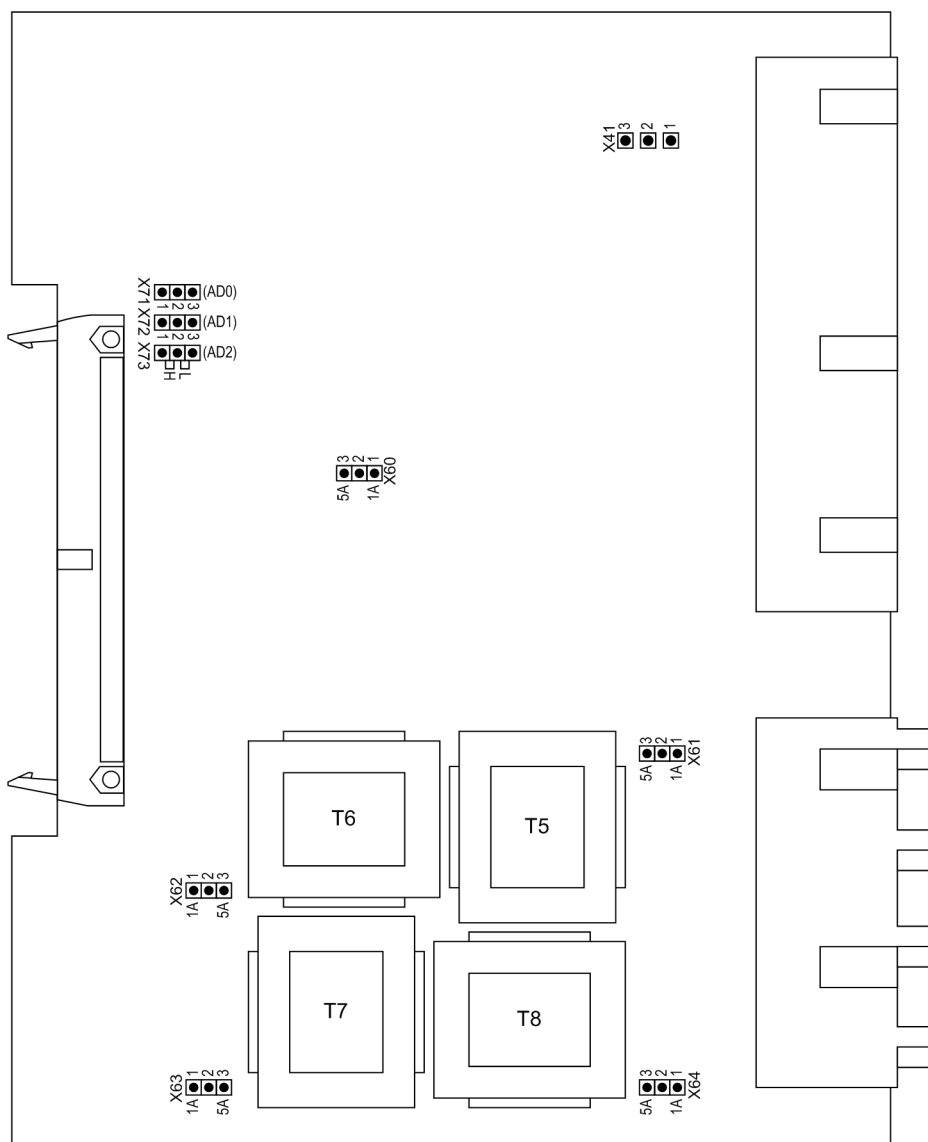


Рисунок 3-6 Модуль ввода / вывода C-I/O-2 для модификаций устройства до 7UM62.../DD включительно, с изображением перемычек, необходимых для проверки конфигурации платы.

Тип контакта дискретного выхода ДВых6 можно изменить с нормально разомкнутого на нормально замкнутый (см. диаграммы в разделе А.2 Приложения):

для размера корпуса  $1/2$ : No. 3 на рисунке , слот 33,

для размера корпуса  $1/1$ : No. 3 на рисунке , слот 33, справа.



Таблица 3-10 Положения перемычек для выбора типа контакта дискретного выхода ДВых6

Перемычка	Размокнут в статическом положении (норм.разомкнутый)	Замкнут в статическом положении (норм.замкнутый)	Заводская установка
X41	1-2	2-3	1-2

Контроль установки значения номинального входного тока осуществляется на блоке ввода / вывода С-I/O-2. Все перемычки должны быть установлены на один номинальный ток, т.е. по одной перемычке (от X61 до X64) на каждый входной трансформатор и дополнительно общая перемычка X60. Перемычка X64 не используется, т.к. все модификации устройства 7UM62 имеют чувствительный вход тока замыкания на землю (входной трансформатор Т8).

Перемычки X71, X72 и X73 на плате ввода / вывода С-I/O-2 используются для установления адреса шины и их положение не должно меняться. В следующей таблице приведены заводские установки перемычек.

Место установки:

для размера корпуса  $1/2$ : No. 3 на рисунке , слот 33,

для размера корпуса  $1/4$ : No. 3 на рисунке , слот 33, справа.

Таблица 3-11 Положения перемычек адреса печатной платы на блоке ввода / вывода С-I/O-2

Перемычка	Заводская установка
X71	1-2(H)
X72	1-2(H)
X73	2-3(L)

Плата ввода / вывода C-I/O-2 (версия 7)

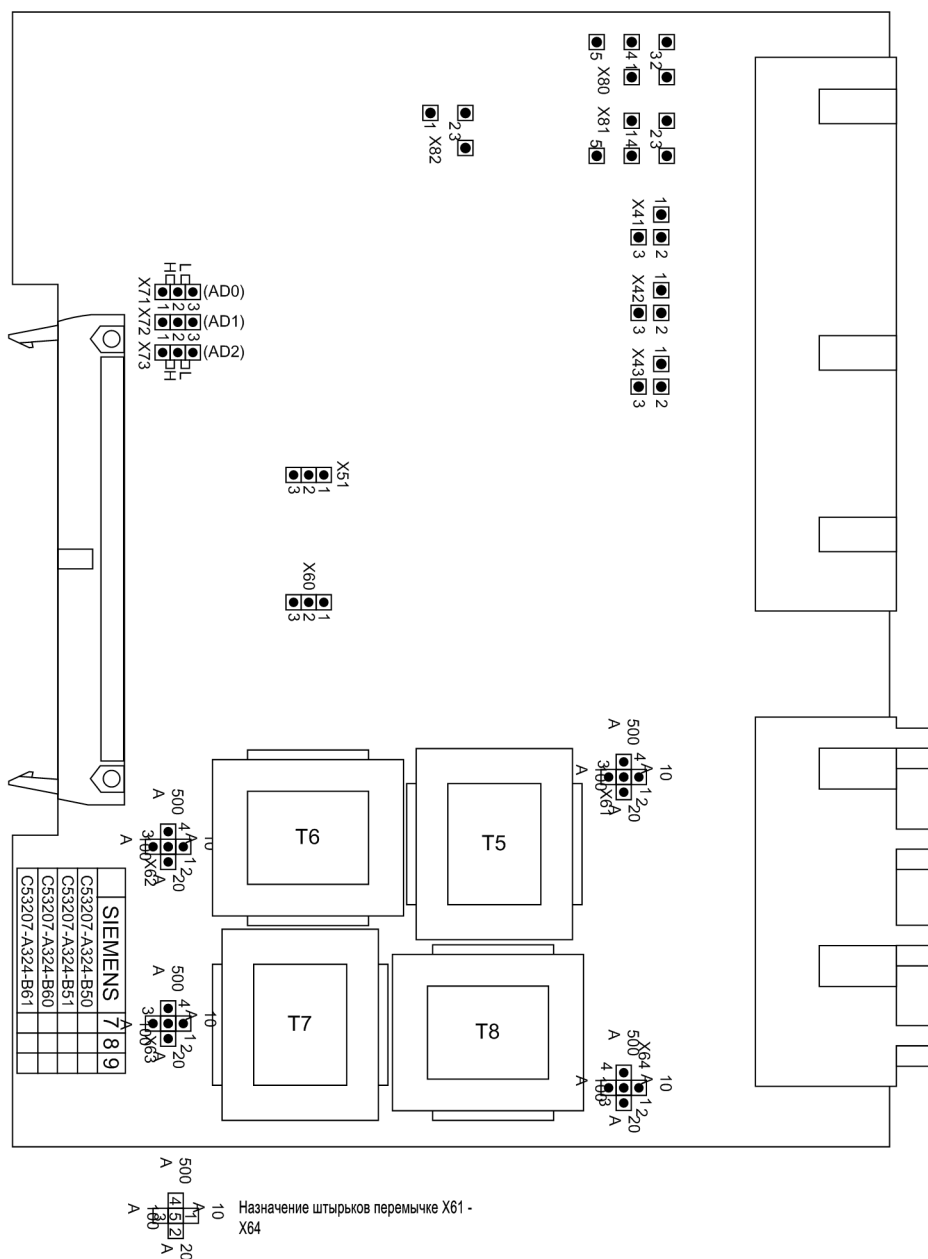


Рисунок 3-7 Плата ввода / вывода C-I/O-2 для модификаций устройства 7UM62\* .../EE и выше, с изображением перемычек, необходимых для проверки конфигурации платы.

Таблица 3-12 Положения перемычек для выбора значения **номинального тока** или **диапазона измерения**

Перемычка	Номинальный ток 1 А Диапазон измерения 20 А	Номинальный ток 5 А Диапазон измерения 100 А
X51	1-2	1-2
X60	1-2	2-3
X61	2-5	3-5
X62	2-5	3-5
X63	2-5	3-5
X64 <sup>1)</sup>	2-5	3-5

<sup>1)</sup> Не для модификации с чувствительным обнаружением замыкания на землю

Контакты реле дискретных выходов ДВых6, ДВых7 и ДВых8 могут быть конфигурированы как нормально разомкнутые и нормально замкнутые (см. также Общие диаграммы в Приложении).

Таблица 3-13 Положения перемычек для выбора **типа контакта** реле для дискретных выходов для ДВых6, ДВых7 и ДВых8

Для	Перемычка	Разомкнут в статическом положении (норм.разомкнутый) <sup>1)</sup>	Замкнут в статическом положении (норм.замкнутый)
ДВых6	X41	1-2	2-3
ДВых7	X42	1-2	2-3
ДВых8	X43	1-2	2-3

<sup>1)</sup> Заводская уставка

Реле дискретных выходов ДВых1 - ДВых5 могут подключаться к общему потенциалу, или индивидуально конфигурироваться для ДВых1, ДВых4 и ДВых5 (ДВых2 и ДВых3 при этом не рассматриваются) (см. также Общие диаграммы в Приложении).

Таблица 3-14 Положения перемычек для конфигурирования **общего потенциала** дискретных выходов ДВых1 - ДВых5 или конфигурирования ДВых1, ДВых4 и ДВых5 как **единичных реле**

Перемычка	ДВых1 - ДВых5 подключены к общему потенциалу <sup>1)</sup>	ДВых1, ДВых4, ДВых5 заданы в виде отдельных реле (ДВых2 и ДВых3 не рассматриваются)
X80	1-2, 3-4	2-3, 4-5
X81	1-2, 3-4	2-3, 4-5
X82	2-3	1-2

<sup>1)</sup> Заводская уставка

Перемычки X71 - X73 служат для задания адреса шин. Их положение не должно изменяться. В следующей таблице показаны заводские (предустановленные) положения перемычек.

Таблица 3-15 Положения перемычек **адреса печатной платы** на блоке ввода / вывода C-I/O-2

Перемычка	Заводская уставка
X71	1-2 (H)
X72	1-2 (H)
X73	2-3 (L)

### Плата ввода / вывода C-I/O-6

Расположение элементов на печатной плате блока ввода / вывода C-I/O-6 представлено на следующем рисунке.

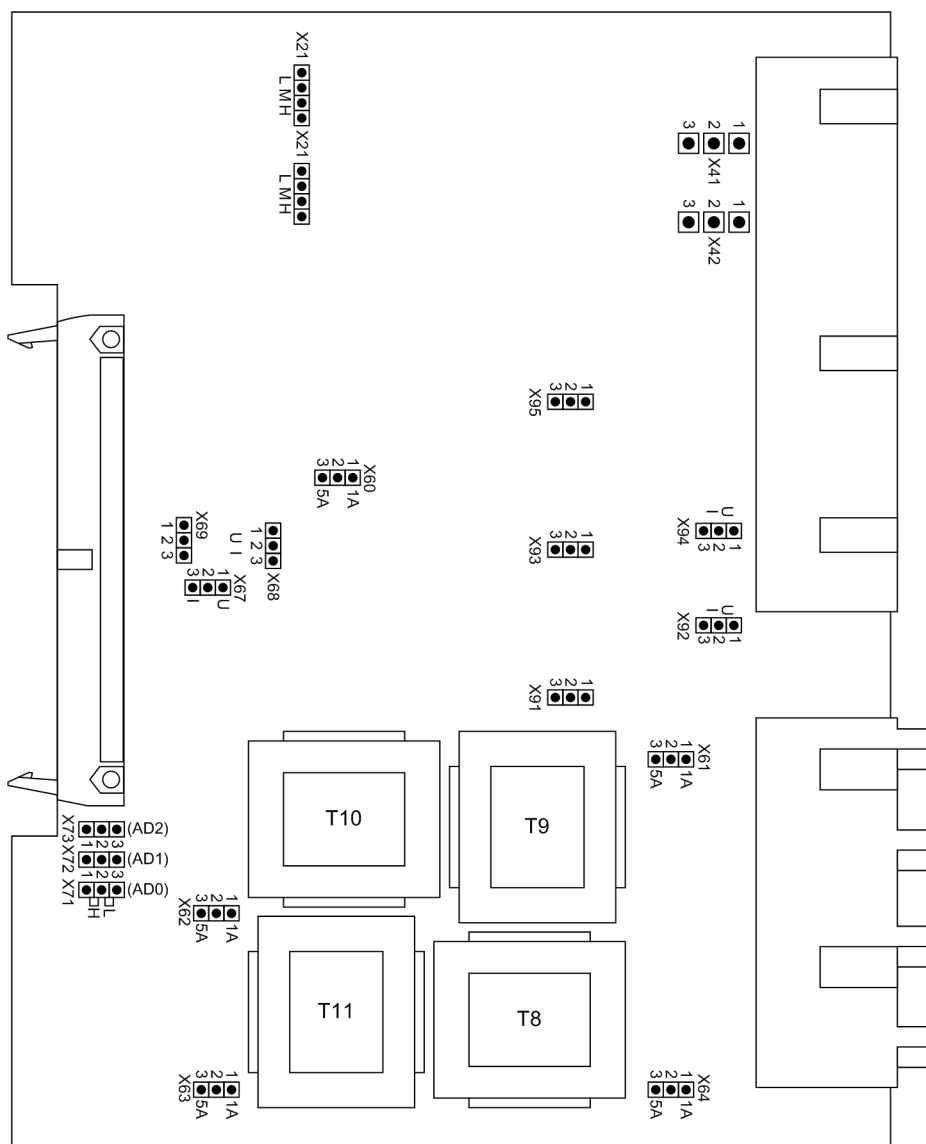


Рисунок 3-8 C-I/Плата ввод / вывода C-I/O-6 с изображением перемычек, необходимых для конфигурации платы

Таблица 3-16 Положения перемычек для напряжений активации дискретных входов ДВх6 и ДВх7 на плате ввода / вывода С-І/О-6

Дискретные входы	Перемычка	Порог сраб. 19 В <sup>1)</sup>	Порог сраб. 88 В <sup>2)</sup>	Порог сраб. 176 В <sup>3)</sup>
ДВх6	X21	L	M	H
ДВх7	X22	L	M	H

- 1) Заводская установка для устройств с номинальным напряжением питания 24 В пост. - 125 В пост.  
2) Заводская установка для устройств с напряжением питания 110 - 250 В пост. и 115 / 230 В перем.  
3) Используйте только с напряжениями пуска 220 или 250 В пост.

Для дискретных выходов ДВых11 и ДВых12 тип контакта может быть задан как нормально замкнутым, так и нормально разомкнутым (см. диаграммы в Приложении А.2):

Таблица 3-17 Положения перемычек для выбора типа контактов реле для дискретных выходов ДВых11 и ДВых12

Дискретный выход	Перемычка	Нормально разомкнутый контакт	Нормально замкнутый контакт	Заводская установка
ДВых11	X41	1-2	2-3	1-2
ДВых12	X42	1-2	2-3	1-2

Контроль установки значения номинального входного тока осуществляется на блоке ввода / вывода С-І/О-6. Все перемычки должны быть установлены на один номинальный ток, т.е. по одной перемычке (от X61 до X64) на каждый входной трансформатор и дополнительно общая перемычка X60. Перемычка X64 не используется, т.к. все модификации устройства 7UM62 имеют чувствительный вход тока замыкания на землю (входной трансформатор Т8).

Таблица 3-18 Положения перемычек для выбора входной характеристики (U/I) измерительного преобразователя 1

Перемычка	Вход напряжения ±10 В	Вход тока (4-20 / 20 мА)	Заводская установка
X94	1-2	2-3	1-2
X95	1-2	2-3	1-2
X67	1-2	2-3	1-2

Таблица 3-19 Положения перемычек для выбора входной характеристики (U/I) измерительного преобразователя 2

Перемычка	Вход напряжения ±10 В	Вход тока (4-20 / 20 мА)	Заводская установка
X92	1-2	2-3	1-2
X93	1-2	2-3	1-2
X68	1-2	2-3	1-2

### Предостережение!



об ошибочном подключении уставки перемычек „Ток“!

**Если при задании уставки перемычек, соответствующей "Току", на вход будет подано напряжение, это может повредить плату.**

**Для входного напряжения должна быть выбрана уставка перемычек "Напряжение".**

Таблица 3-20 Положения переключателей для активации / деактивации фильтра низких частот  $f_g$  10 Гц измерительного преобразователя 3

Переключатель	Фильтр низких частот не активен	Фильтр низких частот активен	Заводская установка
X91	1-2	2-3	2-3
X69	1-2	2-3	2-3



### Примечание

Уставки положения переключателей должны соответствовать режимам, заданным по адресам **295**, **296** (вход тока или напряжения) и **297** (с фильтром / без фильтра). Иначе устройство заблокируется и будет выдавать аварийные сообщения. После произведения любых изменений положений переключателей необходимо немедленно изменить соответствующие уставки параметров при помощи пакета DIGSI.



### Примечание

Неиспользуемые измерительные преобразователи должны быть закорочены на входных контактах!

Переключатели X71, X72 и X73 на плате ввода / вывода C-I/O-6 используются для установления адреса шины и их положение не должно меняться. В следующей таблице показаны заводские установки переключателей.

Таблица 3-21 Уставки переключателей адресов модулей платы ввода / вывода C-I/O-6

Переключатель	Заводская установка
X71 (AD0)	1-2 (H)
X72 (AD1)	2-3 (L)
X73 (AD2)	1-2 (H)

### 3.1.2.4 Интерфейсные модули

#### Замена интерфейсных модулей

Интерфейсные модули располагаются в блоке процессора С-CPU-2 ((1) на рисунках 3-1 и 3-2). На следующем рисунке показана печатная плата с расположенными на ней модулями.

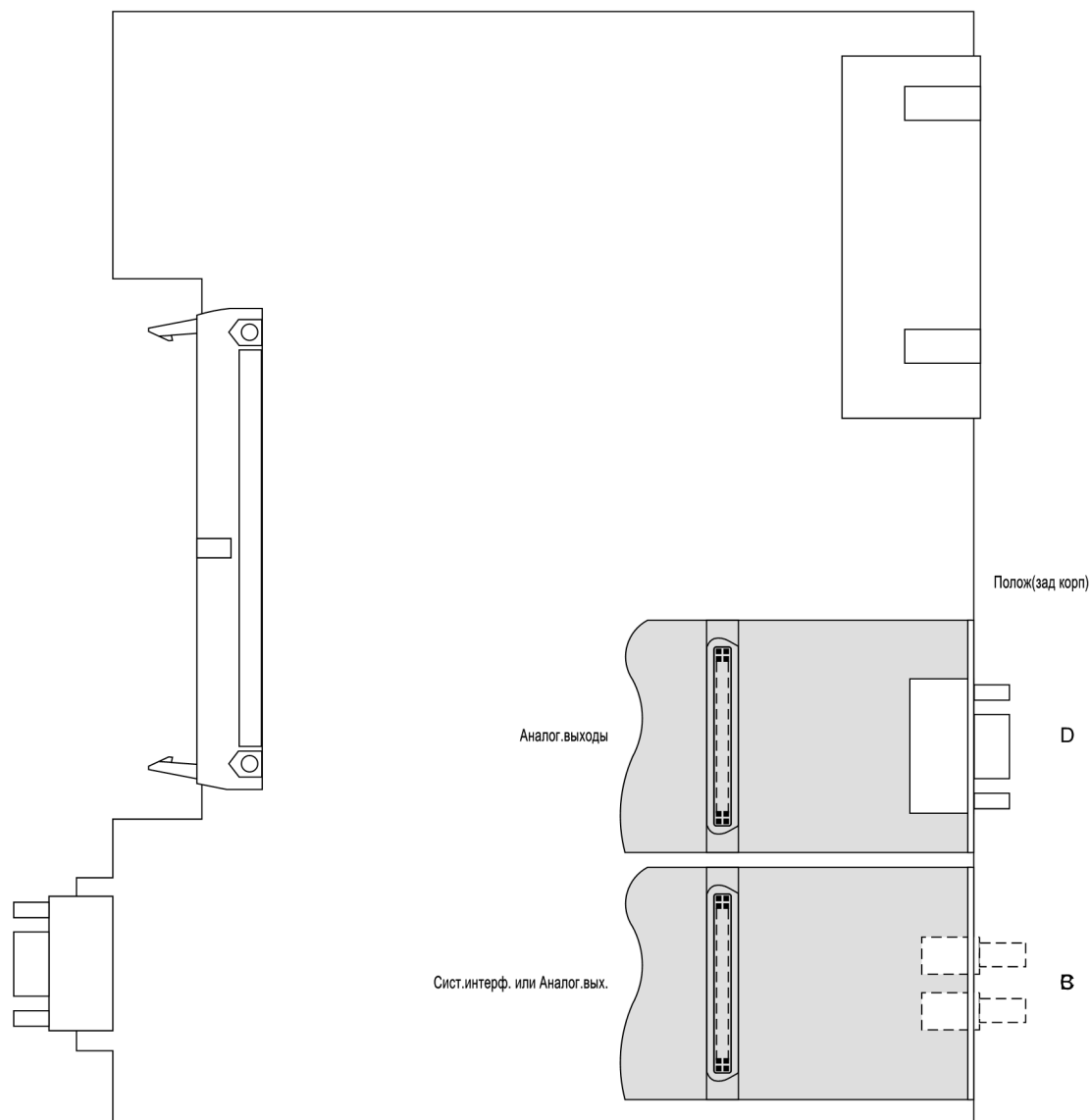


Рисунок 3-9 Плата процессора С-CPU-2 с интерфейсными модулями

Пожалуйста, имейте в виду следующее:

- интерфейсные модули можно заменять только в устройствах, предназначенных для встраиваемого монтажа;  
интерфейсные модули для устройств, корпус которых рассчитан на навесной монтаж, необходимо менять в нашем производственном центре;
- используйте только те интерфейсные модули, которые можно заказать с завода с помощью кода заказа изделия (см. также Приложение А.1).

Таблица 3-22 Замена интерфейсных модулей

Интерфейс	Место установки	Модули для замены
Системный интерфейс	B	Только те интерфейсные модули, которые можно заказать с завода с помощью кода заказа изделия (см. Приложение, Раздел А.1).
Аналоговый выход		2 x 0 - 20 мА
Аналоговый выход	D	2 x 0 - 20 мА
RTD-блок		RS485 FO

Код заказа для замены модулей можно найти в Приложении в Разделе А.1.

### Ethernet модуль EN100 (МЭК 61850)

Интерфейсные модули Ethernet не имеют перемычек. Для их использования не требуется модификаций аппаратного обеспечения.

### Оконечная нагрузка интерфейса

Совместимые с шинами интерфейсы всегда требуют установки оконечной нагрузки после последнего устройства на шине, то есть необходимо ввести согласующие сопротивления. В устройстве 7UM62 это касается вариантов с интерфейсами RS485 или PROFIBUS.

Согласующие сопротивления располагаются на модуле интерфейса (RS485 или Profibus), который монтируется на плате процессора C-CPU-2 ((1) на рисунках 3-1 и 3-2) или непосредственно на печатной плате C-CPU-2 (см. заголовок „Плата процессора C-CPU-2“, таблицу 3-2).

На рисунке 3-9 изображена печатная плата C-CPU-2 с расположением модулей.

Модуль интерфейса RS485 приведен на рисунке 3-10, модуль интерфейса Profibus - на рисунке 3-11.

При поставке перемычки установлены так, что согласующие сопротивления выключены. Обе перемычки должны находиться в одинаковом положении.

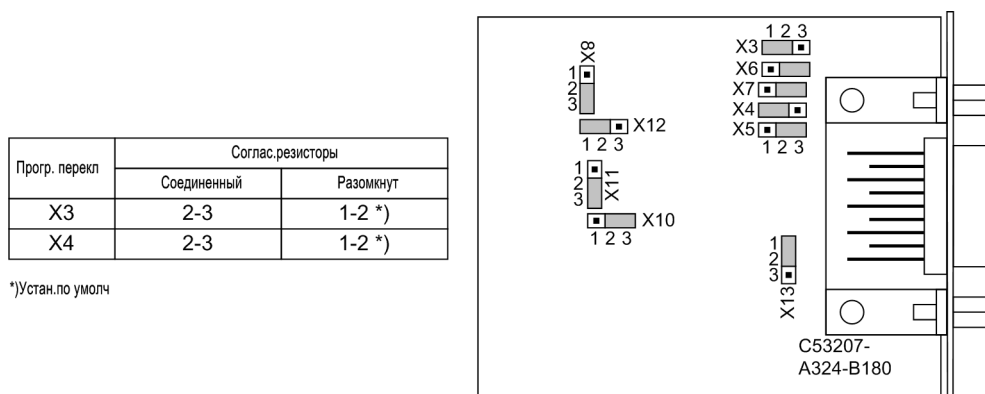


Рисунок 3-10 Расположение перемычек и согласующих резисторов для конфигурации интерфейса RS485



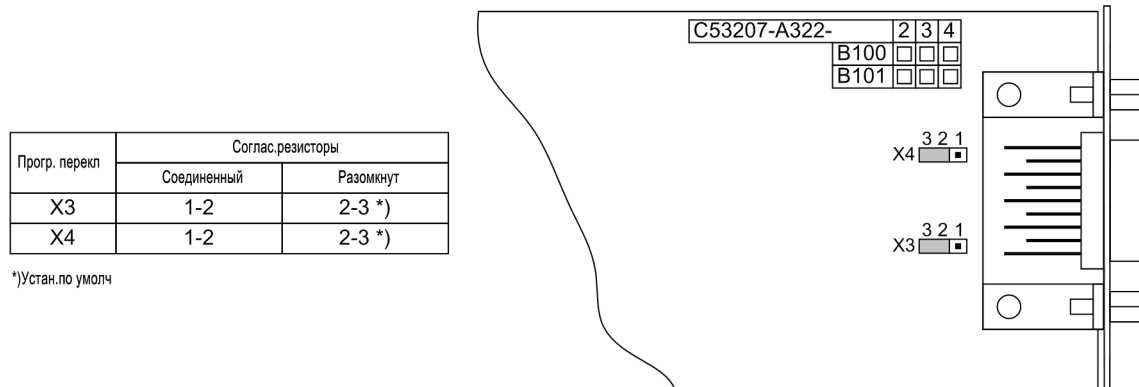


Рисунок 3-11 Расположение перемычек и согласующих резисторов для конфигурации интерфейсов Profibus (FMS и DP), DNP 3.0 и Modbus

Согласующие резисторы также могут быть подключены внешне (например, к соединительному модулю), см. рисунок 3-4. Тогда согласующие резисторы, расположенные на модуле интерфейсов RS485 или PROFIBUS или непосредственно на печатной плате процессора C-CPU-2 должны быть отключены.

Существует возможность конвертации интерфейса RS485 в интерфейс RS232 и наоборот при помощи смены положений перемычек.

Положения перемычек для смены интерфейсов RS232 и RS485 (согласно рисунку 3-10) представлены в следующей таблице.

Таблица 3-23 Конфигурирование для RS232 или RS485 на интерфейсном модуле

Пере- мычка	X5	X6	X7	X8	X10	X11	X12	X13
RS232	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2-3	1-2	1-2
RS 485	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	1-2	1-2

Положения перемычек X5 - X10 должны быть одинаковы!

При поставке устройства положения перемычек соответствуют коду заказа.

### Аналоговый выход

Аналоговый выходной интерфейсный модуль AN20 (см. рисунок 3-12) имеет 2 изолированных канала с диапазоном тока 0 -20 мА (однополюсный, макс. 350 Ом).

Место расположения на плате C-CPU-2 - „B“ или / и „D“ - в зависимости от варианта заказа (см. рисунок 3-9).

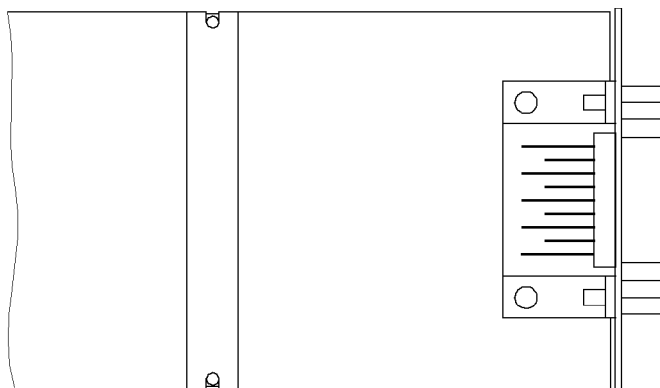


Рисунок 3-12 Плата аналогового выходного интерфейсного модуля AN20

### 3.1.2.5 Сборка устройства

Для сборки устройства выполните следующие действия:

- Вставьте платы аккуратно в корпус. Места монтажа плат указаны на рисунках 3-1 - 3-2. Для модели устройства, рассчитанной на навесной монтаж, используйте для удобства металлический рычаг для установки модуля процессора C-CPU-2.
- Сначала вставьте втычные контакты ленточного кабеля в модуль ввода / вывода I/O, а затем в модуль процессора C-CPU-2. Будьте аккуратны: не погните штырьки разъемов! Не применяйте силу!
- Подсоедините втычные контакты ленточного кабеля между модулем процессора C-CPU-2 и передней панелью к втычному контакту передней панели.
- Зафиксируйте защелки разъемов.
- Установите переднюю панель и снова плотно ее привинтите к корпусу.
- Верните защитные планки на прежнее место.
- Вновь плотно привинтите интерфейсы на задней панели корпуса устройства. Это не обязательно, если устройство разработано для навесного монтажа.

## 3.1.3 Монтаж устройства

### 3.1.3.1 Утопленный монтаж на панели

В зависимости от версии, размер корпуса может быть  $1/2$  или  $1/1$ . У устройств, имеющих размер корпуса  $1/3$  (рисунок 3-13), предусмотрены 4 заглушки и 4 крепежных отверстия. У устройств с размером корпуса  $1/1$  (рисунок 3-14) - 6 заглушек и 6 крепежных отверстий.

- Снимите 4 защитные планки по углам лицевой панели, у устройств с размером корпуса  $1/1$  - дополнительно еще 2 планки по центру снизу и сверху. При этом Вы получите доступ к четырем (или шести) сквозным крепежным отверстиям.
- Вставьте устройство в вырез на панели и закрепите четырьмя или шестью крепежными винтами. Размеры указаны в Разделе 4.38.
- Установите на место четыре или шесть заглушек.

- Подключите вывод заземления на задней панели устройства к защитному заземлению панели. Используйте как минимум один винт М4. Поперечное сечение заземляющего провода должно быть таким же, как у любого другого проводника, подсоединенного к устройству. Поперечное сечение используемого для заземления провода не должно быть меньше 2,5 мм<sup>2</sup>.
- Выполните подключение с помощью втычных или винтовых зажимов на задней стороне устройства в соответствии с монтажной схемой. При подключении к винтовым зажимам проводников с раздвоенным наконечником или непосредственном подключении, перед заведением проводов необходимо подтянуть винты так, чтобы головка винта находилась бы в одной плоскости с наружной плоскостью клеммника. Круговой наконечник проводника должен быть так сцентрирован в отсеке клеммника, чтобы резьба винта не задевала края отверстия наконечника. Системное Описание SIPROTEC 4 содержит спецификации относительно максимальных поперечных сечений, моментов затяжки, радиусов изгиба и разгрузках от усилий натяжения.

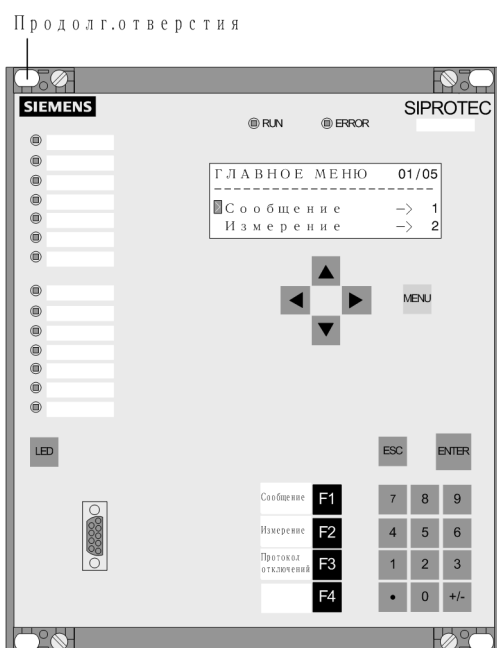


Рисунок 3-13 Пример утопленного монтажа устройства на панели (размер корпуса 1/2)

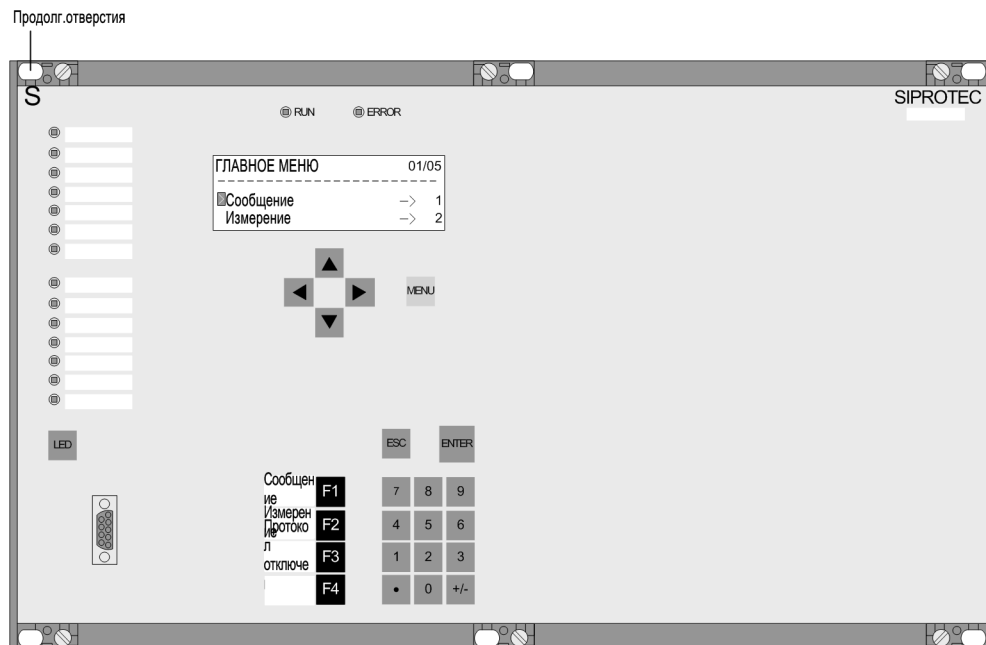


Рисунок 3-14 Пример утопленного монтажа устройства на панели (размер корпуса 1/1)

### 3.1.3.2 Монтаж устройства на стойке или в шкафу

У устройств, имеющих размер корпуса  $1/2$  (рисунок 3-15), предусмотрены 4 заглушки и 4 крепежных отверстия. У устройств с размером корпуса  $1/1$  (рисунок 3-16) - 6 заглушек и 6 крепежных отверстий.

Для установки устройства на стойке или в шкафу требуются два монтажных кронштейна. Коды для их заказа можно найти в Приложении, Раздел А.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, у устройств с размером корпуса  $1/1$  - дополнительно еще 2 планки по центру снизу и сверху. При этом Вы получите доступ к четырем (или шести) сквозным крепежным отверстиям.
- Закрепите устройство на кронштейнах с помощью четырех или шести винтов.
- Установите на место четыре или шесть заглушек.
- Затяните монтажные кронштейны на стойке или в шкафу с использованием восьми винтов.
- Подключите вывод заземления на задней панели устройства к защитному заземлению панели. Используйте как минимум один винт М4. Поперечное сечение заземляющего провода должно быть таким же, как у любого другого проводника, подсоединенного к устройству. Поперечное сечение используемого для заземления провода не должно быть меньше  $2,5 \text{ мм}^2$ .
- Выполните подключение с помощью втычных или винтовых зажимов на задней стороне устройства в соответствии с монтажной схемой. У винтовых соединений при использовании кабельного наконечника или при прямом подключении провода, винты должны быть отпущены так, чтобы головка винта находилась бы в одной плоскости с наружной кромкой клеммника. При использовании кабельного наконечника "под винт" он должен быть так сцентрирован в соединительном клеммнике, чтобы наружная резьба винта совпадала с отверстием кабельного наконечника. Системное Описание SIPROTEC 4 /1/содержит спецификации относительно максимальных поперечных сечений, моментов затяжки, радиусов изгиба и т.д.

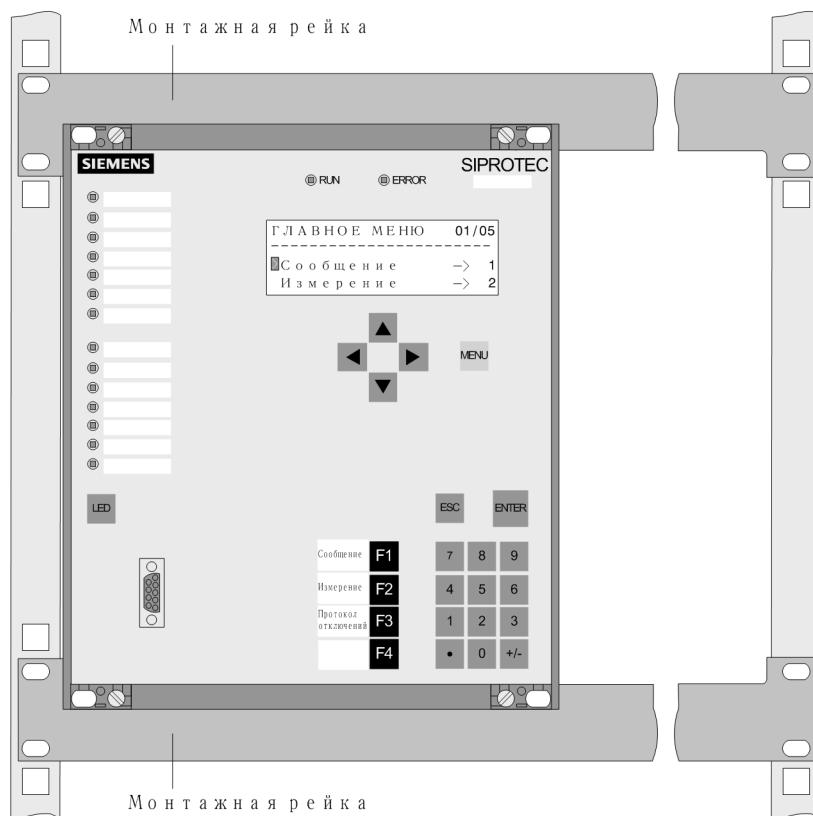


Рисунок 3-15 Пример утепленного монтажа устройства на панели (размер корпуса 1/2)

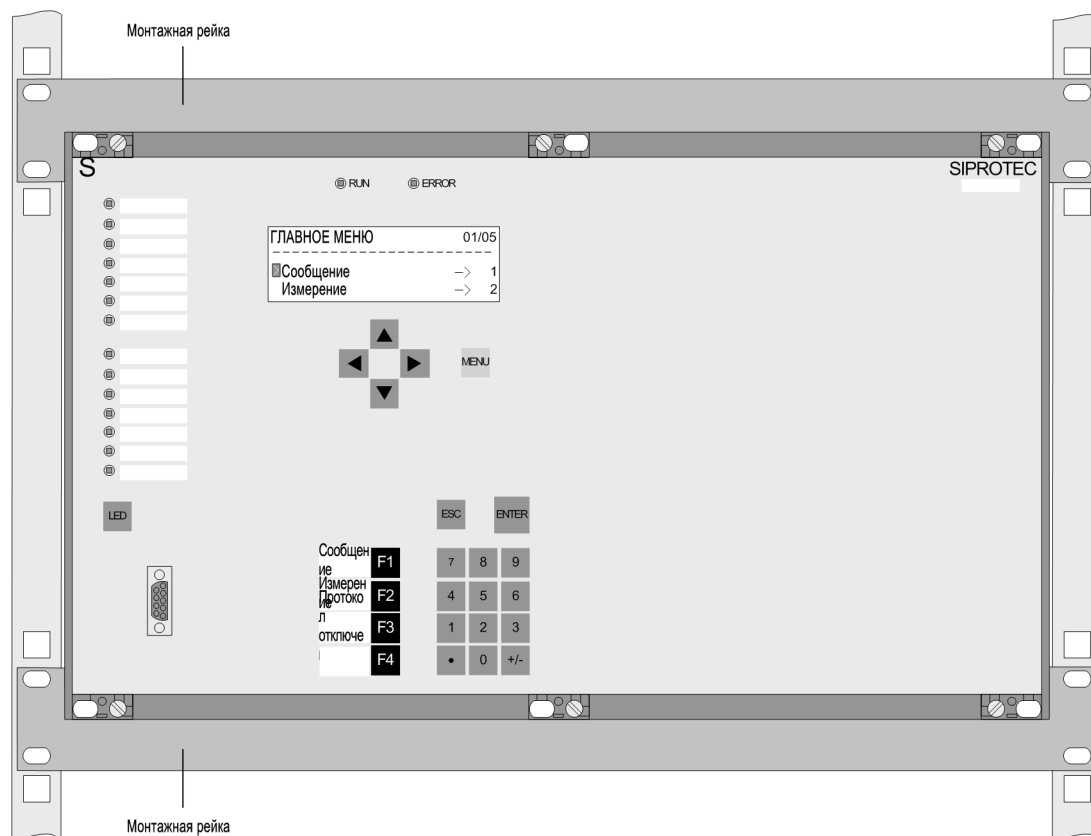


Рисунок 3-16 Пример утопленного монтажа устройства на панели (размер корпуса 1/1)

### 3.1.3.3 Навесной монтаж устройства на релейной панели

Процедура монтажа:

- Закрепите устройство на панели с помощью четырех винтов. Размеры указаны в Разделе 4.38.
- Низкоомное эксплуатационное заземление присоедините к заземляющему контакту устройства. Поперечное сечение заземляющего провода должно быть таким же, как у любого другого проводника, подсоединенного к устройству. Оно не должно быть меньше 2,5 мм<sup>2</sup>.
- В качестве альтернативы, существует возможность подключения вышеупомянутого заземления к боковой заземляющей поверхности корпуса устройства при помощи как минимум одного винта M4.
- Выполните подключение внешних цепей в соответствии с электрической монтажной схемой с помощью винтовых контактных зажимов. Подключение оптоволоконных кабелей и электрических соединений осуществляется на наклонных поверхностях корпусов. Системное описание SIPROTEC 4 /1/ содержит спецификации относительно максимальных поперечных сечений, моментов затяжки, радиусов изгиба и т.д.

## 3.2 Проверка подключений устройства

### 3.2.1 Проверка подключения последовательных интерфейсов

Нижеследующие таблицы представляют распределение контактов разъемов различных последовательных интерфейсов устройства, интерфейса синхронизации времени и Ethernet-интерфейса устройства. Расположение контактов можно увидеть на следующих рисунках.

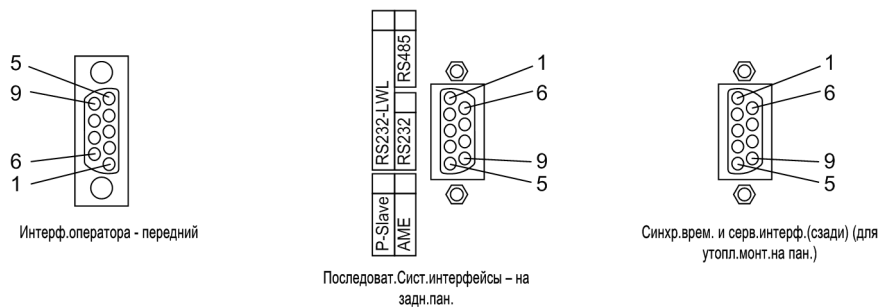


Рисунок 3-17 Гнезда D-миниатюрных разъемов с 9 контактами

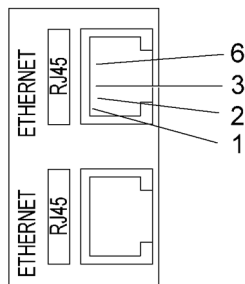


Рисунок 3-18 Разъем Ethernet

### Интерфейс обслуживания

При использовании рекомендованного кабеля подключения корректное соединение между устройством SIPROTEC 4 и ПК обеспечивается автоматически. Смотрите Приложение А.1, где приведена расшифровка заказного номера кабеля.

### 3.2.2 Системный интерфейс

Для версий устройства с реализацией коммуникаций с системой управления через последовательный интерфейс необходимо проверить информационный канал связи. Важен визуальный осмотр канала передачи и приема. У интерфейса типа RS232 и оптоволоконного кабеля для одного направления передачи используется один канал связи, поэтому передающий выход одного устройства должен быть соединен с приёмным входом другого устройства, и наоборот.

У кабеля передачи данных в соответствии с DIN 66020 (НИС) и ISO 2110 (МОС) предусмотрены следующие контакты:

- TxD = Передача данных
- RxD = Прием данных
- $\overline{\text{RTS}}$  = Запрос передачи
- $\overline{\text{CTS}}$  = Сброс передачи
- GND = Подвешенная земля / Заземление на массу

Экран кабеля должен быть заземлен **с обоих концов**. В условиях крайне высоких э/м помех вывод GND (Земля) может подсоединяться через отдельную индивидуально изолированную пару проводов для улучшения помехоустойчивости.

Таблица 3-24 Распределение DSUB-гнезд контактов и контактов RJ45 для различных интерфейсов

Контакт №	Интерфейс обслуживания	RS232	RS 485	Profibus DP управляемый, RS 485	DNP3.0 Modbus, RS485	Ethernet EN100
1	Экран (с электрическим соединением концов экрана)					Tx+
2	RxD	RxD	–	–	–	Tx-
3	TxD	TxD	A/A' (RxD/TxD-N)	B/B' (RxD/TxD-P)	A	Rx+
4	–	–	–	CNTRA-(TTL)	RTS (уровень TTL)	–
5	EARTH	EARTH	C/C' (EARTH)	C/C' (EARTH)	EARTH1	–
6	–	–	–	+5 В (макс. нагрузка < 100 мА)	VCC1	Rx-
7	$\overline{\text{RTS}}$	$\overline{\text{RTS}}$	– <sup>1)</sup>	–	–	–
8	$\overline{\text{CTS}}$	$\overline{\text{CTS}}$	B/B' (RxD/TxD-P)	A/A' (RxD/TxD-N)	B	–
9	–	–	–	–	–	выведено

<sup>1)</sup> Контакт 7 при работе в режиме интерфейса RS485 также несет RTS сигнал уровня RS232. В связи с этим он не должен подключаться!

### 3.2.3 Оконечная нагрузка

Интерфейс RS485 может работать в полудуплексном режиме с сигналами A/A' и B/B' с общим потенциалом C/C' (GND). Необходимо проконтролировать, чтобы только у последнего устройства на шине было включено согласующее сопротивление, у других устройств согласующее сопротивление не подключается. Перемычки для подключения согласующего сопротивления располагаются на модуле RS485 (см. рисунок 3-10) или Profibus RS485 (см. рисунок 3-11). Согласующие сопротивления могут также быть внешне подключенными, как показано на рисунке 3-4. В этом случае согласующие сопротивления, расположенные в модуле, необходимо отключить.



Если шина расширяется за счет подключения дополнительных устройств, необходимо также проконтролировать, чтобы согласующее сопротивление на выходе интерфейса было включено только у последнего устройства, у других устройств сопротивление не подключается.

### 3.2.4 Аналоговый выход

В виде токов на 9-штырьковом D-сверхминиатюрном разъеме могут выдаваться две аналоговые величины. Выходы изолированы.

Таблица 3-25 Назначение контактов D-миниатюрного разъема аналогового выхода

Контакт №	Код
1	Канал 1 положительн.
2	–
3	–
4	–
5	Канал 2 положительн.
6	Канал 1 отрицат.
7	–
8	–
9	Канал 2 отрицат.

### 3.2.5 Интерфейс синхронизации времени

Возможна обработка 5 В пост., 12 В пост. или 24 В пост. сигналов синхронизации времени, в случае если они подведены ко входам, обозначенным в следующей таблице.

Таблица 3-26 Назначение контактов разъема D-SUB 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 <sup>1)</sup>	Обратный провод <sup>1)</sup>
5	Shield	Потенциал экрана
6	–	–
7	P12_TSIG	Вход 12 В
8	P_TSYNC <sup>1)</sup>	Вход 24 В <sup>1)</sup>
9	SHIELD	Потенциал экрана

<sup>1)</sup> назначен, но не используется

Назначение контактов разъема D-SUB интерфейса синхронизации времени модификаций устройств для навесного монтажа см. в Приложении (рисунки А-22 и А-23).

### 3.2.6 ВОЛС



#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

##### **Опасность влияния лазерных лучей!**

Не смотрите непосредственно на оптические элементы!

---

Передача данных по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) нечувствительна к электромагнитным помехам и ее применение гарантирует гальваническое разделение соединений. Передающий выход и приемный вход маркируются символами передачи и приема.

Сигнализация состояния покоя опто-волоконной передачи предварительно установлена на "Свет откл.". Если сигнализация состояния покоя должна быть изменена, это осуществляется с помощью программы DIGSI, см. Системное Описание SIPROTEC 4.

### 3.2.7 Контроль внешних соединений устройства

#### **Общие положения**

Корректная установка устройства, например, в шкаф, тестируется путем проверки подключений устройства. Эта проверка включает в себя проверку целостности и работоспособности цепей согласно чертежам, путем визуальной оценки системы защиты и упрощенной функциональной проверки устройства защиты.

#### **Напряжение питания**

Перед первым подключением устройства под напряжение, оно должно находиться как минимум 2 часа в рабочем помещении для достижения баланса температуры и во избежание отсыревания и появления конденсата.

---



#### **Примечание**

При использовании резервного источника питания должно существовать постоянное, т.е. непрерывное соединение между контактами минусовой полярности системы 1 и системы 2 источника постоянного питания (без коммутационного устройства, без предохранителя), иначе существует риск удвоения напряжения в случае двойного замыкания на землю.

---

Включите выключатель цепи напряжения питания (защиту питания), проверьте полярность и амплитуду напряжения на контактах устройства или на соединительных модулях.

#### **Визуальная проверка**

Проверьте устройство и шкаф на наличие повреждений, состояние соединений и т.д., а также заземление устройства.

#### **Вторичная проверка**

Этот вид тестирования применяется не для проверки отдельных функций защиты на точность их величин пуска и соблюдение характеристических кривых. В отличие от аналоговых электрических или электромеханических устройств, в рамках проверки устройства не требуется производить тестирования функций защиты, т.к. правильность их работы

гарантирована проверками, произведенными на заводе-изготовителе. Защитные функции используются только для проверки подключений устройства.

Проведения теста на достоверность работы аналогово-цифрового преобразователя на рабочих измеренных величинах достаточно, т.к. далее осуществляется цифровая обработка измеренных величин и возможные внутренние сбои в работе функций защиты при этом устраняются.

При проведении вторичных проверок для получения тестовых токов и напряжений рекомендуется использовать трехфазное тестовое оборудование (например, Omicron CMC 56 для ручного и автоматического тестирования). При этом величину фазного угла между токами и напряжениями нужно постоянно контролировать.

Точность тестовых проверок зависит от точности тестового оборудования. Точность приведенных в Технических данных величин может быть достигнута при соблюдении условий стандарта МЭК 60255 (соответв. VDE 0435 / часть 303) и при использовании точного измерительного оборудования.

Тесты могут осуществляться с использованием непосредственно введенных величин или значений по умолчанию.

Если при тестировании возникают асимметричные токи и напряжения, вероятно сработавшие функции контроля небаланса. Это не имеет никакого значения, т.к. при этом контролируются измеряемые величины установившегося состояния, которые, при нормальных условиях, симметричны; в случае КЗ такой контроль не осуществляется.



### Примечание

Если при динамическом тестировании измеряемые величины подключены к нулю или уменьшены до нуля, как минимум в одном измерительном контуре должна присутствовать заметно большая величина (обычно, напряжения), для возможности настройки частоты.

Изменяемые величины в контурах тока или напряжения на землю ( $I_{EE}$ ,  $U_E$ ) не могут настроить частоту сканирования. Для их проверки должна присутствовать достаточно высокая измеряемая величина в одной из фаз.

## Вторичная проверка дифференциальной защиты

Для вторичного тестирования рекомендуется использовать группу из 6 токовых выходов. В следующем разделе приведены методы тестирования с использованием источников меньших токов. Тестовый ток может быть приложен отдельно на каждый контур, моделируя таким образом КЗ трансформатора с односторонним питанием.

Для двух- и трехфазных тестов действует параметр величины пуска (адрес **2021**), равный **I-Дифф>** по умолчанию. Величина пуска для однофазного тестирования зависит от того, что происходит с током нулевой последовательности.

Если ток нулевой последовательности устраняется, величина пуска увеличивается в 1,5 раза по сравнению с уставкой; это соответствует стандартной схеме, в которой ток подается через согласующие трансформаторы.

Если ток нулевой последовательности не устраняется (при изолированной нейтрали), величина пуска соответствует значению уставки **I-Дифф>** даже при однофазном тестировании.

Проверка величины пуска осуществляется путем медленного увеличения тестового тока для каждой обмотки на группе вторичного тестирования. При достижении конвертированной величины пуска выдается команда отключения. При уменьшении тестового тока до 0,7 от величины пуска происходит снятие команды отключения.

В описанном выше методе в каждом случае тестируются величины пуска при одностороннем питании. Можно также проверить всю характеристику. Т.к. ток отключения и ток торможения не могут подаваться отдельно (их величины можно, однако, снимать отдельно при тестовых измерениях), необходимо подавать отдельный тестирующий ток на каждую из двух обмоток.

При тестировании с использованием рабочих параметров необходимо помнить, что величина уставки **I-Дифф>** относится к номинальному току трансформатора, т.е. току, рассчитываемому по формуле

$$\text{для трехфазных трансформаторов} \quad I_{\text{ном трансф}} = \frac{S_{\text{ном трансф}} [\text{MVA}] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном обмот}} [\text{kV}]} = [\text{A}]$$

где:

$S_{\text{ном трансф}}$  номинальная полная мощность трансформатора,  
 $U_{\text{ном обмот}}$  номинальное напряжение соответствующей обмотки; для обмоток с регулируемым напряжением оно рассчитывается в соответствии с положениями, приведенными в Разделе 2.14.1.2.

Кроме того, величины пуска могут меняться при одно- и двухфазном тестировании в зависимости от векторной группы защищаемого трансформатора; это соответствует стандартной схеме, в которой ток подается через согласующие трансформаторы. В таблице 3-27 представлены эти изменения в виде коэффициента  $k_{VG}$ , зависящего от векторной группы и типа КЗ, для трехфазных трансформаторов.

Для достижения величины пуска, уставку **I-Дифф>** (адрес **2021**) нужно умножить на коэффициент

$$\frac{I_{\text{ном трансф}}}{I_{\text{ном ТТ (перв)}}} \cdot k_{VG}$$

Таблица 3-27 Величина коэффициента коррекции  $k_{VG}$  в зависимости от векторной группы и типа КЗ

Вид повреждения	Опорная обмотка (Высокого напряжения)	Четная векторная группа (0, 2, 4, 6, 8, 10)	Нечетная векторная группа (1, 3, 5, 7, 9, 11)
Трехфазное	1	1	1
Двухфазное	1	1	$\sqrt{3}/2 = 0.866$
однофазное с исключением $I_0$	$3/2 = 1.5$	$3/2 = 1.5$	$\sqrt{3} = 1.73$
однофазное без исключения $I_0$	1	1	$\sqrt{3} = 1.73$

Проверка величины пуска осуществляется путем медленного увеличения тестового тока для каждой обмотки на группе вторичного тестирования. При достижении конвертированной величины пуска выдается команда отключения.

Пример (использование в качестве „защиты обычного трансформатора“):

Полная мощность трехфазного трансформатора  $S_N = 57 \text{ MVA}$ , векторная группа Yd5

Высшее напряжение	110 кВ
Трансформатор тока	300 А / 1 А
Низшее напряжение	25 кВ
Трансформатор тока	1500 А / 1 А

Для обмотки высшего напряжения применимо следующее выражение:

$$I_{\text{ном трансф}} = \frac{S_{\text{ном трансф}} [\text{MVA}] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном обмот}} [\text{kV}]} [\text{A}] = \frac{57 [\text{MVA}] \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot 110) [\text{kV}]} [\text{A}] = 299.2 \text{ A}$$

В данном случае номинальный ток обмотки практически равен номинальному току трансформатора тока. Таким образом, величина срабатывания (отнесенная к номинальному току реле) соответствует уставке срабатывания I DIFF> реле при трех- или двухфазном тестировании ( $k_{VG} = 1$  для опорной обмотки). При однофазном тестировании с устранением тока нулевой последовательности величина пуска будет в 1,5 раза больше.

Для вторичной обмотки применимо следующее выражение:

$$I_{\text{ном трансф}} = \frac{S_{\text{ном трансф}} [\text{MVA}] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном обмот}} [\text{kV}]} [\text{A}] = \frac{57 [\text{MVA}] \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot 25) [\text{kV}]} [\text{A}] = 1316 \text{ A}$$

При тестировании этой обмотки величина пуска (отнесенная к номинальному току устройства) составит:

$$\begin{aligned} \frac{I_{\text{ном трансф}}}{I_{\text{ном реле}}} &= \frac{I_{\text{ном трансф}}}{I_{\text{ном ТТ (перв)}}} \cdot k_{VG} \cdot I_{\text{дифф}} > = \frac{1316 \text{ A}}{1500 \text{ A}} \cdot k_{VG} \cdot I_{\text{дифф}} > \\ &= (0.877 \cdot k_{VG} \cdot I_{\text{дифф}} >) \end{aligned}$$

По причине нечетности векторной группы величины пуска будут равны:

$$\begin{aligned} \text{Три фазы} \quad k_{VG} &= 1 & \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном реле}}} &= 0.877 \cdot I_{\text{дифф}} > \\ \text{Дви фазы} \quad k_{VG} &= \sqrt{3}/2 & \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном реле}}} &= 0.760 \cdot I_{\text{дифф}} > \\ \text{Одна фаза} \quad k_{VG} &= \sqrt{3} & \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном реле}}} &= 1.52 \cdot I_{\text{дифф}} > \end{aligned}$$

### Контроль исправности цепей

Чрезвычайно важно проверить правильное подключение электрических цепей и расположение интерфейсов устройства. Под заголовком „Тестовая функция для проверки дискретных входов и выходов“ можно найти информацию по этому поводу.

Процедура контроля достоверности работы дискретных входов описана выше под заголовком „Вторичная проверка“

### Проверка функциональности

Проверка на достоверность измеряемых величин с использованием вторичного тестового оборудования является единственной необходимой проверкой функциональности; она осуществляется для гарантии отсутствия искажения данных при передаче (см. также заголовок „Вторичная проверка“).

## Защита от понижения напряжения

---



### Примечание

Если функция защиты от понижения напряжения в устройстве конфигурирована и активна, должны выполняться следующие шаги. Необходимо принять меры для исключения срабатывания устройства сразу же после подачи на него напряжения питания в результате отсутствия измеренного напряжения. Однако, устройство должно срабатывать сразу по достижении рабочего режима 1 (при получении измеренных величин).

---

## Светодиодные индикаторы (LED)

После проведения тестов, в которых для задействованы светодиодные индикаторы, индикаторы нужно сбросить с целью предотвращения сохранения на них информации касательно проведенного теста. Сброс осуществляется как минимум один раз путем нажатия кнопки сброса на передней панели устройства или через дискретный вход при удаленном сбросе (если назначен). При возникновении нового КЗ также происходит независимый сброс уже имеющейся светодиодной индикации и установление новой индикации может производиться или в зависимости от условия пуска, или при выдаче команды отключения (согласно уставке параметра **610 ИндПовр СД/Дсп**).

## Проверка испытательных блоков

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.

## 3.2.8 Контроль соединений с электроустановкой

### Общая информация

---



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

#### Предупреждение об опасных напряжениях

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

Следовательно, выполнять контрольные действия может только квалифицированный персонал, знакомый с правилами техники безопасности и мерами предосторожности и придерживающийся их.

---

При проведении данной проверки осуществляется контроль правильности подключения устройства к энергосистеме.

Проверка параметрирования устройства (ранжирования оборудования и ввода уставок) на соответствие требованиям энергосистемы является важной частью данного тестирования.

Проверка подключений интерфейсов состоит, с одной стороны, из тестов цепей подключения в шкафах и соблюдения требований приведенных чертежей, а с другой стороны ведется проверка корректности подключения преобразователей или трансформаторов к устройству.

## Напряжение питания

Проверьте величину напряжения и полярность подключения входных контактов.



### Примечание

При использовании резервного источника питания должно существовать постоянное, т.е. непрерывное соединение между контактами минусовой полярности системы 1 и системы 2 источника постоянного питания (без коммутационного устройства, без предохранителя), иначе существует риск удвоения напряжения в случае двойного замыкания на землю.



### Предостережение!

**Будьте осторожны при питании устройства от зарядного устройства батареи при отсутствии батареи.**

Несоблюдение следующих мер может привести к повышению напряжения выше расчетного допустимого уровня и, следовательно, разрушению устройства.

Не запитывайте устройство от зарядного устройства батареи при отсутствии батареи. (Предельные значения указаны в Технических Данных)

## Визуальная проверка

При проведении визуальной проверки необходимо осуществить:

- Проверку устройства и шкафа на наличие повреждений,
- Проверку заземления шкафа и устройства,
- Проверку состояния и комплектности внешних соединений.

## Сбор технических данных энергосистемы

Для проверки параметрирования устройства (ранжирования оборудования и ввода уставок) на соответствие требованиям энергосистемы необходимо наличие технических данных отдельных компонентов первичной системы. А именно, в числе других, данных генератора или двигателя, блочного трансформатора, а также тока и напряжения трансформаторов тока.

При обнаружении отклонений от ожидаемых величин необходимо соответственно изменить уставки устройства защиты.

## Аналоговые входы

Процедура проверки цепей трансформаторов тока и напряжения состоит из:

- Сбора технических данных,
- Визуальной проверки трансформаторов, например, на отсутствие повреждений, проверка места сборки, подключений,
- Проверки заземления трансформатора, особенно - заземления подключенной разомкнутым треугольником только в одной фазе обмотки,
- Проверки подключений проводов на соответствие принципиальным схемам,
- Проверки короткозамыкателей штырьковых коннекторов цепей тока,

Следующие проверки осуществляются при определенных обстоятельствах согласно контракту:

- Проверка изоляции проводов,
- Измерение коэффициента трансформации и полярности,

- Измерение нагрузки,
- Проверка функционирования испытательных блоков, если они используются при вторичных тестах,
- Проверка подключения измерительных преобразователей.

### Дискретные входы и выходы

Дополнительную информацию см. также в Разделе 3.3.

- Уставки дискретных входов:
  - Проверьте и согласуйте расположение переключателей пороговых величин пуска (см. Раздел 3.1),
  - Проверьте пороговую величину срабатывания входов - если возможно - с использованием источника изменяемого напряжения постоянного тока.
- Проверьте цепи отключения от командных реле и линии отключения к различным компонентам (выключателям, цепям возбуждения, аварийного отключения, переключающим устройствам и т.д.)
- Проверьте процедуру обработки сигнала от сигнальных реле и сигнальные линии к центральному устройству управления и защиты подстанции; для этого запитайте сигнальные контакты устройства защиты и проверьте тексты сообщений на устройстве управления и защиты подстанции,
- Проверьте цепи управления от выходных реле и линии контроля к выключателям и размыкателям и т.д.
- Проверьте сигналы дискретных входов от сигнальных линий к устройству защиты путем активации внешних контактов.

### Защитный выключатель трансформатора напряжения

Поскольку для работы функций защиты от понижения напряжения, дистанционной защиты, защиты от выпадения из синхронизма и управляемой напряжением зависимой и независимой МТЗ очень важно иметь возможность автоматической блокировки этих функций при отключении выключателя на трансформаторах напряжения, процедуру блокировки нужно подвергнуть проверке вместе с цепями напряжения. При этом нужно отключить защитный выключатель трансформатора напряжения.

Необходимо проверить в списке рабочих сообщений, есть ли там информация об отключении выключателя трансформатора напряжения (сообщение „>Автом ТН: откл“ „ON“). Для корректного отображения этого сообщения необходимо, чтобы блок-контакт выключателя трансформатора напряжения был подключен и соответствующим образом назначен.

Снова включите автомат трансформатора напряжения: Среди рабочих сообщений появятся вышеуказанные сообщения с пометкой „ушло“, т.е. с пометкой „OFF (ушло)“ (например, „>Автом ТН: откл“ „OFF“).



### Примечание

Независимая максимальная токовая защита с пуском по пониженному напряжению должна осуществляться через дискретный вход „>УдержУ Блок.“ (1950)

---

Если одно из сообщений не появляется, проверьте цепи подключения и ранжирование этих сигналов.

Если пометки „ON (пришло)“ и „OFF (ушло)“ поменяны местами, проверьте и исправьте тип блок-контакта выключателя.



### 3.3 Ввод в эксплуатацию



#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

##### **Предупреждение о необходимости помнить об опасных напряжениях при работе с электрическим оборудованием**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

С устройством и вблизи него должен работать только квалифицированный персонал. 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.

Перед выполнением каких-либо соединений устройство необходимо заземлить, подсоединив провод защитного заземления подстанции.

Опасные напряжения могут присутствовать в цепях питания устройства, в цепях подключения ТТ и ТН, а также в испытательных цепях.

Опасные напряжения могут присутствовать в устройстве даже после снятия напряжения питания (емкости по-прежнему могут быть заряжены).

После снятия напряжения питания следует подождать как минимум 10 секунд, прежде чем вновь подавать питание на устройство. Указанная пауза обеспечивает надежное установление исходного состояния перед повторной подачей питания.

Предельные значения, приведенные в Технических Данных не должны превышаться ни при испытаниях, ни во время ввода в эксплуатацию.

При проверке устройства защиты с помощью вторичного испытательного устройства необходимо убедиться в том, чтобы тестируемое устройство было выведено по цепям измерения и управления (линии передачи команд ОТКЛЮЧЕНИЯ и ВКЛЮЧЕНИЯ должны быть разомкнуты, если не предусмотрено иного).



#### **ОПАСНО!**

##### **Возможность возникновения опасных напряжений во вторичных цепях ТТ при их размыкании**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

Закоротите вторичные цепи ТТ прежде чем размыкать цепи подключения ТТ к устройству.

Ввод устройства в эксплуатацию требует выполнения ряда операций по переключению. Предполагаемые далее проверки не содержат информации о порядке проведения переключения и требуют правильности проведения операций по переключению.



### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

#### **Предупреждение об опасности от неправильного проведения первичных испытаний**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

Первичные испытания могут проводиться только квалифицированным персоналом, знакомым с правилами ввода в эксплуатацию систем защиты, функционированием установок и правилами и инструкциями по технике безопасности (переключения, заземление и т.д).

---

### **3.3.1 Тестовый режим / Блокировка передачи**

Если устройство осуществляет информационный обмен с центральной системой управления или сервером через систему SCADA, то передаваемая информация может быть искажена. Это возможно только в случае применения некоторых конкретных протоколов (см. таблицу „Зависимые от выбора коммуникационного протокола функции“ в Приложении А.5).

Если включен **режим тестирования**, то передаваемые от устройства SIPROTEC 4 сообщения можно маркировать с помощью дополнительного контрольного бита, так, что впоследствии сообщение можно идентифицировать как тестовое сообщение, а не как сообщение о реальном повреждении в сети. Кроме того, при включении **Блокировки передачи** устанавливается блокировка передачи сообщений через системный интерфейс при проведении тестирования.

В Системном Описании SIPROTEC 4 /1/подробно говорится о том, как активировать и деактивировать режим тестирования и режим блокировки передачи данных. Обратите внимание на то, что при использовании DIGSI 4 условием для реализации этих функций проверки является режим работы программы **С устройством**.

### **3.3.2 Тестирование системных интерфейсов**

#### **Предварительные замечания**

Если устройство снабжено системным интерфейсом и использует его для взаимодействия с управляющим центром, для проверки корректности передачи сообщений можно использовать пакет DIGSI. Однако, эту возможность тестирования **нельзя** использовать при работе устройства в режиме реальной эксплуатации.

---



### **ОПАСНО!**

#### **Опасность вывода из эксплуатации коммутационного оборудования (например, выключателей, разъединителей) электроустановки при тестировании**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

Используемое для переключений оборудование (например, силовые выключатели или разъединители) должны проверяться только в процессе пуско-наладки. Ни при каких обстоятельствах не пытайтесь проверять их во время “реальной” работы устройства по передаче или приему сообщений через системный интерфейс.

---



### Примечание

После завершения тестирования оборудования осуществляется перезапуск устройства. При этом удаляется вся информация из буферов сообщений устройства. Если это необходимо, можно перед тестированием провести процедуру считывания сообщений с помощью DIGSI.

Тестирование интерфейса проводится с помощью DIGSI в режиме работы С устройством:

- Откройте пункт **С устройством**, щелкнув на него два раза мышью. На экране появится список рабочих функций устройства;
- Нажмите на **Проверка**; в правой части экрана появится перечень возможных функций тестирования (проверки);
- Дважды щелкните на **Формирование сигналов**; Откроется диалоговое окно **Проверка системного интерфейса** (см. следующий рисунок).

### Структура диалогового окна теста

В столбце **Сообщение** содержится список всех сообщений, которые были установлены в матрице ранжирования для передачи через системный интерфейс. В столбце **Значение** установите статус сообщений, которые нужно проверить. В зависимости от типа сообщения возможны различные значения (например, **message „ON“** (ВКЛ) (сообщение пришло) / **message „OFF“** (ВЫКЛ) (сообщение ушло)). Щелкнув мышью на одно из полей статуса сообщений, можно установить в выпадающем меню требуемый статус сообщения.

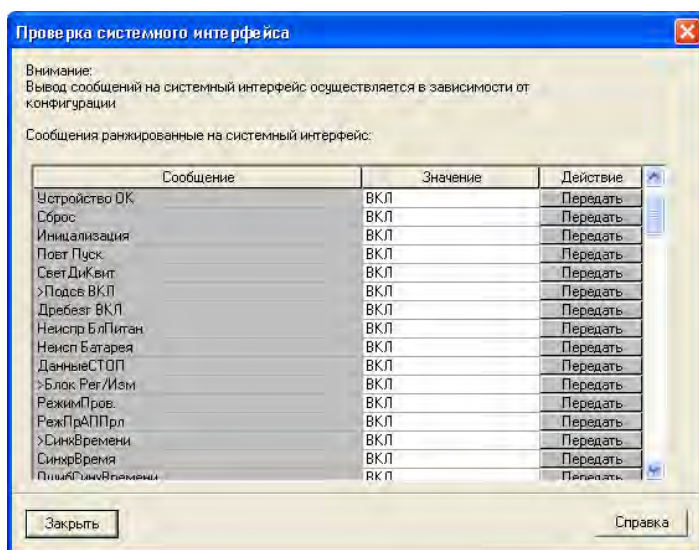


Рисунок 3-19 Пример проверки системного интерфейса при помощи диалогового окна

### Изменение статуса сообщения

При нажатии одной из клавиш в столбце **Действие** запрашивается пароль №6 (для меню тестирования аппаратного обеспечения). После правильного ввода пароля можно передать отдельные сообщения от устройства с заданным статусом. Для этого щелкните на поле **Передать** соответствующей строки. Соответствующее сообщение будет передано, и его можно прочитать в списке эксплуатационных сообщений устройства SIPROTEC 4, а также в управляющем центре подстанции.

Режим тестирования можно осуществлять до тех пор, пока не будет закрыто диалоговое окно.

### Тестирование передачи сообщений

Для всей информации, которая должна передаваться в управляющий центр подстанции, проверьте возможные состояния, установленные в выпадающем меню **Значение**. Для этого:

- убедитесь в том, что ни одно изменение состояния выбранного сообщения не приведет во время тестирования к нежелательным управляющим воздействиям (см. пункт ОПАСНО! выше),
- щелкните на Передать напротив тестируемой функции и проследите, что соответствующая информация передана от устройства управления и привела к соответствующему результату; информация, отмеченная знаком „>“, является входящей для устройства и должна поступать от системы управления электроустановки; функционирование самих дискретных входов тестируется отдельно.

### Завершение режима тестирования

Для окончания тестирования системного интерфейса нажмите на поле **Закрыть**. Устройство кратковременно выводится из работы на время перезапуска. Диалоговое окно закрывается.

## 3.3.3 Проверка состояния дискретных входов и выходов

### Предварительные замечания

Дискретные входы, выходы и светодиодные индикаторы устройства SIPROTEC 4 могут контролироваться каждый отдельно при помощи пакета DIGSI. Эта возможность используется для проверки управляющих цепей от устройства к оборудованию станции (регламентные проверки) во время ввода в эксплуатацию. Однако, эту возможность тестирования нельзя использовать при работе устройства в режиме реальной эксплуатации.

---

### ОПАСНО!



**Опасность вывода из эксплуатации коммутационного оборудования (например, выключателей, разъединителей) электроустановки при тестировании**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

Используемое для переключений оборудование (например, силовые выключатели или разъединители) должны проверяться только в процессе пуско-наладки. Ни при каких обстоятельствах не пытайтесь проверять их во время “реальной” работы устройства по передаче или приему сообщений через системный интерфейс.

---



### Примечание

После завершения тестирования оборудования осуществляется перезапуск устройства. При этом удаляется вся информация из буферов сообщений устройства. Если это необходимо, можно перед тестированием провести процедуру считывания сообщений с помощью DIGSI.

Тестирование аппаратных средств проводится с помощью DIGSI в режиме работы С устройством:

- Откройте пункт **С устройством**, щелкнув по нему два раза “мышью”. На экране появятся список рабочих функций устройства;
- Нажмите на **Проверка**; в правой части экрана появится перечень возможных функций тестирования (проверки);
- Дважды щелкните на **Проверка аппаратного обеспечения**. Откроется диалоговое окно с названием **Проверка дискретных входов, выходов и светодиодов** (см. рисунок ниже).

### Структура диалогового окна теста

Диалоговое окно разделено на три группы: **Вх** - для дискретных входов, **Вы** - для выходных реле, **СД** - для светодиодов. 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 столбце **Результат** отображается фактическое состояние элементов устройства. Отображение выполнено в виде символов. Состояние дискретных входов и выходов изображается в виде символа замкнутого или разомкнутого контакта, а состояние светодиодной сигнализации – как включенный или отключенный светодиод.

Противоположное состояние каждого элемента отображается в столбце **Действие**. Отображение выполнено в виде текста.

В самом правом столбце отображены команды и сообщения, сконфигурированные (назначенные) на соответствующие элементы.



Рисунок 3-20 Пример диалогового окна тестирования дискретных входов и выходов

### Изменение состояния элемента

Для изменения состояния какого-либо элемента управления щелкните “мышью” на соответствующее поле в столбце **Действие**.

Перед первым изменением состояния запрашивается пароль №6 (устанавливается при параметрировании). После правильного введения пароля выполняется изменение состояния элемента. Изменение состояния элементов управления возможно до тех пор, пока не закрыто диалоговое окно.

### Тестирование дискретных выходов

Каждое выходное реле может быть активировано отдельно, что позволяет проверить целостность цепей между выходным реле устройства 7UM62 и электроустановкой без необходимости генерировать сообщение, назначенное на это реле. Как только впервые производится изменение состояния любого выходного реле, все выходные реле устройства отделяются от управляющих ими функций устройства, а управление этими реле возможно только с помощью функции тестирования. Это означает, что, например, команда TRIP (ОТКЛ), поступившая от панели управления на выходное реле не может быть выполнена.

Для проверки выходных реле выполните следующие действия:

- Убедитесь, что инициируемые с помощью выходных реле коммутационные операции допустимы по условиям текущего режима электроустановки (см. выше ОПАСНО!);
- Проверьте каждое выходное реле через соответствующее поле столбца **Действие** диалогового окна.
- Завершите проведение проверки (см. подзаголовок „Завершение режима проверки“) во избежание нежелательных управляющих воздействий от устройства при проведении дальнейших испытаний.

### Тестирование дискретных входов

Для проверки правильности подключения между защищаемым объектом и дискретными входами устройства 7UM62 необходимо обеспечить возможность внешнего избирательного управления дискретными входами устройства со стороны электроустановки и проконтролировать изменения их состояния.

Для этого снова откройте диалоговое окно **Проверка аппаратного обеспечения**, чтобы увидеть текущее физическое состояние дискретных входов. В данном случае ввод пароля не требуется.

Для проверки дискретных входов выполните следующие действия:

- Должно быть сгенерировано каждое состояние оборудования станции, вызывающее срабатывание дискретных входов;
- Проверьте реакцию устройства в столбце **Результат** диалогового окна. Для этого необходимо обновить диалоговое окно. Возможности перечислены ниже под заголовком „Обновление отображения текущего состояния“;
- Завершите проверку (см. ниже заголовок „Завершение процедуры тестирования“);

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. Как только производится изменение состояния любого дискретного входа с помощью функции тестирования и при условии правильного ввода пароля №6, внешнее управление всеми дискретными входами устройства блокируется и возможно управление только от функции тестирования.

### Тестирование светодиодов

Светодиоды проверяются тем же образом, что и другие элементы ввода/вывода. Как только впервые производится изменение состояния любого светодиода, все светодиоды устройства отключаются от управляющих ими функций, а управление светодиодами возможно только с помощью функции тестирования. Это означает, что, например, при действии какой-либо функции защиты устройства или при нажатии клавиши сброса и установки светодиодов не происходит изменения состояния светодиодов.

### Обновление отображения текущего состояния

При открытии диалогового окна **Проверка аппаратного обеспечения** считываются и отображаются текущие данные о состоянии элементов технического обеспечения устройства.

Обновление отображения текущего состояния осуществляется:

- для всех элементов аппаратного обеспечения, команда на изменение состояния которых прошла успешно,
- для всех элементов аппаратного обеспечения при нажатии кнопки **Обновить**,
- для всех элементов аппаратного обеспечения с циклическим опросом (длительность цикла 20 сек), если помечено поле **Автоматическое обновление (20 сек)**.

### Завершение процедуры тестирования

Чтобы завершить проверку аппаратного обеспечения нажмите на поле **Заккрыть**. Диалоговое окно закрывается. Во время процесса перезапуска устройство становится нерабочим. При перезапуске устройства все компоненты аппаратного устанавливаются в нормальный режим эксплуатации, в соответствии с результатами параметрирования устройства.

## 3.3.4 Проверка функции УРОВ

### Общие положения

Если в устройстве предусмотрена и используется функция УРОВ, необходимо проверить включение данной функции защиты в устройство в практических условиях.

При тестировании отключений на подстанции в случае отказа выключателя важно проверить, что команды отключения к смежным выключателям распределены правильно.

Смежными считаются выключатели, которые должны отключиться в случае сбоя выключателя с целью отключения токов повреждений. Поэтому эти выключатели должны находиться на поврежденной линии.

Невозможно определить общую детальную процедуру тестирования, поскольку само определение смежных выключателей зависит от схемы энергосистемы.

## 3.3.5 Проверка аналоговых выходов

Устройства SIPROTEC 7UM62 могут иметь до 2x2 аналоговых выходов. При наличии и использовании в устройстве аналоговых выходов их работу необходимо протестировать.

Поскольку на выход устройства могут подаваться различные измеряемые величины или события, тестирование должно производиться в зависимости от выдаваемых данных. Выдаваемые величины необходимо сформировать (например, с помощью вторичного тестового оборудования).

Убедитесь в том, что соответствующие величины правильно выдаются на те выходы, на которые они ранжированы.

### 3.3.6 Тестирование функций, определяемых пользователем

#### Логика CFC

В устройстве есть возможность реализации множества специфических пользовательских функций, в особенности, с использованием CFC-логики. Любые специальные функции или логические схемы, добавленные в устройство, должны проверяться.

Естественно, в данном случае нельзя детально сформулировать общие характер и последовательность действий. Параметрирование этих функций и их значения срабатывания (уставки) должны быть хорошо известны и тщательно проверены. Особенное внимание должно быть уделено проверке функций, реализующих управление / блокировку коммутационных аппаратов (выключатели, разъединители, и т.д).

### 3.3.7 Проверка защиты ротора от замыканий на землю в состоянии останова машины

#### Защита ротора от замыканий на землю (R, fn)

Защита ротора от замыканий на землю может быть протестирована в состоянии останова машины. Для этого на блок связи подается внешнее переменное напряжение, которое может составлять от 100 В до 125 или 230 В (см. также пример подключения в Разделе 2.34).

Переключите функцию защиты ротора от замыканий на землю (адрес **6001 ЗащРот 33**) в режим **РелеБлокировано**.

В машинах с возбуждением от вращающегося выпрямителя (рисунок 3-19, слева), глухое короткое замыкание на землю возникает между двумя измерительными контактными кольцами вместо измерительных щеток, в машинах с возбуждением через токособирательные (контактные) кольца (следующий рисунок, справа) - между одним из колец и землей. В данном случае устройство измеряет в качестве полного сопротивления относительно земли только реактивное сопротивление блока связи и сопротивление щетки (может включаться последовательно с сопротивлением защиты для емкостных соединений и с сопротивлением ограничения тока для индуктивных/емкостных соединений).

Эти величины можно считать вместе с углом фаз комплексного сопротивления среди измеренных величин замыкания на землю:

$$R_{tot} = x.xx \text{ k}\Omega$$

$$X_{tot} = y.yy \text{ k}\Omega$$

$$\varphi Z_{tot} = z.z \text{ }^\circ$$

$R_{tot}$  соответствует последовательному сопротивлению (щеток плюс защитного и ограничивающего резистора), а  $X_{tot}$  - сопротивлению связи. Если оба значения  $R_{tot}$  и  $X_{tot}$  равны 0, соединения  $U_{RE}$  или  $I_{RE}$  имеют неверную полярность. Измените полярность одного из соединений и повторите измерения.

Затем нужно проверить (исправить) величины уставок

$$R_{\text{послед}} = xxx \text{ }\Omega \text{ (адрес } \mathbf{6007}\text{),}$$

$$X_{\text{связи}} = yyy \text{ }\Omega \text{ (адрес } \mathbf{6006}\text{),}$$



на соответствие вышеуказанным величинам. Удалите шунт замыкания на землю.

Теперь с использованием резистора сопротивлением, равным предупреждающему сопротивлению (**RE< Сигнал**, адрес **6002**, 10 кΩ при поставке) моделируется замыкание на землю аналогично описанному выше. Сопротивление относительно земли в расчете на единицу берется из рабочих измеренных величин как  $R_{earth}$ . Если между действительным и считанным значением сопротивления относительно земли существует четкое отклонение, можно осуществить попытку согласования путем коррекции заданной ранее угловой ошибки для  $I_{RE} \varphi I_{RE}$  по адресу **6009**. Эта коррекция угловой ошибки действует только для защиты ротора от замыкания на землю.

Теперь повреждение на землю моделируется аналогично вышесказанному с использованием резистора сопротивлением примерно 90% от сопротивления отключения (**RE<< Отключ**, адрес **6003**, 2 кΩ при поставке). Защита ротора от замыкания на землю выдает сигнал пуска и по истечении времени **6005 T RE<< Отключ** (0.5 с при поставке) - сообщение об отключении (на светодиод LED 1 и выходное реле 2), в обоих случаях - как групповое сообщение об отключении).

В машинах с возбуждением через токособирательные (контактные) кольца последний тест повторяется и для другого контактного кольца.

Удалите резистор замыкания на землю.

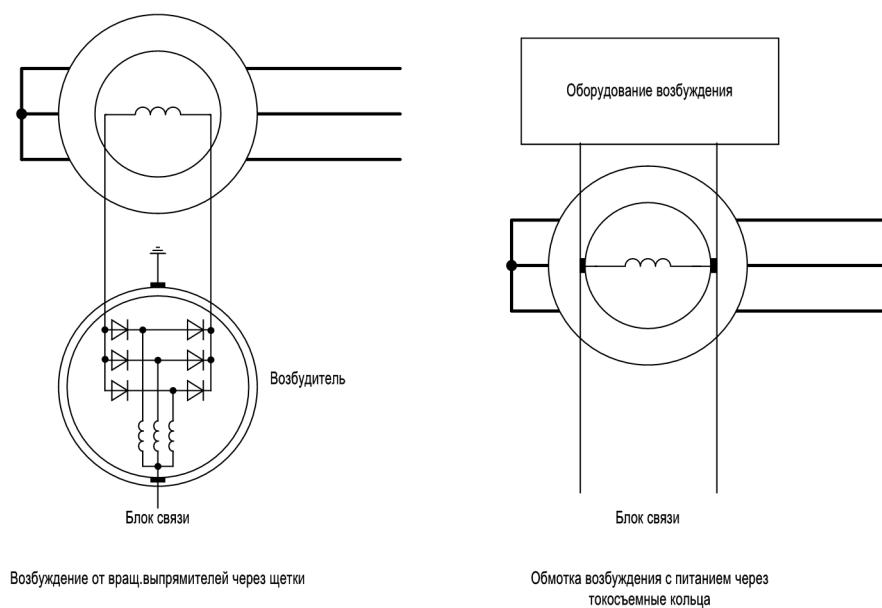


Рисунок 3-21 Типы возбуждения

Отведите измерительные щетки или разомкните измерительную цепь. По истечении выдержки, приблизительно равной 5 с, выдается сообщение „Отказ ЗащРот“ (при поставке не назначено). Замкните измерительную цепь.

Если сообщение „Отказ ЗащРот“ присутствует даже в случае при замкнутой измерительной цепи, емкость ротор-земля будет менее 0,15 μФ. В этом случае контроль измерительных цепей не возможен; сообщение „Отказ ЗащРот“ не должно назначаться на дискретный выход и должно быть деактивировано (параметр **5106 IEE< = 0**).

В конце тестирования убедитесь в том, что все временные настройки и действия, осуществленные для тестирования, удалены:

- Заземляющий шунт или резистор удален,
- Измерительный контур замкнут,
- Блок связи подключен к своему источнику питания переменного напряжения (см. также пример подключения в Разделе 2.34).

Рабочий тест на включенной машине будет описан позже в Разделе “Проверка защиты ротора от замыкания на землю в процессе работы машины”.

### Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)

Защита ротора от замыканий на землю может быть протестирована в состоянии останова машины. Для этого на последовательное устройство 7ХТ71 должно быть подано внешнее переменное напряжение величиной от 100 до 125 В (см. также пример подключения в Приложении А.3).

Переключите функцию защиты ротора от замыканий на землю (адрес **6101 ЗащРот(1-3 Гц)**) в режим **РелеБлокировано**.

Следующие измеряемые величины считываются и оцениваются при отсутствии повреждения (см. таблицу 3-28). Рабочие измеряемые величины находятся ниже измеряемых величин повреждения на землю (в DIGSI см. таблицу „Изменяемые величины повреждения на землю“).

Таблица 3-28 Рабочие измеряемые величины защиты от повреждения ротора на землю

Изменяемая величина	Описание
<b>fgen</b> = xx.x Гц	Показывает величину частоты приложенного прямоугольного напряжения. Частота может быть установлена при помощи перемычки в устройстве 7ХТ71. Уставка по умолчанию составляет приблизительно 1,5 Гц (допуск приблизительно ± 10 %).
<b>Ugen</b> = xx.x В	Эта измеренная величина показывает существующую амплитуду приложенного прямоугольного напряжения. Измеренная величина составляет приблизительно 50 В (допуск для 7ХТ71 может достигать максимум ± 4 В).
<b>Igen</b> = X.xx мА	Эта измеренная величина приблизительно равна 0 в отсутствии повреждения. Если между ротором и землей установлен резистор повреждения, ожидаемая величина тока может составить:  $I_{\text{ген}} \approx \frac{U_{\text{ген}}}{R_{\text{E}} + R_{\text{общ}}}$ $R_{\text{E}}$ : - сопротивление повреждения, $R_{\text{общ}}$ : - сопротивление связи (20 кΩ + 720 Ω = 20.720 кΩ)

Измеряемая величина	Описание
$Q_c = x.xxx$ миллиампер-секунд	Данная измеряемая величина показывает величину заряда, являющегося функцией от емкостного сопротивления ротора относительно земли. По адресу 6106 $Q_c <$ нужно ввести половину значения измеренной величины. Если емкостное сопротивление слишком мало, возможно нужно деактивировать функцию контроля измерительных цепей (уставка = 0).
$R_{earth} = xxx.x$ к $\Omega$	Эта измеряемая величина характеризует сопротивление ротора относительно земли. При отсутствии замыкания выводится верхнее предельное значение 999.9 к $\Omega$ . Иначе должно существовать несколько дополнительных емкостных сопротивлений в системе возбуждения. Частоту прямоугольного напряжения в устройстве 7XT71 необходимо снизить при помощи изменения положения переключки. В измерительном токе $I_{gen}$ не должно возникать смены полярности как минимум в течение 3 циклов. Для визуализации проведения теста необходимо начать запись аварийных событий (мгновенных значений) и отслеживать состояние измерительного преобразователя TD2, на который подается $I_{gen}$ , (см. следующий рисунок).

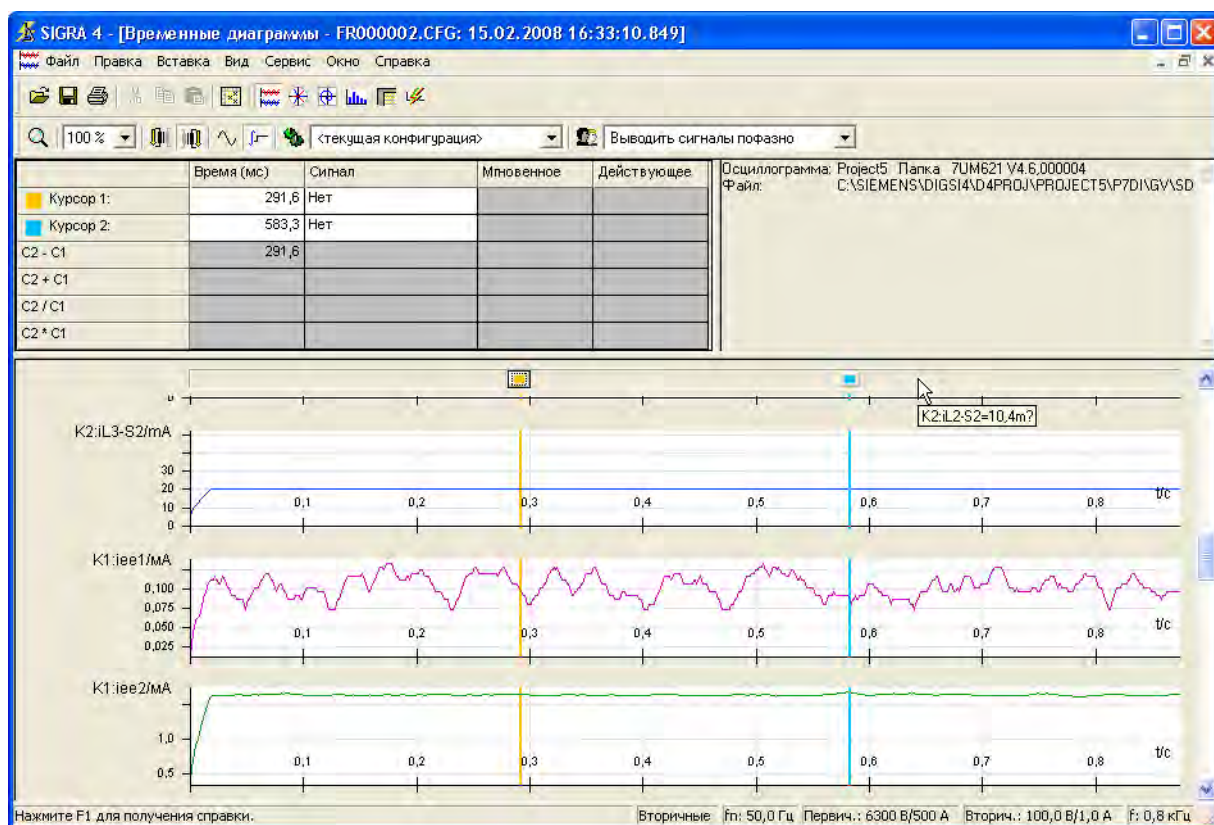


Рисунок 3-22 Запись тестовых аварийных событий

После этого устанавливаются резисторы сигнальной ступени и ступени отключения, и считывается рабочее измеренное значение  $R_{earth}$ . Эти два измеренных значения являются основой для выбора уставки сигнальной ступени (адрес **6102 RE< Предупр**) и ступени отключения (адрес **6103 RE<< Отключ**).

И наконец, производится проверка сигнальной ступени и ступени отключения. Тестовое сопротивление для этого выбирается равным приблизительно 90 % от уставки. Для машин с

возбуждением через токособирательные (контактные) кольца тест производится для обоих колец.

Удалите резистор замыкания на землю и отведите измерительные щетки или разомкните измерительную цепь. По истечении выдержки, приблизительно равной 10 с, выдается сообщение „**ЗащРот(1-3)Разм**“ (при поставке не назначено). Замкните измерительную цепь.

Если Вы хотите провести автоматическое тестирование при помощи тестового резистора, эту процедуру также необходимо проверить. Для этого подключите тестовый резистор на контактом кольце к земле и запустите тест через дискретный вход („>**ТестЗащРот33**“).

Далее проверьте сообщения для четырех шагов выполняемого теста:

1. Измерительный контур должен быть замкнут, Сообщение „**ТестЗащРот ОК**“
2. Разомкнутое соединение на 1-м резисторе связи Сообщение „**1 РазЦепь**“
3. Разомкнутое соединение на 2-м резисторе связи Сообщение „**2 РазЦепь**“
4. Восстановите соединения Сообщение „**ТестЗащРот ОК**“

Остановите автоматическое тестирование и снова проверьте рабочую измеренную величину  $R_{\text{earth}}$ . Она должна составлять 999.9 кΩ.

И наконец, отключите источник питания переменного напряжения на устройстве 7ХТ71. Через 5 с устройство защиты выдаст сообщение „**ОтказЗащРот.1-3**“ (не назначено при поставке).

Для устранения помех, возникающих при работе машины, в особенности от системы возбуждения, рекомендуется производить дополнительную рабочую проверку.

### 3.3.8 Проверка работы функции 100 % защиты статора от замыканий на землю

#### 100 % Защита статора от замыканий на землю

100 % Защита статора от замыканий на землю может быть протестирована в состоянии останова машины, т.к. принцип измерения для расчета сопротивления относительно земли не зависит от того, находится ли машина в состоянии останова, вращения или возбуждения. Здесь должно, однако, соблюдаться условие: генератор 20 Гц 7ХТ33 должен питаться постоянным напряжением или от внешнего источника напряжения (3 x 100 В, 50 / 60 Гц), в зависимости от защищаемого объекта, (см. также примеры подключения в Разделе 2.31).

Переключите функцию 100 % защиты статора от замыканий на землю (адрес **5301 100% ЗащСтат33**) в режим **РелеБлокировано**.

Для следующих параметров для первичной пуско-наладки значения уставок по умолчанию необходимо оставить неизменными.

**5309**  $\varphi I$  **ЗашСтат 33** =

**5310** **ЗашСтат Rps** =

**5311** **Rпарал нагр** =  $\infty \Omega$

Измеренные величины  $U_{\text{SEF}}$  и  $I_{\text{SEF}}$ , подаваемые в устройство, могут быть считаны в списке измеренных величин замыкания на землю (в DIGSI - среди Измеренных величин замыкания на землю):

„**U-ЗашСтат**“ xx.x В

„**U20**“ xx.x В

„**I-ЗашСтат**“ xx.x мА

„I20=“ xx.x mA

Обратите внимание на то, что эти величины  $U_{SEF}$  и  $I_{SEF}$  являются среднеквадратическими (действующими) значениями, которые соответствуют величинам 20 Гц ( $U_{20}$  и  $I_{20}$ ) при пребывании генератора в состоянии останова. Измеряемое напряжение зависит от нагрузочного сопротивления  $R_L$ , сопротивления 20 Гц фильтра полосы пропускания  $R_{BP}$  (составляет приблизительно 8  $\Omega$ ), коэффициента делителя напряжения  $V_{lt.Divider}$  - обычно равного 5/2, и - для окончательного анализа - от напряжения питания 20 Гц ( $U_{20Hz-Generator}$ , приблизительно равного 25 В). Значение можно рассчитать согласно формуле:

$$U_{чувст.зз} = \frac{R_L}{R_{BP} + R_L} \cdot \frac{U_{генер\ 20Гц}}{N_{дел.напр.}}$$

Протекающий ток  $I_{SEF}$  определяется на основе емкостного сопротивления статора относительно земли и имеет очень малую величину.

На основании этих величин устройство рассчитывает сопротивление относительно земли  $SEF$  со стороны устройства защиты. Первичное сопротивление относительно земли  $SEF_p$  со стороны машины получается путем умножения вторичной величины на коэффициент конвертации, заданный в Данных энергосистемы 1 (адрес **275 Коэфф R ЗащСтат**). Обе величины сопротивления, включая угол фаз между напряжением 20 Гц и током 20 Гц ( $\varphi_{SEF} = \varphi_U - \varphi_I$ ) могут быть считаны среди рабочих измеренных величин:

„R-ЗашСтат=“ xxxx  $\Omega$

„Rст-з перв=“ xxx.xx k $\Omega$

„ $\varphi$  ЗащСтат=“ xx.x $^\circ$



### ОПАСНО!

При пребывании генератора в состоянии останова опасные напряжения на обмотках статора могут быть вызваны внешним напряжением смещения 20 Гц.

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, серьезным повреждениям и значительному материальному ущербу, т.к. может присутствовать от 1% до 3% первичного номинального напряжения защищаемого генератора.

Внешнее напряжение смещения 20 Гц обмотки статора необходимо отключить перед проведением работ на генераторе в состоянии останова.

Нужно произвести следующие действия:

- В отсутствии повреждения ( $R_E$  - бесконечно) измеряемый ток должен иметь отрицательный знак по причине наличия емкостного тока. Иначе подключение на токовом входе нужно поменять. Фазный угол „ $\varphi$  ЗащСтат=“ должен равняться приблизительно  $-90^\circ$  из-за наличия емкостных сопротивлений статора. Иначе необходимо вычислить значение, дополняющее угол до  $-90^\circ$ , и ввести его в качестве  $\varphi_I$  **ЗашСтат 33** =  $-90^\circ - \varphi_{SEF}$ . Для значения, например, равного „ $\varphi$  ЗащСтат=“  $-75^\circ$  по адресу **5309  $\varphi_I$  ЗащСтат 33** вводится величина угла  $-15^\circ$ . Это изменит значение уставки до приблизительно  $-90^\circ$ .

Величина **R SEF** при отсутствии повреждения должна составлять максимум 9999  $\Omega$ . Максимальное значение для первичного сопротивления относительно земли **R SEF<sub>p</sub>** зависит от выбранного коэффициента конвертации (**Коэфф R ЗащСтат** адрес **275**).

- Короткое замыкание ( $R_E = 0 \Omega$ ) создается на нейтрали генератора, при этом измеренное сопротивление КЗ (адрес „R-ЗашСтат=“) считается среди рабочих измеренных величин. Это сопротивление вводится по адресу **5310 ЗащСтат Rps**.

- Введите теперь на первичной стороне сопротивление, соответствующее величине отключения (например, 2 кΩ). Проверьте измеренное значение сопротивления повреждения („**R-ЗащСтат**“). Если это сопротивление намного больше ожидаемой величины, измените соответственно **ЗащСтат Rps** и, если необходимо, произведите точную настройку (**φI ЗащСтат 33**). Теперь считайте сопротивление повреждения и введите это значение в качестве порога отключения по адерсу **5303 R<<ЗащСтат Откл**.  
Затем, введите сопротивление повреждения для сигнальной ступени (например, 5 кΩ) на первичной стороне при этом измеренное сопротивление замыкания („**R-ЗащСтат**“) считывается среди рабочих измеренных величин. Это значение вводится по адресу **5302** как **R<ЗащСтат Сигн**.
- Отключите напряжение питания генератора 20 Гц или заблокируйте дискретный вход. Выдается сообщение „**ОтказЗащСтат**“ (при поставке не назначено). Это гарантирует действительное обнаружение сбоя в работе генератора 20 Гц. Если это сообщение появляется уже при работе генератора, контрольный порог (адрес **5307 U20 мин**) необходимо уменьшить. Это может произойти в случае наличия малых нагрузочных сопротивлений (< 1 Ω).
- И наконец, производится ряд измерений, начиная с 0 кΩ и далее пошагово с шагом 1 кΩ. Если меняются значения угла корректировки (**φI ЗащСтат 33** адрес **5309**) или контактного сопротивления (**ЗащСтат Rps**, адрес **5310**), уставки ступени отключения (**R<<ЗащСтат Откл**) и сигнальной ступени (**R<ЗащСтат Сигн**) необходимо подвергнуть согласованию.
- Теперь сопротивление относительно земли уменьшают до приблизительно 90 % от сопротивления сигнальной ступени (адрес **5302 R<ЗащСтат Сигн**). По истечении выдержки времени **T ЗащСтат Сигн** (10.00 с при поставке), введенной по адресу **5303**, защита статора от замыканий на землю выдает сигнал „**ЗащСтат100 Сиг**“ (не назначен при поставке).

Дальнейшее уменьшение сопротивления относительно земли до 90 % от величины пуска ступени отключения должно производиться на стороне устройства защиты (**R<ЗащСтат Сигн**, адрес **5303**). Защита выдает сообщение о пуске и по истечении времени **T ЗащСтат Откл** адрес **5305** (при поставке), выдает сообщение об отключении.

Удалите тестовое сопротивление.



### Примечание

Для уставок нужно использовать только вторичные величины. Если при конвертации вторичных величин в первичные Вы обнаружили, что теоретический коэффициент конвертации не совсем корректен, **Коэфф R ЗащСтат** необходимо изменить для согласования с результатами измерений (формулы конвертации содержатся в Разделе 2.31.2).

Если сообщение „20 Hz voltage missing“ (отсутствие напряжения 20 Гц), получаемое от генератора 20 Гц, назначено на один из дискретных входов, и уставки по умолчанию этого входа были изменены, дискретный вход также нужно проверить.

Отключите напряжение питания генератора 20 Гц.

Появится ответное сообщение „>U20 отказ“ (не назначено при поставке).

Появится сообщение „ОтказЗащСтат“ (не назначено при поставке).

Подключите напряжение питания генератора 20 Гц.

Если Вы собираетесь использовать возможность блокировки функции 100% защиты статора от замыкания на землю, работу входа также необходимо протестировать.

Активируйте дискретный вход „>БЛК ЗащСтатЗем“.

Появится ответное сообщение „ЗащСтат100 Блк“.

Дальнейшие тесты осуществляются на работающей машине.



### Примечание

Если в рамках тестов процедур полосовой фильтр 7ХТ34 также необходимо проверить, закоротите заземляющий или нейтральный трансформатор на вторичной стороне при останове машины и включите генератор 20 Гц. Умножьте рабочее измеренное значение  $I_{SEF}$  на коэффициент трансформации миниатюрного трансформатора тока (например, 400 А / 5 А). Протекающий ток должен превышать 3 А. Если величина тока значительно меньше, необходимо изменить резонансную частоту полосового фильтра. Это можно согласовать лучше при добавлении или удалении емкостей (см. также инструкции для устройства 7ХТ33, No. заказа С53000–В1174–С129).

И наконец, удалите закорачивающее соединение и проверьте гальваническую изоляцию при рабочем измеренном значении  $U_{SEF}$ .

## 3.3.9 Проверка цепей постоянного тока / напряжения

### Подготовка

Переключите функцию защиты по постоянному току / напряжению (адрес **7201 ЗащПостНапр/Ток**) в режим *РелеБлокировано*.

Теперь Вы можете изменять напряжение электроустановки для согласования условий предполагаемого применения и проверять реакцию устройства 7УМ62. При превышении или уменьшении (выбирается по адресу **7203**) ниже порогового значения напряжения (адрес **7204**) выдается сообщение „**ЗащU= Пуск**“ (не назначено при поставке), после выборки времени **T Защ U=** (адрес **7206**) появляется сообщение „**ЗащU= Откл**“ (не назначено при поставке).

Затем функция защиты по постоянному току / напряжению вводится (адрес **7201 ЗащПостНапр/Ток = ВКЛ**) или – если ее не планируется использовать – выводится (**ЗащПостНапр/Ток = ОТКЛ**).

## 3.3.10 Проверка включения/выключения сконфигурированных коммутационных устройств (выключателей)

### Управление с помощью локальной команды

Если какие-либо сконфигурированные рабочие устройства не были переключены соответствующим образом в ходе описанных выше тестов оборудования, все сконфигурированные переключающие устройства необходимо включить и выключить при помощи интегрированного элемента управления устройства защиты. Ответную информацию о положении выключателей, поступающую через дискретные входы, нужно считать и сравнить с реальным физическим положением выключателей. При тестировании устройства, оборудованного графическим дисплеем, это выполнить легко.

Процедура переключения содержится в Системном Описании SIPROTEC 4. Разрешение осуществлять переключение устанавливается в соответствии с используемым источником выдачи команд. По режиму переключения можно выбрать его вид: с блокировкой или без неё. В этом случае помните, что переключение без блокировки может быть опасно.



### Переключение с удаленного управляющего центра

Если устройство подключено к удаленному центру управления при помощи системного интерфейса, соответствующие проверки переключения могут быть произведены оттуда. Примите во внимание, что разрешение осуществлять переключение устанавливается в соответствии с используемым источником выдачи команд.

### 3.3.11 Пуско-наладочный тест с электрической машиной

#### Общая информация

---



#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

Предупреждение о наличии опасных напряжений при использовании электрических устройств

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

С устройством и вблизи него должен работать только квалифицированный персонал. Указанный персонал должен в совершенстве знать все предупреждения и указания по безопасности, приведенные в настоящем руководстве, а также соответствующие правила техники безопасности, правила безопасности и соблюдать меры предосторожности.

---

Ввод устройства в эксплуатацию требует выполнения ряда операций по переключению. Все операции переключения должны осуществляться в безопасном режиме. Таким образом, они не предназначены для регламентных проверок.

---



#### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

#### **Предупреждение об опасности от неправильного проведения первичных испытаний**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному повреждению оборудования.

Первичные испытания могут проводиться только квалифицированным персоналом, знакомым с правилами ввода в эксплуатацию систем защиты, функционированием установок и правилами и инструкциями по технике безопасности (касательно переключений, заземления и т.д.).

---

#### Инструкции по технике безопасности

Все соответствующие правила и инструкции (например, VDE 105, VBG4 или соответствующие местные стандарты) должны быть соблюдены.

Перед проведением любых работ ознакомьтесь со следующими „5 правилами безопасности“:

- Включите оборудование,
- Убедитесь в том, что не произойдет повторного включения,
- Проверьте отсутствие напряжения,
- Осуществите заземление и закорачивание оборудования,
- Закройте или оградите действующие механизмы поблизости.



Дополнительно проверьте следующее:

- Перед осуществлением любых подключений устройство необходимо заземлить через защитный проводящий контакт;
- Во всех компонентах коммутационных устройств, подключенных к источнику питания и измерительным и тестовым контурам, могут присутствовать опасные напряжения;
- Опасные напряжения могут присутствовать в устройстве даже после снятия напряжения питания (емкости по-прежнему могут быть заряжены);
- После отключения источника питания выждите минимум 10 секунд перед его повторным включением; Это позволит устройству определить его начальное состояние при последующей подаче напряжения питания.
- Предельные величины, приведенные в Технических спецификациях (раздел 4.1) не должны превышать, даже при проведении тестирования и пуско-наладки.



### **ОПАСНО!**

#### **Возможность возникновения опасных напряжений во вторичных цепях ТТ при их размыкании**

Несоблюдение настоящих предостережений может привести к фатальному исходу, травмам персонала или существенному материальному ущербу.

Закоротите вторичные цепи ТТ прежде чем размыкать цепи подключения ТТ к устройству.

Если имеется тестовый переключатель, который автоматически закорачивает вторичные цепи трансформатора тока, нужно поставить его в „тестовое“ положение при условии того, что закороченные функции были протестированы до этого.

Все вторичное тестовое оборудование необходимо удалить и подключить измерительное напряжение. Необходимо выполнить все приготовления к работе. Первичные тесты выполняются на генераторе.

### **Последовательность проверки**

Первичное тестирование обычно проводится в следующем порядке:

- Проверка короткого замыкания,
- Проверка напряжения,
- Проверка замыкания на землю,
- Синхронизация,
- Проверка нагрузки в сети.

К этой последовательности относятся следующие инструкции. Все функции защиты вначале должны быть отключены (соответствует состоянию при поставке), т.е. они не влияют одна на другую. При первичном тестировании они активируются одна за другой. Если какая-то функция защиты вообще не нужна совсем, это нужно отразить при конфигурировании путем задания установки (см. раздел 2.4.2). Тогда функция будет игнорироваться при работе устройства 7UM62.

Эффективное переключение функций защиты, конфигурированное как **Существует**, осуществляется двумя способами. Адреса соответствующих параметров указаны в соответствующих разделах данного руководства.

- Функция защиты в режиме **РелеБлокировано**: Функция работает и выдает сообщения (также и сообщения об отключениях) и измеряемые величины. Однако, команды отключения блокируются и не передаются в матрицу отключений.
- Функция защиты в режиме **ВКЛ**: Функция работает и выдает сообщения. Команды отключения инициируют отключения реле, назначенных для функций защиты. Если команда защиты не назначена ни на одно реле отключения, отключения не происходит.

## Подготовка

Осуществите следующие подготовительные действия:

- Установите кнопку АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ для непосредственного отключения при насыщении,
- Заблокируйте все функции защиты (= **РелеБлокировано**),
- Настройте мгновенную МТЗ грубо на номинальный ток генератора, с отключением для возбуждения,
- Настройте мгновенную защиту от повышения напряжения грубо на 30 % от номинального напряжения генератора для теста КЗ и грубо на 110 % от номинального напряжения для тестов напряжения, с отключением при возбуждении,

## Настройка частоты

Устройство содержит интегрированный модуль коррекции частоты; Это дает гарантию того, что устройство всегда работает с алгоритмами, согласованными по действующей частоте. Это объясняет наличие большого диапазона частоты и незначительность ее влияния (см. Раздел 4.34 Технических данных). Однако, при этом требуется, чтобы измеренные величины имелись уже перед выполнением динамического теста, так, чтобы модуль коррекции частоты мог работать. Если измеренное значение, равное 0, подается на устройство, и перед этим не поступало другого измеренного значения, происходит выборка времени, приблизительно равного 120 мс, для того, чтобы устройство могло рассчитать частоту из измеренного значения. Точно так же невозможна выдача выходных сигналов без подключения к устройству измеряемых величин. Сигнал отключения, однажды выданный, конечно, поддерживается в течение как минимум введенного времени возврата (**Тмин Ком Откл**) (см. также Раздел 2.5)

## Заводские уставки

При поставке устройства все функции защиты отключены. Это дает то преимущество, что каждая из функций может быть протестирована в отдельности, при отсутствии влияния других функций. Необходимые функции должны активироваться для тестирования и пусконаладки.

## Рабочие диапазоны функций защиты

При проведении пусконаладочных испытаний на генераторе, нужно внимательно следить за тем, чтобы не нарушались границы рабочих диапазонов функций защиты, приведенных в разделе 4, и при этом использовались достаточно большие измеряемые величины. При проведении тестов с использованием меньших величин пуска, величина пуска может отклоняться от величины уставки (например, для ступени защиты от несимметричной нагрузки или защиты от замыкания на землю) при блокировке из-за низких значений измеряемых величин, т.е. функция еще не перешла в режим работы 1 (= функция защиты активна).

Однако этого не будет происходить, если при пуско-наладке не осуществляется проверка величин пуска на машине.

### Модуль ввода в эксплуатацию, использующий WEB-браузер

Устройство 7UM62 располагает вспомогательным пусконаладочным модулем, использующим web и осуществляющим типовые испытания. При помощи этого модуля можно легко просмотреть все сообщения устройства и измеренные величины. При проведении испытаний можно визуализировать векторные диаграммы и характеристики по выбору.

При использовании „средств пуско-наладки“, обратитесь к файлам „помощи“. Модуль Web Monitor можно найти в Интернете ([www.siprotec.de](http://www.siprotec.de)) в разделе Programs (Программы).

В зависимости от порта, к которому подключен ПК, требуется введение IP-адреса для браузера: Следующие IP-адреса являются предустановленными:

- При подключении к **интерфейсу оператора** на лицевой панели устройства:
  - IP-адрес **141.141.255.160** для 7UM62 версии 4.0 - 4.1
  - IP-адрес **192.168.2.1** для 7UM62 версия 4.6
- При подключении к **интерфейсу обслуживания** на задней панели устройства (порт C):
  - IP-адрес **141.143.255.160** для 7UM62 версии 4.0 - 4.1
  - IP-адрес **192.168.2.1** для 7UM62 версия 4.6
- При подключении к **системному интерфейсу** на задней панели при использовании Ethernet (порт C):
  - IP-адрес **0.0.0.0** (7UM62 версии 4.6 и выше)

Детальное рассмотрение процедуры приведено в Системном Описании SIPROTEC 4 /1/ в разделе „Задание уставок интерфейсов устройств SIPROTEC 4“.

В качестве примера существующих возможностей на следующем рисунке приведен вид окна интерфейса.

На рисунке ниже представлены графические изображения векторов протекающих токов. Поскольку направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное, угол фазных углов токов меняется на 180°. В то же время величины токов, а также последовательность чередования фаз, остаются неизменными. Это означает, что подключения токов на сторонах 1 и 2 не повреждены. Такое же изображение можно получить и для векторов тока и напряжения на стороне 2.

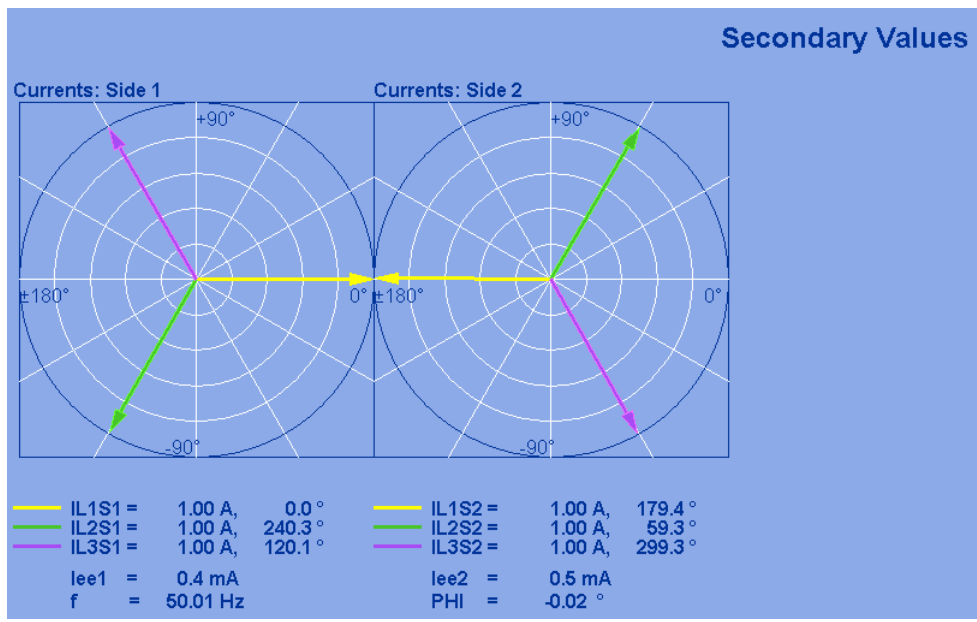


Рисунок 3-23 Пример векторной диаграммы вторичных измеряемых величин

При тестировании дифференциальной защиты для построения характеристики используются дифференциальный ток и ток торможения. Представленная ниже характеристика является функцией уставок дифференциальной защиты. На Рисунке 3-24 моделируется ток нагрузки. Можно видеть наличие небольшого дифференциального тока в фазе L3.

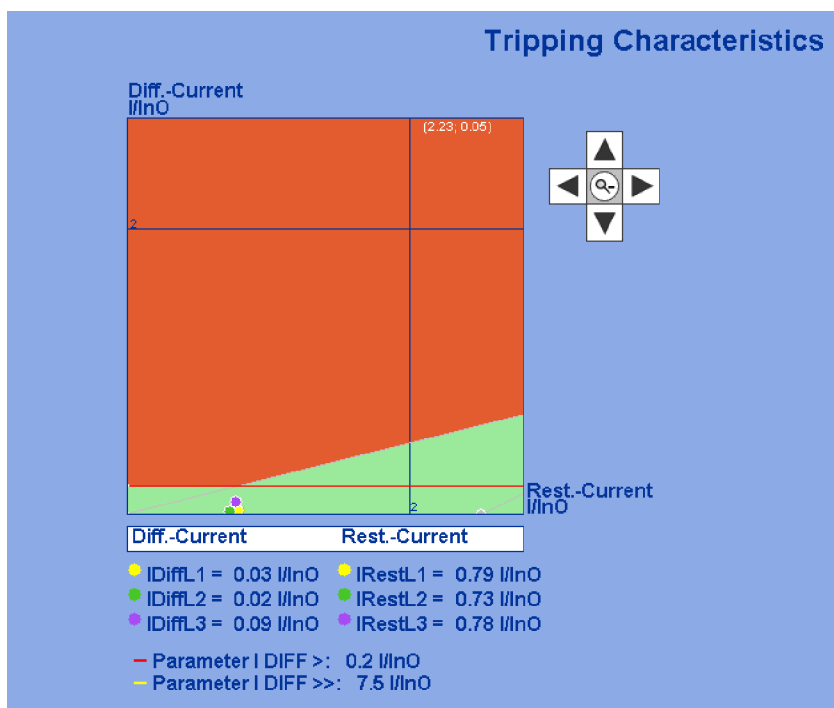


Рисунок 3-24 Дифференциальный ток и ток торможения - пример существующих токов

### 3.3.12 Проверка цепей тока

#### Общие положения

Тесты цепей тока осуществляются на генераторе для проверки корректности подключения трансформаторов тока - правильности подключения проводов, соблюдения полярности, чередования фаз, коэффициента трансформации ТТ и т.д., а не для проверки работы отдельных функций устройства защиты.

#### Подготовка

Переключите функции защиты от несимметричной нагрузки (адрес **1701**) и защиты от термической перегрузки (адрес **1601**) в режим **РелеБлокировано**. При отсутствии питания и наличии заземления в первичной сети установите трехфазную закоротку, подходящую для номинального тока (например, заземляющий изолятор) на контакты генератора со стороны линии.



#### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

После проведения предварительных измерений все цепи трансформаторов тока (цепи защиты, измерения, учета и т.д.) могут быть проверены с применением остаточного возбуждения.

#### Инструкция по проведению испытаний

Теперь осуществляется проверка цепей ТТ при токе, равном максимум 20 % от номинального тока трансформатора. Тесты с токами генератора больше 20 % номинального, как правило, для цифровой защиты не применяются. Проведение пусконаладочных испытаний на генераторе, работающем на номинальном токе, могут быть необходимы только при первичном измерении характеристики КЗ.

#### Амплитудные величины

Значения измеряемых токов и можно прочесть на дисплее устройства или передать через интерфейс оператора на персональный компьютер и далее сравнить их с фактическими значениями. При обнаружении значительных отклонений можно сделать вывод о неверном подключении ТТ.

#### Чередование фаз

Направление вращения поля должно соответствовать установленному (адрес **271** в **Данные энергосистемы 1**); иначе формируется сообщение „**Неисп.Черед.Фаз**“. Необходимо проконтролировать чередование фаз измеряемых параметров и, в случае необходимости, перемотировать измерительные цепи. Значение компонента обратной последовательности I2 токов можно прочесть среди рабочих измеренных величин. Он должен быть практически равен нулю. Если это не так, проверьте подводящие провода трансформаторов тока:

Если несимметричная нагрузка составляет приблизительно **1/3** от величины фазных токов, ток присутствует только **в одной** или **только в двух** фазах.

Если несимметричная нагрузка составляет приблизительно **2/3** от величины фазных токов, то один из трансформаторов тока имеет **неправильную полярность**.

Если несимметричная нагрузка приблизительно **равна** величине фазных токов, то две фазы **пересекаются**.

После исправления соединения тест необходимо повторить.

Удалите короткозамкнутые шунты.

### Настройка дистанционной защиты

Переключите функцию защиты полного сопротивления (адрес **3301**) в режим **ДистЗащ = РелеБлокировано**.

При отсутствии питания и наличии заземления в первичной сети установите трехфазную короткую, подходящую для номинального тока (например, заземляющий изолятор) на первичной стороне единичного трансформатора.



### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

Запустите медленно машину и примените возбуждение до 20 % номинального тока машины.

### Инструкция по проведению испытаний

Для проверки подключений трансформатора и рабочих измеренных величин достаточно проведения испытаний на 20 % номинального тока генератора. Если относительное напряжение КЗ мало, измеренные величины напряжения также очень малы, т.е. может быть необходимо слегка увеличить ток генератора. Тест на полном номинальном токе генератора необходим только для численной настройки дистанционной защиты (например, для настройки величины  $u_K$  трансформатора).

Устройство защиты рассчитывает полное сопротивление на основе величин тока и напряжения между точкой установки ТН и местом КЗ, которое определяется в основном по полному сопротивлению блочного трансформатора. Величины сопротивления и реактивного сопротивления считываются среди рабочих измеряемых величин. Для этого устройство автоматически учитывает величину номинального тока устройства (1 А или 5 А). В рассматриваемом примере величина полного сопротивления трансформатора будет равна:

первичное полное сопротивление трансформатора:

$$Z_{T \text{ перв}} = u_K \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ}}}$$

где:

- $u_K$  - относительное напряжение КЗ на трансформаторе,
- $U_{\text{НОМ}}$  - номинальный ток трансформатора,
- $S_{\text{НОМ}}$  - номинальная мощность трансформатора.

во вторичных величинах:

$$Z_{T \text{ втор}} = Z_{T \text{ перв}} \cdot \frac{N_{\text{ТТ}}}{N_{\text{ТН}}} = u_{\text{симм.тока}} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ}}} \cdot \frac{N_{\text{ТТ}}}{N_{\text{ТН}}}$$

где:

$N_{ТТ}$  - коэффициент трансформации трансформатора тока,

$N_{ТН}$  - коэффициент трансформации трансформатора напряжения.

При наличии заметных отклонений или неверного знака можно сделать вывод о неверном подключении ТН. После остановки генератора, снятия с него возбуждения и удаления закоротки проверки на КЗ завершаются. **Для проверки работы функции защиты от несимметричной нагрузки, МТЗ, защиты от термической перегрузки, защиты полного сопротивления и защиты от асинхронного хода не требуется больше никакого тестирования.**

После остановки генератора, снятия с него возбуждения и удаления закоротки проверки на КЗ завершаются. **Для проверки работы функции защиты от несимметричной нагрузки, МТЗ, защиты от термической перегрузки, дистанционной защиты и защиты от выпадения из синхронизма не требуется больше никакого тестирования.**

Активируйте МТЗ или функцию дистанционной защиты (адрес **1201: МТЗ I> = ВКЛ** или адрес **1401 МТЗ Iр = ВКЛ**, адрес **3301: ДистЗащ = ВКЛ**) и при дальнейших испытаниях она станет работать как защита от КЗ. При необходимости могут быть активированы МТЗ (адрес **1301 МТЗ I>> = ВКЛ**), защита от термической перегрузки (адрес **1601: Защ Терм Перегр = ВКЛ**), защита от несимметричной нагрузки (адрес **1701: Несимм Нагрузка = ВКЛ**) и защита от выпадения из синхронизма (адрес **3501: ЗащАсинхрХод = ВКЛ**). В противном случае, по этим адресам вводится значение **ВЫКЛ**.

### 3.3.13 Тестирование дифференциальной защиты

#### Подготовка

Перед началом любых первичных проверок убедитесь в том, что заданный объект действительно тот, защиту которого Вы собираетесь осуществлять, и что согласование амплитуд номинальных токов защищаемого объекта и основных первичных ТТ, а также согласование векторной группы осуществлены правильно.

Переключите функцию дифференциальной защиты (адрес **2001**) в режим **РелеБлокировано** или прервите передачу команд отключения.

Проведение тестов варьируется в зависимости от применения терминала.

В случае применения устройства для защиты сетевых силовых трансформаторов и асинхронных машин предпочтительнее использовать тестовое оборудование низкого напряжения. Для питания защищаемого объекта используется источник тока низкого напряжения, полностью отключенного от сети (рисунок 3-25). Закоротка, подходящая для проведения тестового тока, устанавливается вне защищаемой зоны и проводит симметричный тестовый ток.

При использовании устройства для защиты блочных трансформаторов электростанций и синхронных машин проверки проводятся при токовом тестировании, при выработке самим генератором тестового тока (рисунок 3-26). Ток протекает по закоротке, установленной вне защищаемой зоны и рассчитанной на протекание номинального тока генератора в течение небольшого времени. В этом случае запущенная, но не достигшая режима возбуждения, машина тестируется с использованием токов остаточной намагиченности, при этом проверяется - не разомкнута ли или закорочена цепь трансформатора тока. Для этого необходимо просмотреть рабочие измеренные величины и по очереди проверить все рабочие токи. Даже если величины токов и точность измерений очень малы, ошибки все равно можно будет заметить.

Величины токов для тестирования должны составлять как минимум 2% от номинального тока устройства.

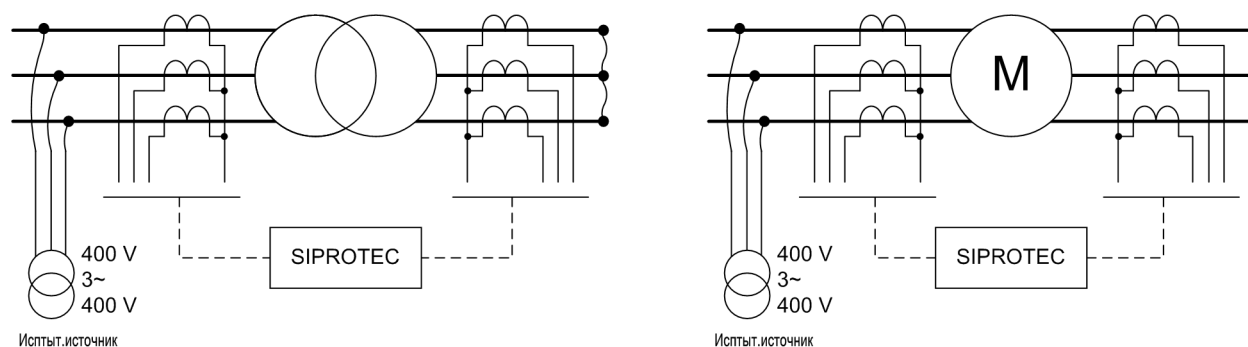


Рисунок 3-25 Проверка токов с использованием низковольтного источника тока



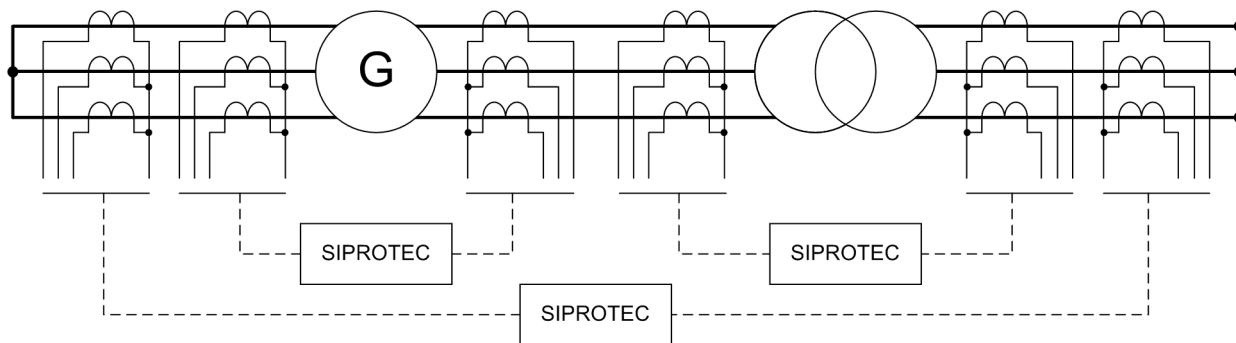


Рисунок 3-26 Проверка токов на электростанции

### Проверка симметричности тока

Рабочие измеренные величины выдаются устройством 7UM62 в удобном для быстрого осуществления проверок без использования внешних инструментов виде. Индексы измеренных токов трактуются следующим образом.

Обозначение тока  $I$  снабжено идентификатором фазы  $L_x$  и указанием на сторону защищаемого объекта (например, обмотки трансформатора). Например, символ:

$IL1Ct1$  обозначает ток в фазе  $L1$  на стороне 1.

### Измерение абсолютных величин

Сравните величины токов в разделе **Измерение** → **Вторичные величины** → **Рабочие вторичные значения** с действительными существующими значениями:

$IL1Ct1 =$

$IL2Ct1 =$

$IL3Ct1 =$

$IL1Ct2 =$

$IL2Ct2 =$

$IL3Ct2 =$

Если будут иметься отклонения не из-за точности измерений, можно сделать вывод о неправильности соединения или неправильном вводе тестовых уставок. Тогда:

- Отключите защищаемый объект (остановите генератор), заземлите его;
- Перепроверьте подключение устройства к электроустановке и испытательному устройству, при необходимости откорректируйте их;
- Повторите измерения и перепроверьте измеренные величины.

### Измерение углов

Если величины токов не противоречивы, следующим шагом тестирования будет проверка отношений фазных углов токов ( $\varphi_{IL1Ct1}$ ,  $\varphi_{IL2Ct1}$ ,  $\varphi_{IL3Ct1}$ ,  $\varphi_{IL1Ct2}$ ,  $\varphi_{IL2Ct2}$ ,  $\varphi_{IL3Ct2}$ ). В каждом случае угловая разница относится к обмотке  $L1$  стороны 1.

Проверьте фазные углы в разделе **Измерение** → **Вторичные величины** → **Фазные углы** стороны 1 защищаемого объекта. Все углы относятся к  $IL1Ct1$ .

Соответственно, в случае прямого вращения поля, получим приблизительно следующие результаты:

$$\begin{aligned}\varphi_{L1C1} &= 0^\circ \\ \varphi_{L2C1} &= 240^\circ \\ \varphi_{L3C1} &= 120^\circ\end{aligned}$$

Если величины углов не верны, тогда вероятно наличие неправильной полярности или могут быть перепутаны фазы на стороне 1. В этом случае:

- Отключите защищаемый объект (остановите генератор), заземлите его;
- Перепроверьте подключение устройства к электроустановке и испытательному устройству, при необходимости откорректируйте их;
- Повторите измерения и перепроверьте измеренные величины.

Проверьте фазные углы в разделе **Измерение** → **Вторичные величины** → **Фазные углы** стороны 2 устройства. Все углы относятся к IL1C1. Если величины углов не верны, вероятно наличие неправильной полярности или могут быть перепутаны фазы линии на стороне 2; в этом случае произведите те же действия, что и для стороны 1.

Углы сквозных токов, протекающих между сторонами защищаемого объекта, определяются на основании того, что ток одной и той же фазы, протекающий через защищаемый объект, при условии правильного соединения, дает угловую разницу в  $180^\circ$  между токами одной и той же фазы в двух точках измерения. Исключение: в случае поперечной дифференциальной защиты, токи соответствующей фазы должны иметь одинаковую фазу!

Теоретические величины углов зависят от вида защищаемого объекта и – в случае трансформаторов – от векторной группы. Они приведены в таблице 3-29 для случая прямого вращения поля.

Полярность подсоединений ТТ и заданная полярность учитываются при отображении величин углов. Таким образом, если все углы отличаются от теоретического значения на  $180^\circ$ , полярность одной полной группы трансформаторов не верна.

Это можно исправить путем проверки и изменения соответствующих параметров системы:

Адрес **201 ОбщТчТТ->Об Ст1** для первичной обмотки,

Адрес **210 ОбщТчТТ->Об Ст2** для вторичной обмотки.

Таблица 3-29 Отображаемые фазные углы в зависимости от защищаемого объекта (трехфазного)

Защищаемый объект	Генератор/двигатель	Трансформатор с группой соединения номер <sup>1)</sup>											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\varphi_{L1C2}$	$180^\circ$	$180^\circ$	$150^\circ$	$120^\circ$	$90^\circ$	$60^\circ$	$30^\circ$	$0^\circ$	$330^\circ$	$300^\circ$	$270^\circ$	$240^\circ$	$210^\circ$
$\varphi_{L2C2}$	$60^\circ$	$60^\circ$	$30^\circ$	$0^\circ$	$330^\circ$	$300^\circ$	$270^\circ$	$240^\circ$	$210^\circ$	$180^\circ$	$150^\circ$	$120^\circ$	$90^\circ$
$\varphi_{L3C2}$	$300^\circ$	$300^\circ$	$270^\circ$	$240^\circ$	$210^\circ$	$180^\circ$	$150^\circ$	$120^\circ$	$90^\circ$	$60^\circ$	$30^\circ$	$0^\circ$	$330^\circ$

<sup>1)</sup> Указанные углы верны, если к стороне 1 привязана сторона высшего напряжения, в противном угол вычисляется как  $360^\circ$  минус указанный угол.

### Дифференциальный ток и ток торможения

До завершения тестов с симметричными токами проверяются величины дифференциального тока и тока торможения. Даже если при выполнении симметричных тестов были выявлены более или менее все возможные ошибочные подключения, ошибки согласования или неверные векторные группы не могут быть исключены.

Для получения расчетных величин обратитесь к рабочим измеренным величинам. Обратите внимание на то, что дифференциальный ток и ток торможения вычисляются относительно номинального тока защищаемого объекта. Это необходимо учесть при их сравнении с испытательным током.

Если имеются достаточные величины дифференциального тока, перепроверьте следующие параметры:

При защите трансформатора:

адреса **241**, **249** и **202** (согласующая обмотка 1), **243**, **249** и **211** (согласующая обмотка и обмотка векторной группы 2);

При защите генераторов и двигателей:

адреса **251** и **252** (согласование номинальных параметров машины);

Тесты симметричного тока теперь выполнены полностью. Отключите защищаемый объект (остановите генератор) и заземлите его, удалите тестовые параметры.

Переключите дифференциальную защиту в активный режим (адрес **2001**: **ДиффЗащита = ВКЛ**), и она немедленно включится в работу в качестве защиты от КЗ для все последующих тестов.

### 3.3.14 Тестирование дифференциальной защиты от замыкания на землю

#### Подготовка

При первичном тестировании осуществляется проверка интеграции функции в систему, особенно подключение ТТ. Перед началом любых первичных проверок убедитесь в том, что заданный объект действительно тот, защиту которого Вы собираетесь осуществлять. Для этого проверьте уставки конфигурации функций защиты, Данных энергосистемы 1 и уставки собственно самих функций защиты.

Перед началом тестирования переключите функцию дифференциальной защиты от замыкания на землю (адрес **2101 Огр 33**) в режим **РелеБлокировано**, или разомкните линии передачи команд отключения.

Первичные проверки силового оборудования осуществляются на самом генераторе. Для трансформаторов используется тестирование низким напряжением.

Перед проведением теста необходимо визуально проверить на правильность подсоединения ТТ.



#### Примечание

При проведении проверки функции дифференциальной защиты от замыкания на землю на короткое замыкание (3-фазное) убедитесь в том, что три трансформатора тока (стороны 1 или 2 - той, на которой осуществляется дифференциальная защита от тока на землю) имеют одинаковую конструкцию. Для этого выберите процентные измеренные величины **310-1** и **310-2** (в DIGSI в разделе Измеряемые величины дифференциальной защиты). Если трансформаторы тока хорошо согласованы, эти величины будут равны 0. Не равные нулю величины нужно учитывать при выборе уставок защиты.

#### Первичный тест генератора

Этот тест осуществляется дополнительно к токовому тесту. Для его проведения защита должна быть настроена на максимальную чувствительность. Процедура контроля нулевого напряжения должна быть заблокирована (адрес **2103 ЗащПот U0 > Разр = 0**).

При тестировании заземляется одна из фаз и генератор находится в режиме возбуждения (см. следующий рисунок). Тестовый ток может не превышать допустимое значение тока обратной последовательности. Если этот ток составляет, например,  $I_{2\text{доп}} = 10\% I_{\text{ном, ген}}$ , тестовый ток должен быть меньше 30 % от  $I_{\text{ном, ген}}$ . С другой стороны, ток определяется низкоомным заземлением нейтрали. Для проведения теста достаточно 10 % от номинального тока генератора.

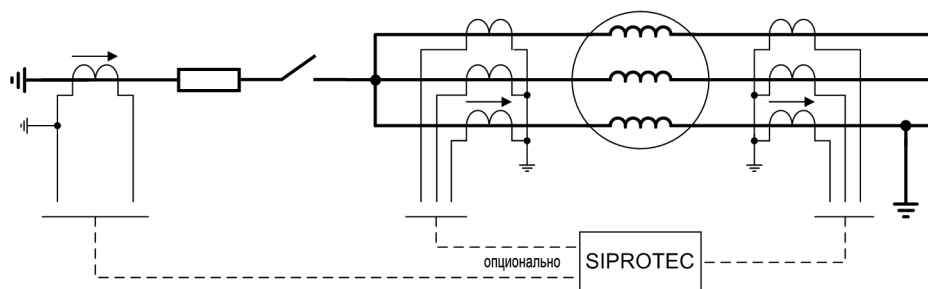


Рисунок 3-27 Проверка дифференциальной защиты от замыканий на землю на генераторе

При внешнем повреждении необходимо считать следующие рабочие измеренные процентные значения (в устройстве: **Measurement (Измерения)** → **I-дифф, I-торм**):

- 3I0-1** расчетный ток нулевой последовательности на стороне 1,
- 3I0-2** расчетный ток нулевой последовательности на стороне 2 или измеренный ток на землю  $I_{EE2}$  (в зависимости от конфигурации),
- I0-дифф** расчетный дифференциальный ток,
- I0-торм** расчетный ток торможения.

Оба нулевых компонента токов **3I0-1** и **3I0-2** должны быть равны и соответствовать приложенному току. Дифференциальный ток **I0-дифф** почти равен нулю. Ток торможения **I0-торм** в два раза больше протекающего тока. Если дифференциальный ток равен току торможения, вероятно, один из ТТ имеет неверную полярность. Небольшие отклонения вызываются ошибками на ТТ.

При наличии отклонений предполагается ошибка соединения. Если необходимо - исправьте подключение проводов или, в Данных энергосистемы 1, ранжирование нейтрали ТТ фаз или земли  $I_{EE2}$ . Для трансформаторов тока фаз помните, что они также используются для других функций защиты, таких, как дифференциальная токовая защита. Необходимо проверить эффект обратной связи. Если дифференциальная токовая защита уже протестирована, и ТТ сторон 1 и 2 используются для дифференциальной защиты от замыкания на землю, вышеуказанные ошибки могут быть исключены. Если используется вход  $I_{EE2}$ , велика вероятность неправильной полярности. Проверьте подключения и /или ранжирование нейтрали в Данных энергосистемы 1 (адрес **214 КлемЗаземл IEE2**). Уставка по умолчанию предполагает, что клемма 7 находится в направлении к защищаемому объекту. Если в измеренных величинах есть отклонения, видимо, измеряемые величины не достаточно хорошо согласованы. Проверьте уставки параметров защищаемого объекта и трансформаторов тока в Данных энергосистемы 1. Уставка по умолчанию предполагает, что клемма 7 находится в направлении к защищаемому объекту.

Если в измеренных величинах есть отклонения, видимо, измеряемые величины не достаточно хорошо согласованы. Проверьте уставки параметров защищаемого объекта и трансформаторов тока в Данных энергосистемы 1.

Для этого:

- отключите и заземлите генератор,
- проверьте и исправьте соединения, если необходимо, или измените уставки в Данных энергосистемы 1,
- повторите измерения.

Если дифференциальная защита от замыканий на землю используется для защиты трансформатора, сравнительная проверка для этого случая уже была осуществлена (см. рисунок 3-26). Измеренная величина **310-1** назначена для стороны 1, величина **310-2** - для тока замыкания на землю  $I_{EE2}$ . Метод проверки аналогичен описанному выше. При выборе величины тестового тока важно помнить о том, что постоянно допустимый ток несимметричной нагрузки на стороне генератора не должен превышать. При использовании соединения по схеме звезда - треугольник однофазное замыкание на стороне генератора моделируется как междуфазное.

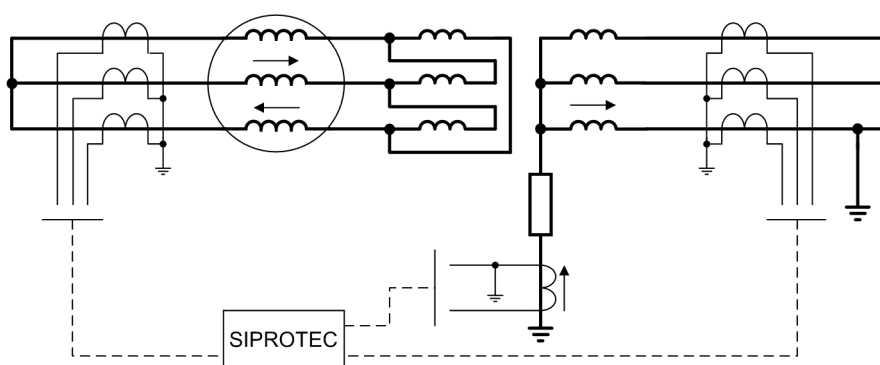


Рисунок 3-28 Проверка дифференциальной защиты от замыканий на землю на трансформаторе

### Проверка с использованием вторичного тестового оборудования

Измерения всегда ведутся со стороны с заземленной нейтралью. В трансформаторах должна иметься подсоединенная треугольником обмотка (d-обмотка или компенсационная обмотка). Не участвующая в тестировании сторона должна оставаться отключенной, т.к. d-обмотка обеспечивает низкоомное отключение цепи тока.

Схема тестирования варьируется в зависимости от применения. На рисунках 3-29 - 3-32 представлены примеры схем тестирования, схема с рисунка 3-29 наиболее подходит для защиты генератора.



### ОПАСНО!

Первичные измерения должны осуществляться только на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы! Опасные напряжения могут возникать даже на части, не находящейся под напряжением, из-за емкостного влияния, вызванного другими секциями, находящимися под напряжением.

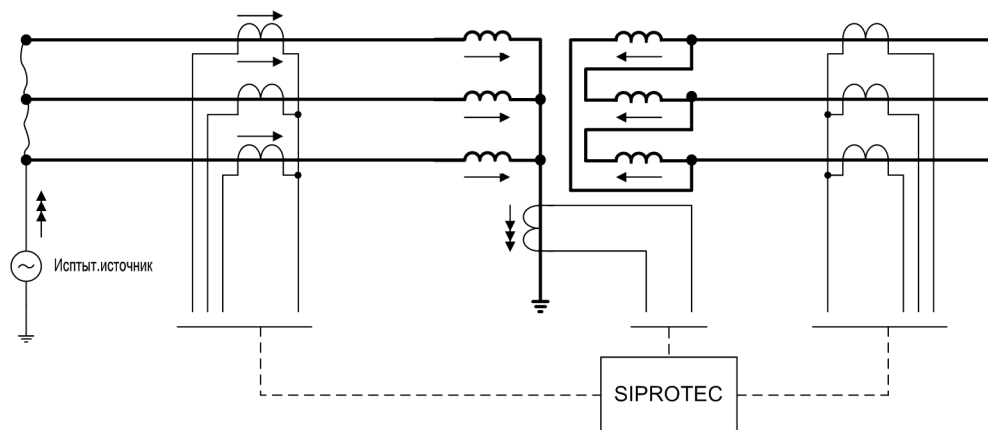


Рисунок 3-29 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда-треугольник

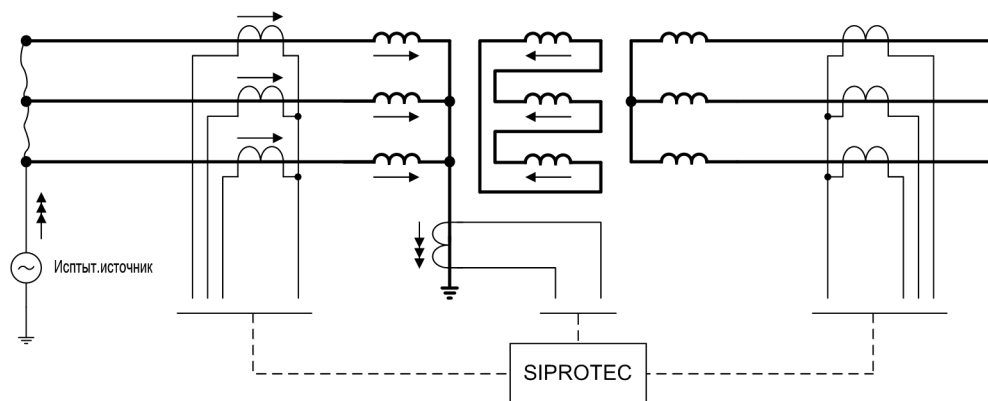


Рисунок 3-30 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда-звезда с компенсационной обмоткой

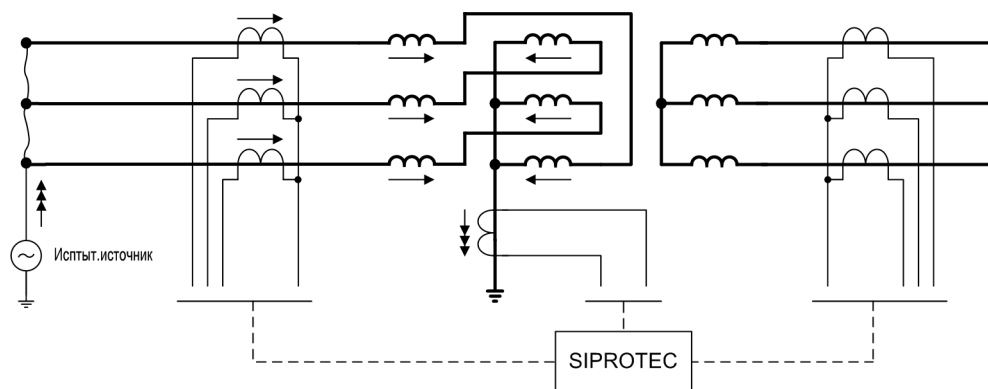


Рисунок 3-31 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток зигзаг

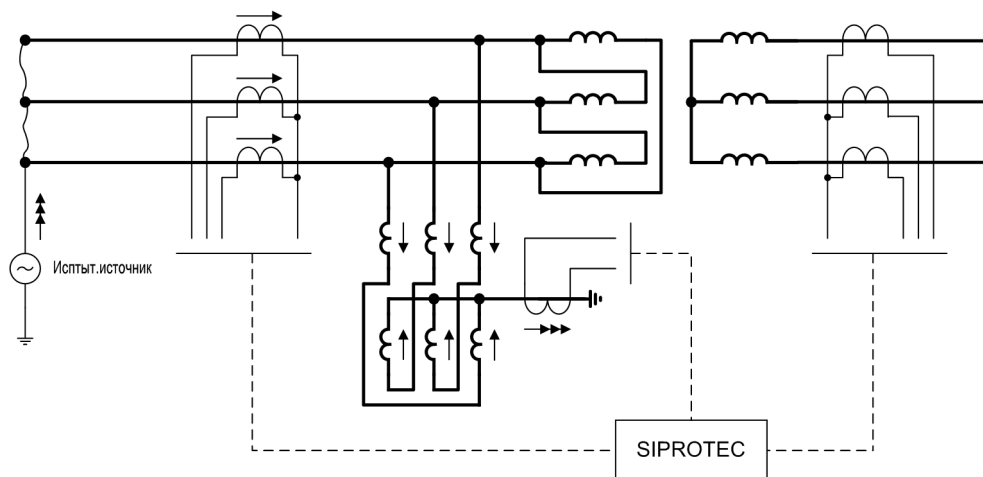


Рисунок 3-32 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе с дельта-обмоткой и "искусственной" нейтралью

Для пофазного тестирования необходим ток нулевой последовательности, составляющий не менее 2% номинального тока генератора, т.е. испытательный ток должен составлять по крайней мере 6%.

Для функции защиты необходимо ввести чувствительное пороговое значение и отключить модуль разблокировки нулевого тока.

- Включите испытательный ток.
- Произведите измерение амплитуды с прикладным испытательным током.

В устройстве в разделе: **Измерение** → **I-дифф**, **I-торм** считайте следующие измеренные величины:

<b>310-1</b>	расчетный ток нулевой последовательности стороны 1 или стороны 2 (в зависимости от конфигурации),
<b>310-2</b>	измеренный ток замыкания на землю $I_{EE2}$ ,
<b>I0-дифф</b>	расчетный дифференциальный ток,
<b>I0-торм</b>	расчетный ток торможения.

Оба нулевых компонента токов **310-1** и **310-2** должны быть равны и соответствовать приложенному току. Дифференциальный ток **I0-дифф** почти равен нулю. Ток торможения **I0-торм** в два раза больше протекающего тока. Если дифференциальный ток равен току торможения, вероятно, один из ТТ имеет неверную полярность. Небольшие отклонения вызываются ошибками на ТТ.

При проверке фазных ТТ на определенной стороне, измеренные величины каждой фазы (в устройстве: **Измерение** → **Рабочие вторичные величины**) должны составлять каждая  $1/3$  от приложенного тока нулевой последовательности. То же самое относится и к углам фаз.

При наличии отклонений предполагается наличие ошибочных подсоединений (см. заголовок „Первичный тест на генераторе“)

- Отключите объект от источника тестового тока.
- Проверьте и исправьте подсоединения и тестовые уставки.
- Повторите измерения.

### Проверка процедуры контроля напряжения нулевой последовательности

Если используется контроль напряжения нулевой последовательности, эта процедура должна быть проверена в процессе тестирования функции защиты статора от замыкания на землю. При наличии замыкания на землю должно появиться сообщение **5841 „Ogr33 U0> разр“**. При проведении тестирования помните о том, нулевое напряжение рассчитывается на основе значений трех фазных напряжений и конвертируется на вторичную сторону в напряжение "фаза-фаза" (эквивалентное  $\sqrt{3} U_0$ ). Т.е. это значение получается таким же способом, как и в случае наличия подключенной разомкнутым треугольником обмотки.

### Блокировка по максимальному току

Если приведенные выше измерения успешно выполнены, а полученные значения фазных токов - достоверны, можно предположить, что процедуры измерения токов работают корректно. Вам нужно только проверить и, если необходимо, исправить уставки функции защиты (адрес **2102 = ЗащРот I> Блок**).

Величины пуска проверяются при помощи приложения тока с использованием вторичного тестового оборудования (трансформаторы тока не нужно отключать).

- После завершения испытаний отключите источник тестового тока от защищаемого объекта (остановите генератор).
- Если при тестировании были изменены уставки параметров, введите для них необходимые для работы значения.
- После завершения испытаний защиты от замыканий на землю активируйте функцию дифференциальной защиты от замыкания на землю.

## 3.3.15 Проверка цепей напряжения

### Общие положения

Цепи напряжения машины тестируются на предмет правильного подключения проводов, соблюдения полярности, чередования фаз, коэффициентов трансформации и т.д. трансформаторов напряжения, а не для проверки работы отдельных функций защиты устройства.

### Заземление трансформаторов напряжения

При проверке трансформаторов напряжения особое внимание нужно уделить подключенным разомкнутым треугольником обмоткам, т.е. они могут заземляться только в одной фазе.

### Подготовка

Для функции защиты от повышения напряжения задайте уставку, равную приблизительно 110 % номинального напряжения генератора, задайте отключение - при возбуждении.

Переключите функции частотной защиты (адрес **4201**) и защиты от перевозбуждения (адрес **4301**) в режим **РелеБлокировано**.

Убедитесь с использованием остаточного напряжения при условии недостижения машиной режима возбуждения, что все закоротки удалены.



## Инструкция по проведению испытаний

Проверки всех цепей трансформатора напряжения (цепей защиты, измерения, учета и т.д.) выполняются на напряжении, равном приблизительно 30 % от номинального напряжения трансформатора. Тесты на напряжении генератора, большем 30 % от номинального, необходимы только при первичном измерении характеристики простоя.

Процедура проверки измерительных цепей для функции защиты ротора от замыкания на землю (см. ниже) может проверяться при тестировании цепей напряжения, или после синхронизации.

## Амплитудные значения

Найдите напряжения всех трех фаз среди рабочих измеренных величин и сравните их с фактическими значениями. Напряжение прямой последовательности  $U_1$  должно быть приблизительно таким же, как и указанные напряжения. При наличии заметных отклонений можно сделать вывод о неверном подключении ТН.

## Чередование фаз

Направление вращения поля должно соответствовать установленному (адрес **271 Чередование фаз** в **Данные энергосистемы 1**); иначе формируется сообщение „Неисп.Черед.Фаз“. Необходимо проконтролировать чередование фаз измеряемых параметров и, в случае необходимости, перемонтировать измерительные цепи. При обнаружении значительных отклонений проверьте и, если необходимо, перемонтируйте цепи трансформатора напряжения и повторите тест. Для проверки чередования фаз можно также использовать составляющую прямой последовательности  $U_1$  напряжений: при  $U_1$   $U_{L-E}$  выдается сообщение об ошибке в подключении проводов.

## Контроль измерительных цепей для функции защиты ротора от замыканий на землю

При использовании чувствительной защиты от замыканий на землю в качестве защиты ротора от замыканий на землю проверку модуля контроля измерительных цепей можно осуществить на генераторе, находящемся под напряжением:

- Запустите генератор, он должен достигнуть своего номинального напряжения. Если необходимо, используйте измерительные щетки. Приложите тестовое напряжение между цепью ротора и землей с помощью дополнительного устройства питания 7XR61. В этом случае величину протекающего тока замыкания на землю  $I_{EE}$  можно будет найти среди измеренных данных повреждения в устройстве защиты. Полученная величина является емкостным паразитным током, протекающим при работе без повреждений.
- **IEE<** (адрес **5106**) нужно задать приблизительно равным 50 % от емкостного паразитного тока. Также необходимо убедиться в том, что величина уставки **IEE>** (адрес **5102**) как минимум в два раза больше этого измеренного паразитного тока. Если необходимо, откорректируйте величину уставки.

## Частота

Функция защиты по частоте проверяется при проверке достоверности действующей скорости машины и выдаваемых измеренных рабочих величин.

## Перевозбуждение

Функция защиты по частоте проверяется при проверке достоверности действующей скорости машины и выдаваемых измеренных рабочих величин.

$$\text{Мгновенное перевозбуждение} = \frac{U}{f} \cdot \frac{f_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}}$$

$U$  мгновенное напряжение машины,  
 $U_{\text{ном}}$  номинальное первичное напряжение защищаемого объекта,  
 $f$  мгновенная частота, в соответствии с частотой машины в Гц,  
 $f_{\text{ном}}$  номинальная частота.

Тесты цепей напряжения можно считать законченными после остановки генератора. Если необходимы - активируются функции защиты по напряжению и частоте (адрес **4001: Защ Пониж Напр = ВКЛ** или **ОТКЛ**, адрес **4101: Защ Повыш Напр = ВКЛ** или **ОТКЛ**, адрес **4201: ЧастотнаяЗащита = ВКЛ** или **ОТКЛ**, адрес **4301: ЗащОтПеревозб = ВКЛ** или **ОТКЛ**). Некоторые функции могут быть выведены путем задания соответствующих предельных значений (например, частота  $f^*$  задается равной  $f_{\text{ном}}$ ).

### 3.3.16 Проверка функции защиты статора от замыканий на землю

#### Общие положения

Процедура проверки функции защиты статора от повреждений на землю зависит от того, как подключен к сети генератор - через блочный трансформатор или напрямую к шинам. В обоих случаях необходимо проверить правильность работы и охват зоны защиты.

С целью проверить подавление помех на нагрузочном сопротивлении и зону защиты функции нужно один раз протестировать работу устройства при замыкании на землю на контактах машины (например, при 20 % номинального тока трансформатора) и один раз при замыкании на землю в сети.

#### Блочное подключение

В случае внешнего КЗ (на стороне высшего напряжения) напряжение помехи передается через емкость связи  $C_K$ , что ведет к увеличению напряжения смещения на стороне генератора. Для того, чтобы это напряжение не интерпретировалось защитой как КЗ внутри генератора, оно уменьшается при помощи нагрузочного сопротивления  $R_L$  до значения, равного приблизительно половине величины напряжения пуска **U0>** (адрес **5002**). С другой стороны, ток замыкания на землю, возникающий из-за нагрузочного сопротивления в случае замыкания на землю на генераторе, если возможно, не должен превышать 10 А.

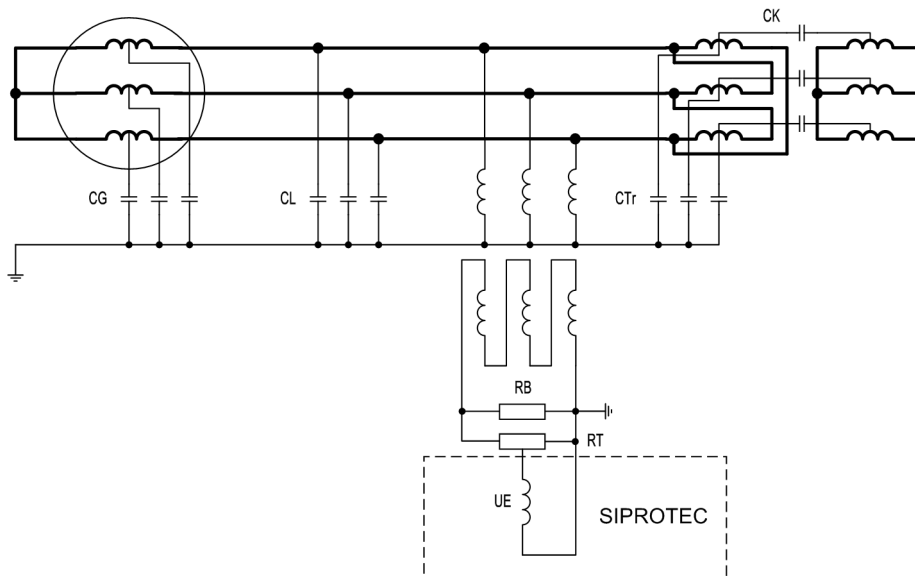


Рисунок 3-33 Блочное соединение генератор-заземляющий трансформатор

### Расчет защищаемой зоны

Емкость связи  $C_C$  и нагрузочное сопротивление  $R_B$  представляют собой делитель напряжения, поэтому  $R_B$  является сопротивлением  $R_B$  относительно схемы контактов машины.

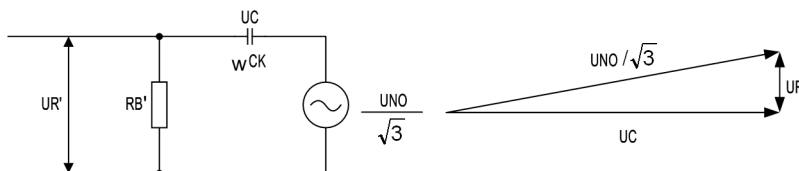


Рисунок 3-34 Эквивалентная схема и векторная диаграмма

Поскольку реактивное сопротивление емкости связи намного больше чем сопротивление нагрузочного резистора  $R_B'$ ,  $U_C$  предполагается равным  $U_{NO}/\sqrt{3}$  (сравните с векторной диаграммой с рисунка 3-34), где  $U_{NO}/\sqrt{3}$  - напряжение смещения нейтрали при полном смещении нейтрали сети (высокого напряжения). Применимо следующее:

$$\frac{R_B'}{1/(\omega C_C)} = \frac{R_R'}{U_{НОМ0}/(\sqrt{3})}$$

$$U_R' = R_B' \cdot \omega C_C \cdot U_{NU}/(\sqrt{3})$$

При коэффициенте трансформации напряжения TR заземляющего трансформатора:

$$U_R' = \frac{TR}{3} \cdot U_R \quad \text{и} \quad R_B' = \left(\frac{TR}{3}\right)^2 \cdot R_B$$

получаем:

$$U_R = \frac{TR}{3} \cdot R_B \cdot \omega C_C \cdot U_{NU} / (\sqrt{3})$$

При наличии делителя напряжения  $R_T$  500 В / 100 В это будет соответствовать напряжению смещения на входе устройства, составляющему:

$$U_E = \frac{1}{5} \cdot \frac{TR}{3} \cdot R_B \cdot \omega C_C \cdot U_{NU} / (\sqrt{3})$$

Величина пуска  $U0>$  для напряжения смещения нейтрали должно быть как минимум в два раза больше напряжения помехи.

Пример:

Сеть	$U_{NO}$	= 110 кВ
	$f_{Nom}$	= 50 Гц
	$C_C$	= 0,01 $\mu$ Ф
Трансформатор напряжения	10 кВ / 0,1 кВ	
Заземляющий трансформатор	TR	= 36
Нагрузочное сопротивление	$R_B$	= 10 $\Omega$

$$U_E = \frac{1}{5} \cdot \frac{36}{3} \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 314 \text{ с}^{-1} \cdot 0.01 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot \frac{110}{\sqrt{3}} \cdot 10^3 \text{ В} = 4.8 \text{ В}$$

В качестве уставки параметра **5002** по адресу  $U0>$  было выбрано значение 10 В, что соответствует зоне защиты = 90% (см. рисунок ниже).



### Примечание

При использовании в качестве трансформатора нейтрали, необходимо использовать коэффициент трансформации TR/3 вместо TR. Поскольку он имеет только одну обмотку, результат будет таким же.

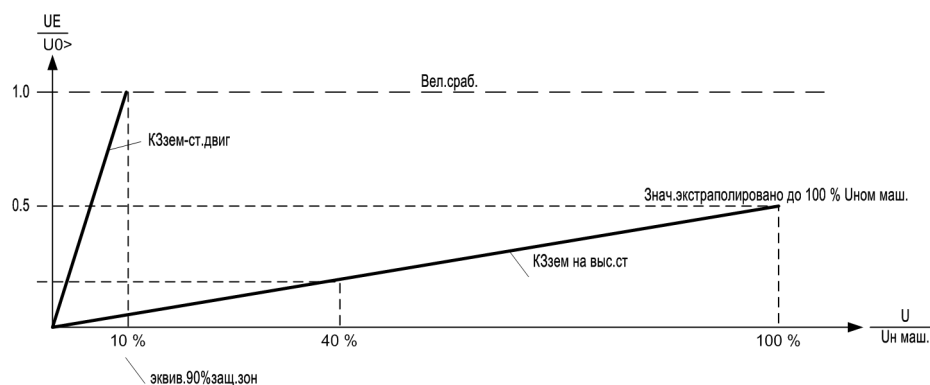


Рисунок 3-35 Напряжение смещения во время замыкания на землю

### Проверка работы функции при замыкании на землю на генераторе

Переключите функцию защиты ротора от замыканий на землю (адрес **ЗащСтат 33** (адрес **5001**) в режим **РелеБлокировано**. При использовании чувствительной защиты от замыканий на землю в качестве защиты ротора от замыканий на землю переключите ее в режим **РелеБлокировано** по адресу **5101**.

Отключив и заземлив первичное оборудование, установите шунт замыкания на землю в цепи контактов генератора.



#### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

Запустите медленно генератор и примените возбуждение при 20 % от  $U_{\text{ном}}$ .

Найдите величину  $U_E$  среди рабочих измеренных величин и проверьте ее на достоверность.

Если в системе имеются еще трансформаторы напряжения с подключенными разомкнутым треугольником обмотками, напряжение  $U_E$  необходимо измерить и для них.

Для зоны защиты  $Z$  применима формула:

$$Z = \frac{U_{\text{втор ном}} - U_{0>}}{U_{\text{втор ном}}} \cdot 100 \%$$

#### Пример:

Напряжение машины при пуске защиты  $0,1 \times U_{\text{втор ном}}$ .

Измеренное  $U_E = 10 \text{ В}$ .

Уставка  $U_{0>} = 10 \text{ В}$ .

Зона защиты  $Z = 90 \%$ .

Если напряжения подаются через входы в устройство, аварийное сообщение „U Earth Lx“ „Lx“ указывает на поврежденную фазу.

Остановите генератор. Удалите шунт замыкания на землю.

### Проверка при наличии замыкания на землю в сети

При отсутствии питания и наличии заземления в первичной сети установите шунт замыкания на землю на стороне высшего напряжения блочного трансформатора.



#### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.



### Предостережение!

Нейтраль трансформатора при проведении тестирования должна быть постоянно заземлена на стороне высшего напряжения!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Нейтраль блочного трансформатора при тестировании должны быть отключены от земли!

---

Запустите медленно машину и примените возбуждение при 30 % номинального тока машины.

Найдите среди рабочих измеренных величин  $U_E$ . Его величина экстраполируется относительно номинального напряжения машины (рисунок 3-35). Таким образом, расчетная величина должна соответствовать максимум половине величины пуска  $U_{0>}$  (адрес **5002**) (с целью получения необходимого запаса).

Остановите генератор и снимите возбуждение. Удалите шунт замыкания на землю.

**Если нейтраль стороны высокого напряжения блочного трансформатора при обычной работе должна быть заземлена, установите заземление нейтрали снова.**

Активируйте функцию защиты статора от замыкания на землю: введите по адресу **5001 ЗащСтат 33** значение **ВКЛ**. При использовании чувствительной защиты от замыканий на землю в качестве защиты статора от замыканий на землю активируйте и ее: введите по адресу **5101 MT3 Iee>** уставку **ВКЛ**.

### Прямое соединение с шинами

Прежде всего, необходимо проверить правильность функционирования и корректность данных нагрузочного оборудования: последовательность работы, временные пределы, и т.д., а также данные сети: данные заземляющего трансформатора и величину нагрузочного сопротивления (ответвления).

Переключите функцию защиты ротора от замыканий на землю (адрес **5001**) в режим **РелеБлокировано**. При использовании чувствительной защиты от замыканий на землю в качестве защиты статора от замыканий на землю переключите ее в режим **РелеБлокировано** по адресу **5101**.

При отсутствии питания и наличии заземления в первичной сети установите однофазный шунт замыкания на землю между контактами генератора и тороидальным трансформатором тока (см. следующий рисунок).

---



### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

---

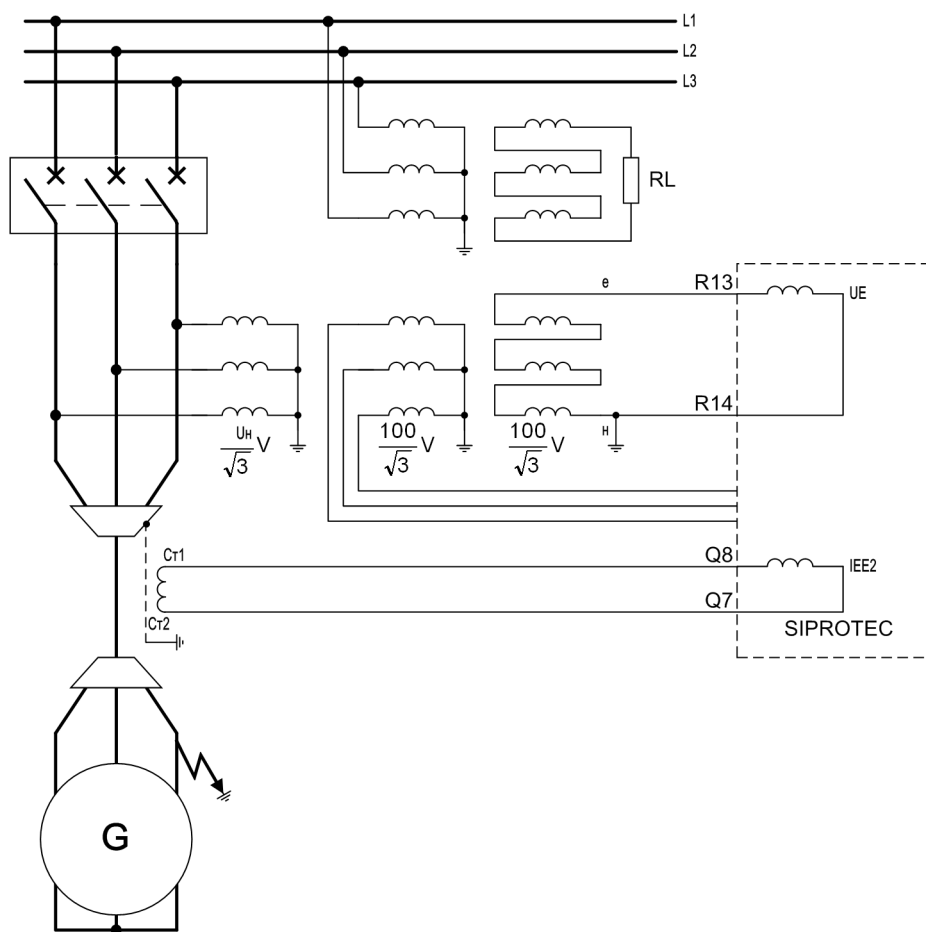


Рисунок 3-36 Замыкание на землю при подключении генератора к шинам

Для проведения этого теста необходимо, чтобы генератор был гальванически соединен с нагрузочным оборудованием. Если условия сети этого не позволяют, смотрите указания под заголовком „Проверка направления без нагрузочного сопротивления“.

Запустите генератор и медленно увеличивайте возбуждение до момента срабатывания защиты статора от замыканий на землю - до появления сообщения „**U0> Пуск**“ (при поставке не ранжировано). При этом также должно появиться сообщение „**3I0> Пуск**“ (при поставке не ранжировано тоже).

Найдите значения рабочих измеренных величин  $U_E$  и  $I_{EE2}$ . Если подключения осуществлены верно, величина напряжения соответствует процентному отношению напряжения на контактах машины к номинальному напряжению машины (при наличии отклонений в значениях номинального первичного напряжения заземляющего трансформатора или заземляющего трансформатора нейтрали, их нужно принять во внимание). Эта величина также соответствует значению уставки **U0>** по адресу **5002**.

Измеренная величина  $I_{EE2}$  должна быть приблизительно равна или быть чуть выше значения уставки **3I0>** по адресу **5003**. Это даст гарантию того, что определяемая уставкой **U0>** защищаемая зона не уменьшится за счет слишком медленного пуска защиты.

Для защищаемой зоны  $Z$  применима формула:

$$Z = \frac{U_{\text{втор ном}} - U_{0>}}{U_{\text{втор ном}}} \cdot 100 \%$$

Пример:

Напряжение машины при пуске защиты  $0,1 \times U_{ном}$ .

Измеренное  $U_E = 10 \text{ В}$ .

Уставка  $U0 > = 10 \text{ В}$ .

Зона защиты  $Z = 90 \%$ .

### С определением направления

Тестирование процедуры определения направления замыкания на землю требует проверки подключений тока и напряжения на корректность и соблюдение полярности. При этом возбуждение машины доводится до напряжения, которое соответствует напряжению смещения выше величины пуска. Если полярность верна, выдается сообщение об отключении „ЗащСтат33 Откл“ (при поставке ранжировано на светодиод LED 6).

Затем осуществляется проверка на перекрестные подключения. После снятия возбуждения с генератора и его останова шунт замыкания на землю устанавливается на другую сторону трансформаторов тока (если смотреть со стороны машины).



### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

---

После нового пуска и возбуждения генератора выше величины пуска напряжения смещения появляется сообщение „U0 > Пуск“ (при поставке устройства назначено на LED 2 для групп сообщений), но сообщение „3I0 > Пуск“ не появляется и отключения не происходит. Измеренная величина IEE должна быть очень мала и, поскольку при номинальном возбуждении в расчет не принимается, должна быть больше половины от значения уставки 3I0 >.

Остановите генератор и снимите возбуждение. Удалите шунт замыкания на землю.

### Проверка направления с использованием тороидальных трансформаторов тока (без нагрузочного сопротивления)

Если не имеется нагрузочного оборудования и проведение проверки с использованием КЗ невозможно, тогда производится тестирование со вторичными величинами, но с использованием первичного симметричного тока нагрузки:

При подаче тока от тороидального трансформатора остаточного тока осуществляется обход трансформатора напряжения (например, L1), что моделирует образование напряжения смещения (см. следующий рисунок). Из той же фазы тестовый ток подается через полное сопротивление Z на тороидальный трансформатор. Подключение и направление тока через тороидальный трансформатор должны быть тщательно проверены. Если величина тока слишком мала для пуска, его действие может быть усилено путем многократного замыкания проводника на тороидальный трансформатор.

В качестве сопротивления Z используется либо резистор (30 - 500  $\Omega$ ), либо емкость (10 - 100  $\mu\text{Ф}$ ), подключенные последовательно с сопротивлением ограничения броска тока намагничивания (прибл. 50 - 100  $\Omega$ ). При условии правильных соединений применение указанной схемы приводит к выдаче сообщений „U0 > Пуск“, „3I0 > Пуск“ и, наконец, „ЗащСтат33 Откл“ (светодиод LED 6).



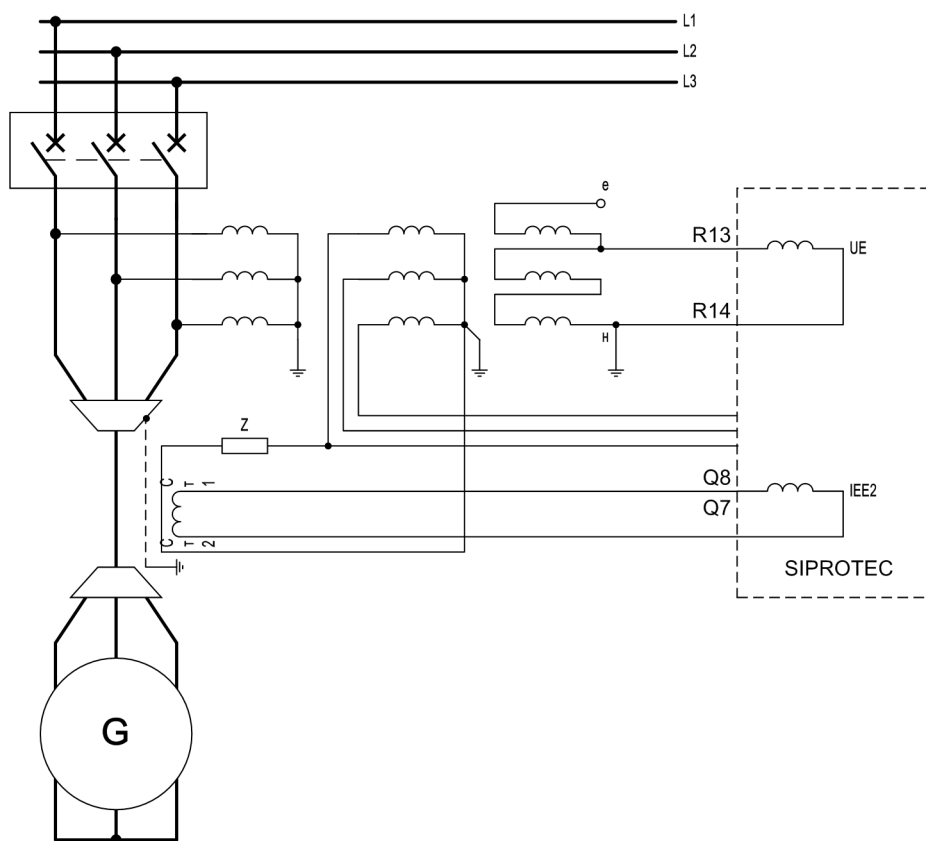


Рисунок 3-37 Проверка направления с помощью тороидального трансформатора

### Проверка направления с использованием схемы Холмгрин

Если ток поступает по схеме Холмгрин, напряжение смещения получают тем же способом, что был описан выше. Только тот ток, трансформатор которого находится в той же фазе, что и "обойденный" подключенный треугольником трансформатор напряжения, подается в цепь тока. Если активная мощность имеет направление к генератору, к реле применяются те же процедуры - в принципе - что и в случае замыкания на землю в направлении генератора в компенсированной сети и наоборот.

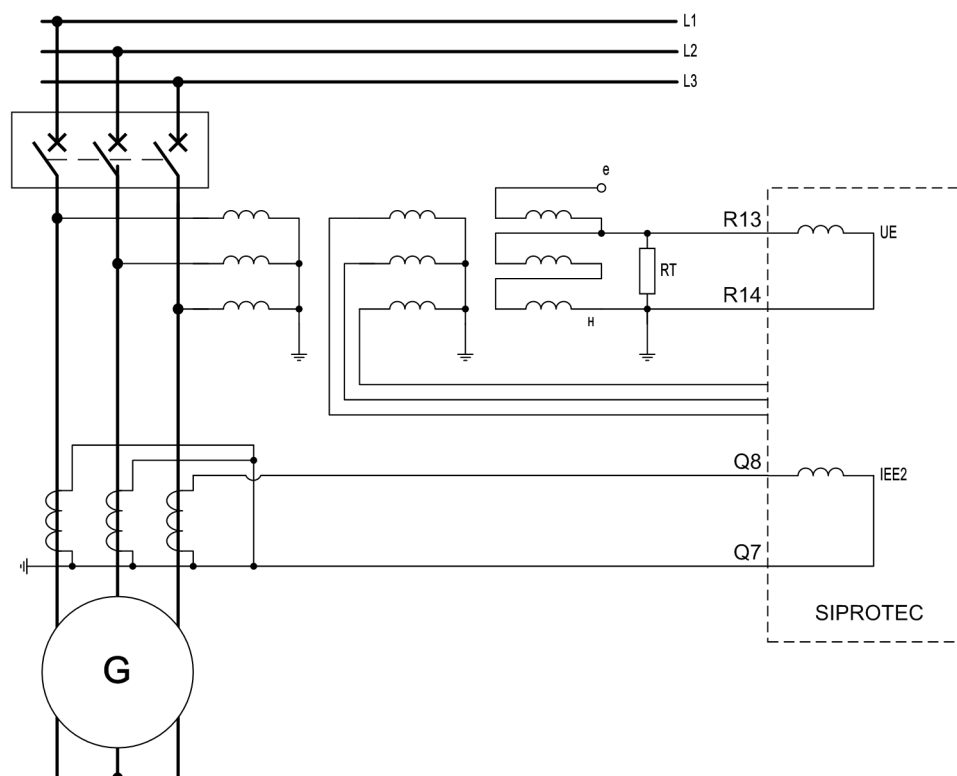


Рисунок 3-38 Проверка направления с использованием схемы Холмгрена

Если в изолированной сети при тестировании для измерения реактивного тока необходимо сохранять цепи напряжения неразомкнутыми, помните, что при протекании мощности с индуктивным компонентом в прямом направлении в результате получается обратное направление (в отличие от повреждения в этом направлении).

После выполнения проверок направления остановите генератор. Проверьте подключение проводов и, если необходимо, перемонтируйте схему.

### Паразитный ток

Для расчета паразитного тока на выключателе устанавливают трехфазную закоротку, способную выдержать величину номинального тока. Медленно запустите генератор и примените возбуждение, соответствующее номинальному току машины.

Считайте рабочее измеренное значение  $I_{EE2}$ . Эта величина определяет величину уставки по адресу **5003 310>**. Параметр **310>** должен быть приблизительно в два раза больше измеренной величины для получения достаточного запаса между током замыкания на землю, используемого для определения направления, и паразитным током. Затем, проверьте, не нужно ли уменьшить защищаемую зону, определяемую величиной уставки **U0>**.

Активируйте функцию защиты статора от замыкания на землю. Введите по адресу **5001 „ЗащСтат33 Откл“** значение **ВКЛ**.

### 3.3.17 Проверка работы функции 100 % защиты статора от замыканий на землю

#### Общие положения

Функция 100 % защиты статора от замыканий на землю проверяется совместно с функцией 90 % защиты статора от замыканий на землю.

Переключите функцию 100 % защиты статора от замыканий на землю (адрес **5301 100% ЗащСтат33**) в режим **РелеБлокировано** (если этого еще не сделано). Кроме того, необходимо проверить работоспособность дополнительного оборудования устройства.

Тестирование производится в соответствии с детально описанными ниже процедурами.

#### Проверка в отсутствии замыкания на землю

Запустите генератор, он должен достигнуть своего номинального напряжения. Защита при этом не запускается.

Необходимо проверить рабочие измеренные величины. Найдите среди них действующее значение тока **I SEF**. Расчетная величина тока повреждения должна соответствовать максимум половине величины пуска **ЗашСтат I>>** (адрес **5306**), (с целью получения необходимого запаса).

Остановите генератор.

#### Проверка при наличии замыкания на землю в зоне машины

Подключите генератор 20 Гц (7ХТ33) к постоянному напряжению или внешнему источнику трехфазного напряжения.

Отключив и заземлив первичное оборудование, установите однофазный шунт замыкания на землю в цепи контактов генератора.



#### ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

Запустите медленно генератор и примените к нему возбуждение не более  $U_N/\sqrt{3}$ , пока 90% защита от замыкания на землю не работает (пороговое значение пуска **U0>**).

При наличии установленной закоротки ступени 100% защиты (сигнальная и отключения) должны сработать немедленно при включении напряжения питания генератора 20 Гц.

Для проверки возможностей пуска токовой ступени **ЗашСтат I>>** считайте измеренное значение **I SEF** среди рабочих измеренных величин при напряжении, равном 10 - 20 % от напряжения смещения. Полученная величина должна быть приблизительно равной величине пуска ступени **ЗашСтат I>>**, заданной по адресу **5306**. Это гарантирует покрытие токовой ступенью 100% защиты статора от замыкания на землю защитной зоны, равной приблизительно 80 - 90 % обмотки дополнительно к 100 % защите по сопротивлению.

#### Проверка при наличии замыкания на землю в сети

При отсутствии питания и наличии заземления в первичной сети установите однофазный шунт замыкания на землю на стороне высшего напряжения блочного трансформатора.



### **ОПАСНО!**

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

---



### **Предостережение!**

Нейтраль трансформатора должна быть постоянно заземлена на стороне высшего напряжения при проведении тестирования!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Нейтраль блочного трансформатора при тестировании должны быть отключены от земли!

---

Запустите медленно генератор и примените возбуждение при 30 % номинального тока машины (максимум - 60%).

100 % и 90 % защиты статора от замыканий на землю не сработают.

Проверки, производимые для 90% защиты статора от повреждения на землю, приведены под заголовком „Проверка при наличии замыкания на землю в сети“ в предыдущем разделе.

Для проверки 100% защиты статора от замыкания на землю считайте рабочее измеренное значение **ISEF**. Эта величина экстраполируется на приблизительно 1,3 номинального тока машины. Для получения необходимого страхового запаса ступени тока 100% защиты статора от замыкания на землю экстраполированная величина тока не должна превышать половины величины пуска ступени **ЗащСтат I>>** (адрес **5306**).

Остановите генератор и снимите возбуждение. Удалите шунт замыкания на землю.

**Если нейтраль стороны высокого напряжения блочного трансформатора при обычной работе должна быть заземлена, установите заземление нейтрали.**

Если на генератор 20 Гц должно поступать питание с трансформаторов напряжения контактов машины, этот или другой вид подачи питания (например, питание постоянным напряжением от батареи) должен поддерживаться постоянно.

Если никакие дополнительные специальные проверки больше не нужны, активируйте функцию 100% защиты статора от замыкания на землю: введите по адресу **5301 100% ЗащСтат33** значение **ВКЛ**.

### 3.3.18 Проверка чувствительной защиты от замыкания на землю при использовании ее для защиты ротора от замыканий на землю

При использовании чувствительной защиты от замыканий на землю в качестве защиты ротора от замыканий на землю по адресу **5101 MT3 Iee>** вводят уставку **РелеБлокировано**.



#### Предостережение!

Если цепь ротора не изолирована от земли, то в случае использования для целей тестирования закоротки на землю это может привести к двойному КЗ!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Убедитесь в том, что цепь тестируемого ротора полностью изолирована от земли, это необходимо для исключения двойного КЗ в случае использования при тестировании закоротки на землю!

Замыкание на землю моделируется при помощи закорачивающего на землю резистора (закоротки), сопротивление которого примерно равно необходимому сопротивлению отключения. В генераторах с возбуждением вращающимся выпрямителем закоротка помещается между двумя измерительными контактными кольцами; в генераторах с возбуждением через контактные кольца - между кольцом и землей.

Запустите генератор, он должен достигнуть своего номинального напряжения. Если возможно - установите измерительные щетки в рабочее положение. При этом не важно - сработает ли чувствительная защита от замыкания на землю или нет. В этом случае величину протекающего тока замыкания на землю  $I_{EE}$  можно будет найти среди измеренных данных повреждения в устройстве защиты.

Убедитесь в том, что этот измеренный ток замыкания на землю примерно равен величине пуска (адрес **5102 IEE>** для чувствительного обнаружения замыкания на землю. Однако, здесь нельзя вводить уставку, меньшую двойного значения паразитного тока, имеющегося при нормальной работе изоляции.

В генераторах с возбуждением через токособирательные (контактные) кольца тест повторяется и для другого контактного кольца.

Остановите генератор. Удалите резистор замыкания на землю.

Затем активируйте функцию чувствительного обнаружения замыканий на землю, используемую для защиты ротора от замыкания на землю: введите для **MT3 Iee>** значение **ВКЛ** по адресу **5101**.

### 3.3.19 Проверка защиты ротора от замыкания на землю в процессе работы машины

#### Защита ротора от замыканий на землю (R, fn)

В Разделе 3.3 защита ротора от замыканий на землю с использованием сопротивления земли проверялась на не работающей машине. Для исключения возможного влияния работающего генератора на измерительные цепи рекомендуется произвести дополнительную проверку при работе машины.



#### Предостережение!

Если цепь ротора не изолирована от земли, то в случае использования для целей тестирования закоротки на землю это может привести к двойному КЗ!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Убедитесь в том, что цепь тестируемого ротора полностью изолирована от земли, это необходимо для исключения двойного КЗ в случае использования при тестировании закоротки на землю!

---

Для проведения проверки повреждение на землю моделируется аналогично вышесказанному с использованием резистора сопротивлением примерно 90% от сопротивления отключения (**RE<< Отключ**, адрес **6003**). В машинах с возбуждением вращающимся выпрямителем резистор помещается между двумя измерительными контактными кольцами; в машинах с возбуждением через контактные кольца - между кольцом и землей.

Запустите генератор, он должен достигнуть своего номинального напряжения. Если возможно - установите измерительные щетки в рабочее положение.

Функция защиты ротора от замыкания на землю выдаст сообщение о пуске и, по истечении времени **T RE<< Отключ** (установлено =10 с при поставке), - сообщение об отключении (на светодиоде LED 2 и LED 1 - в виде группового сообщения о пуске защиты и отключении).

Рассчитанное устройством сопротивление земли можно найти среди сообщений о повреждении на землю - „**Rзем**“.

В генераторах с возбуждением через токособирательные (контактные) кольца тест повторяется и для другого контактного кольца.

Остановите генератор. Удалите резистор замыкания на землю.

Активируйте функцию защиты ротора от замыкания на землю: введите для **ЗащРот 33** значение **ВКЛ** по адресу **6001**.

#### Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)

В Разделе 3.3 защита ротора от замыканий на землю была протестирована в состоянии останова машины. Для исключения возможного влияния работающего генератора на измерительные цепи особенно влияния системы возбуждения, рекомендуется произвести дополнительную проверку при работе машины.



### Предостережение!

Если цепь ротора не изолирована от земли, то в случае использования для целей тестирования закоротки на землю это может привести в двойному КЗ!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Убедитесь в том, что цепь тестируемого ротора полностью изолирована от земли, это необходимо для исключения двойного КЗ в случае использования при тестировании закоротки на землю!

Для проведения проверки повреждение на землю моделируется с использованием резистора сопротивлением примерно 90% от сопротивления отключения (**6103**, адрес **RE<< Отключ**). В машинах с возбуждением вращающимся выпрямителем резистор помещается между двумя измерительными контактными кольцами; в машинах с возбуждением через контактные кольца - между кольцом и землей.

Запустите генератор, он должен достигнуть своего номинального напряжения. Если возможно - установите измерительные щетки в рабочее положение.

Проверьте рабочее измеренное значение Rearth и наличие сообщения („**ЗащРот(1-3)Пск**“) и, по истечении времени **T RE<< Отключ** (установлено =10 с при поставке), проверьте наличие сообщения об отключении („**ЗащРот(1-3)Отк**“).

Задайте сопротивление, приблизительно равное 90 % сопротивления сигнальной ступени (адрес **6102 RE< Предупр**), считайте рабочее измеренное значение „**Rзем**“ и проверьте наличие предупредительного сообщения („**ЗащРот(1-3)Сиг**“). Если имеется сильное влияние со стороны системы возбуждения, может быть необходимо уменьшить сопротивление, введенное для сигнальной ступени.

Удалите заземляющий резистор и проверьте рабочие измеренные величины и контроль измерительных цепей „**ЗащРот(1-3)Разм**“ при отсутствии повреждения. Если модуль контроля измерительных цепей выдает спонтанные сообщения, уменьшите величину пуска модуля (адрес **6106 Qc<**) или деактивируйте модуль.

В генераторах с возбуждением через токособирательные (контактные) кольца тест повторяется и для другого контактного кольца.

Остановите генератор. Удалите резистор замыкания на землю.

Активируйте функцию защиты ротора от замыкания на землю: задайте для **ЗащРот(1-3 Гц)** значение **ВКЛ** по адресу **6101**.

### 3.3.20 Проверка функции защиты от витковых КЗ

Переключите функцию защиты от витковых КЗ (адрес **5501**) в режим **РелеБлокировано**.

Асимметрии обмоток статора ослабляют чувствительность защиты. В этом случае возникновение двойного КЗ будет особенно критично.

---

#### Предостережение!



Даже те токи повреждения, величина которых меньше номинального, из-за несимметричности нагрузки могут вызвать термическое повреждение генератора (ток обратной последовательности)!

В первую очередь необходимо определить величину максимального тока повреждения.

---

При возбуждении генератора с помощью номинального тока получаем следующие величины токов обратной последовательности:

Однофазное КЗ	Двухфазное КЗ
$100/3 = 33,3 \%$	$100/\sqrt{3} = 57,7 \%$

Если, например, постоянно допустимый ток несимметричной нагрузки составляет 11%, не должны быть превышены следующие значения тока генератора:

Однофазное КЗ	Двухфазное КЗ
$11 \%/33,3 \% \cdot I_{\text{ном, ген}} = 0,33 I_{\text{ном, ген}}$	$11 \%/57,7 \% \cdot I_{\text{ном, ген}} = 0,19 I_{\text{ном, ген}}$
выбр. $0,3 I_{\text{ном, ген}}$	выбр. $0,17 I_{\text{ном, ген}}$

Эти процентные соотношения применяются и к току возбуждения.

Установите двухфазную закоротку, подходящую для проведения тестового тока, на контакты генератора.

---

#### ОПАСНО!



Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

---

Запустите машину и приложите к ней допустимое возбуждение, измерьте ток возбуждения и напряжение смещения, их значения можно будет найти среди рабочих измеренных величин.

Остановите генератор. Удалите короткозамкнутый шунт.

Измеренное напряжение смещения нужно будет экстраполировать к номинальному току возбуждения для гарантии того, что защита не сработает ошибочно при внешнем КЗ. Теперь для функции вводится уставка, равная как минимум двум значениям величины тока повреждения при номинальном возбуждении.

Если известна величина тока форсировки возбуждения, напряжение повреждения нужно экстраполировать относительно этой величины. Зона защиты устанавливается в 1,5 раза больше величины повреждения.

Чтобы выяснить, насколько чувствительна защита, определите величины обмотки защищаемой фазы без нагрузки. Для этого установите однофазную закоротку между проводником и нейтралью.





## ОПАСНО!

Первичные измерения должны производиться только в режиме простоя генератора на отключенном и заземленном оборудовании энергосистемы.

Настройте процедуру возбуждения на „ручной“ режим.

Запустите генератор, но не применяйте возбуждения выше, чем то, при котором не будет превышена расчетная несимметричная нагрузка (случай однофазного КЗ). Считайте измеренное напряжение смещения среди рабочих измеренных величин.

Остановите генератор. Удалите короткозамкнутый шунт.

Экстраполируйте измеренное значение напряжения на величину напряжения при возбуждении без нагрузки. Из этой величины можно получить процентную величину защищаемой зоны обмотки.

$$\frac{U_{\text{витк (возб. без нагр.)}} - U_{\text{уставки}}}{U_{\text{витк (возб. без нагр.)}}} 100 \%$$

Предполагается, что напряжение  $U_{\text{витк(возб. без нагр.)}}$  линейно растет с увеличением количества закороченных витков. На самом деле, рост напряжения при витковом КЗ, затронувшем небольшое количество витков, гораздо выше, т.е. защита более чувствительна, чем при расчетах. Для простоты же используется линейный подход.

После завершения испытаний активируйте функцию защиты от витковых КЗ, для этого введите по адресу **5501 to ЗащВиткКЗ** значение **ВКЛ**.

### 3.3.21 Тестирование в сети



#### Примечание

Поскольку функция защиты настраивает тактовую частоту, при проведении тестов необходимо, чтобы фазное напряжение номинальной частоты (например,  $U_{L1}$ ) подавалось как минимум на один из входов напряжения.

#### Проверка соблюдения полярности подключений

Следующая процедура проверки применяется к синхронным **генераторам**.

Запустите генератор и синхронизируйте его с сетью. Медленно увеличивайте мощность возбуждения (до приблизительно 5%).

Величину активной мощности можно найти среди рабочих измеренных величин (процентных величин) - как процентное отношение положительной активной мощности  $P$  к номинальной полной  $S_{\text{ном}}$ .

Если нужно отобразить величину отрицательной мощности, распределение направления между группой трансформаторов тока стороны 2 и группой трансформаторов напряжения не будет соответствовать заданному по адресу **210 (ОбщТчТТ->Об Ст2: ДА или НЕТ)**, или значение по адресу **1108 Акт Мощность**, равное **Генератор** или **Двигатель** введено неверно. Уставку по адресу **210** нужно поменять, согласно тому, как это необходимо.

Если значение мощности продолжает оставаться неправильным, можно предположить наличие ошибок в монтаже схемы трансформатора (например, циклический сдвиг фаз):

- Устраните неисправности в цепях трансформатора (тока и/или напряжения); соблюдая при этом правила техники безопасности,
- Повторите проверку.

### Измерение мощности машины и коррекция угловой погрешности

Оставьте защиту от реверса мощности (адрес **3101**) и функцию контроля прямого направления активной мощности (адрес **3201**) в режиме **ВЫКЛ.** Это, а также выполнение следующих измерений, не является необходимым в случае применения устройства для защиты двигателей.

Вне зависимости от величины тока возбуждения генератора, т.е. от реактивной мощности  $Q$ , двигательная мощность – как и активная мощность – практически постоянна. Однако, устройство защиты может определять и отображать на дисплее различные величины двигательной мощности из-за наличия угловой погрешности трансформаторов тока и напряжения. Характеристика активной / реактивной двигательной мощности не будет представлять собой прямую, параллельную оси активной мощности на диаграмме мощности машины. Следовательно, необходимо измерять отклонения величин углов в трех точках измерения и вычислять параметр коррекции  $W0$ . Угловые погрешности внутренних входных трансформаторов устройства уже скомпенсированы на заводе. Осуществлять такую проверку рекомендуется если для защиты от реверса мощности введены чувствительные уставки.

Снизьте мощность возбуждения до 0, закрыв регулировочные клапаны. Теперь генератор потребляет энергию из сети.

---

#### Предостережение!



Перегрев входа реверсивной мощности генератором.

Функционирование турбины без охлаждения паром может привести к перегреву лопаток турбины!

Подача реверсивной мощности на турбоагрегат допустима только в течение короткого промежутка времени.

---

#### Предостережение!



Недовозбуждение может привести к выпадению из синхронизма!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Функционирование при пониженном возбуждении допустимо только в течение короткого промежутка времени.

---

Произведите следующие действия:

1. Регулируйте возбуждение, пока величина реактивной мощности не станет приблизительно равной нулю ( $Q = 0$ ). Для этого найдите значение активной мощности со знаком (отрицательным) среди рабочих измеренных величин и пометьте его как  $P_0$  (см.таблицу ниже). Найдите также значение реактивной мощности со знаком среди рабочих измеренных величин и пометьте его как  $Q_0$  (см.таблицу ниже).
2. Постепенно увеличивайте возбуждение до 30% от номинальной полной мощности генератора (перевозбужденного).
  - Найдите значение двигательной мощности с указанием полярности (знак минус) среди рабочих измеренных величин и пометьте его как  $P_1$  (см.таблицу ниже).
  - Найдите значение реактивной мощности  $Q_1$  с указанием полярности (знак плюс) и запишите его.
3. Постепенно снизьте возбуждение до 30% от номинальной полной мощности генератора (недовозбужденного).
  - Найдите значение двигательной мощности  $P_2$  с указанием полярности (знак минус) среди рабочих измеренных величин и запишите его (см.таблицу ниже).
  - Найдите значение реактивной мощности  $Q_2$  с указанием полярности (знак минус) и запишите его (см.таблицу ниже).
4. Отрегулируйте генератор на возбуждение без нагрузки и остановите его или выберите нужный режим работы.



Рисунок 3-39 Определение параметра угла коррекции W0

Полученные с устройства измеренные величины  $P_1$  и  $P_2$  теперь используются для расчета параметра коррекции угловой погрешности ТТ. Рассчитайте угол коррекции по следующей формуле:

$$\varphi_{\text{корр}} = \text{atan} \frac{P_1 - P_2}{Q_1 - Q_2}$$

**Величины мощности подставляются в формулу с учетом их полярности (знака)! Иначе Вы получите неверный результат!**

Эта величина корректировки угла  $\varphi_{\text{согг}}$  вводится с тем же самым знаком в качестве новой уставки параметра коррекции угла по адресу **204 ТТ угол W0**:

Величина уставки **ТТ угол W0** =  $\varphi_{\text{согг}}$

Четверть суммы измеренных величин  $P_1 + P_2$  вводится в качестве величины пуска защиты от реверса мощности **P>ПускРевМощн** по адресу **3102**.

### Настройка защиты от реверса мощности

Если генератор подключен к сети, реверс мощности может быть вызван:

- закрытием регулировочных клапанов,
- закрытием клапана отключения.

По причине вероятных утечек клапанов проверку реверса мощности нужно производить - если возможно - в обоих случаях.

С целью перепроверить правильность уставок, повторите процедуру измерения реверса мощности снова. Для этого защита от реверса мощности (адрес **3101**) переводится в режим **РелеБлокировано** для проверки ее эффективности (с использованием сообщений).

Запустите генератор и синхронизируйте его с сетью. Закройте клапаны регулировки.

На основе рабочих измеренных величин активной мощности можно получить значение двигательной мощности, измеренного устройством защиты. 50% от этой величины вводят в качестве уставки защиты от реверса мощности.

Увеличьте мощность возбуждения.

Далее проверьте **критерий запорного клапана**. Предполагается, что дискретный вход „>Быстр, ЗРМ“ ранжирован корректно и управляется критерием запорного клапана (реле давления или концевым выключателем запорного клапана).

Закройте запорный клапан.

На основе рабочих измеренных величин активной мощности можно получить значение двигательной мощности, измеренного устройством защиты.

Уставку защиты от реверса мощности следует задавать равной 50% вышеуказанной величины, если эта величина меньше реверсивной мощности при закрытом запорном клапане.

При помощи активации функции защиты от реверса мощности остановите генератор.

Включите (**ВКЛ**) функцию защиты от реверса мощности (адрес **3101**) и - если используется - функцию контроля мощности прямой волны (адрес **3201**).

### Проверка функции защиты от потери возбуждения

Параметр коррекции угловой ошибки  $W0$ , определенный при помощи функции защиты от реверса мощности и заданный по адресу **204** применяется и для функции защиты от недовозбуждения.

В этом разделе считываются рабочие измеренные величины реактивной мощности и осуществляется проверка на их достоверность с помощью проверки направления. Более никаких проверок осуществлять не нужно.

Если, тем не менее, необходимо произвести какие-либо проверки уровня нагрузки, используйте приведенную ниже процедуру.

---

#### Предостережение!



Недовозбуждение может привести к выпадению генератора из синхронизма, в отдельных случаях - с увеличением активной мощности!

Несоблюдение следующих процедур может привести к незначительным травмам или материальному ущербу.

Функционирование при пониженном возбуждении допустимо только в течение краткого промежутка времени.

---

Для проверки под нагрузкой переключите защиту от потери возбуждения (адрес **3001**) в режим **РелеБлокировано**.

Правильность функционирования проверяется путем применения свободно выбранных уровней нагрузки при условиях перевозбуждения или, затем, недовозбуждения. Проверка достоверности выполняется путем считывания соответствующих рабочих измеренных величин с устройства защиты и сравнения их с измеренными величинами, полученными из системы управления и измерения.

Переключите защиту от потери возбуждения (адрес **3001**) в режим **ВКЛ**.



### Примечание

Если функционирование с емкостной нагрузкой невозможно, точки нагрузки в диапазоне недовозбуждения могут быть получены путем изменения полярности подключений трансформатора тока (адрес **210**). Таким образом, характеристики защиты от потери возбуждения зеркально отражаются относительно начала координат. Помните, что при этом защита от реверса мощности должна находиться в режиме **ОТКЛ** (адрес **3101**), поскольку ее характеристика также будет зеркально отражена (из диапазона двигателя в диапазон генератора).

Поскольку устройство защиты выдает значение каждого уровня нагрузки среди рабочих измеренных величин, нет необходимости достигать предельной линии недовозбуждения.

### Проверка направленной функции максимальной токовой защиты

При определении полярности подключений направление функции защиты **I>>** (Раздел 2.9) однозначно определяется по опорной стрелке в устройстве защиты. При выработке генератором активной мощности (рабочее измеренное значение **P** положительно) и если по адресу **1108 Акт Мощность** введено **Генератор**, сеть работает в прямом направлении.

Для исключения случайных микросоединений рекомендуется произвести проверку с использованием тока малой нагрузки. Произведите следующие действия:

- Переключите направленную ступень высокого тока **1301 МТЗ I>>** в режим **РелеБлокировано**, уставку **I>>** (параметр **1302**) введите максимально чувствительной (= 0,05 А при номинальном токе 1А а и = 0,25 А при номинальном токе 5А).
- Увеличьте ток нагрузки (омический, или омически-индуктивный) до значения, большего величины пуска, и как только появится сообщение о пуске (No. 1801 - 1803), проверьте наличие сообщений 1806 „**I>> Вперед**“ и 1807 „**I>> Назад**“.
- Сравните направление из сообщений с заданным в уставках (**1304 Направленность**). При стандартной схеме с трансформаторами тока на стороне терминала по адресу **1304 Направленность** должно быть задано обратное направление и должно ранжировано сообщение „**I>> Вперед**“ (No. 1806).
- Измените величину пуска по адресу **1302** снова на обычное значение и переключите функцию защиты по адресу **1301 МТЗ I>>** в режим **ВКЛ**.

### Проверка защиты от замыкания на землю IEE-B

Переключите защиту от замыкания на землю IEE-B в режим **РелеБлокировано** по адресу **5401 ЧувЗемМТЗ IEE-B**.

При пребывании генератора в состоянии простоя, ток (определяется количеством тестовых витков) должен подаваться через тестовую обмотку трансформатора подшипникового тока, пуск функции защиты должен проверяться с использованием значения уставки по умолчанию (тестовый ток должен превосходить ее в два раза). При этом в первую очередь

осуществляется тестирование обмотки, и - дополнительно - проверка поведения функции при пуске, а также правильное ранжирование (сигналов).

После тестирования „синхронизации“ необходимо произвести следующие первичные проверки.

Произведите следующие действия:

- Синхронизируйте генератор с электрической сетью и запустите его под нагрузкой.
- Запустите процесс протоколирования аварийных событий в DIGSI и определите доминирующий компонент частоты с использованием SIGRA. В зависимости от конфигурации, определите метод протоколирования повреждения для входов  $I_{ee1}$  или  $I_{ee2}$ . В зависимости от результата, задайте соответствующий метод измерений по адресу **5406**. Если возможно, проверьте все 3 варианта (**Основная гарм., 3-я Гармоника и 1 и 3 гарм.**) и затем выберите метод, дающий наилучший результат.
- После ввода выбранного метода измерений считайте величину тока повреждения среди рабочих измеренных величин.
- Рассчитайте величину пуска функции путем умножения величину тока повреждения на коэффициент запаса (минимум 1,5) и затем введите значение по адресу.
- Убедитесь в том, что функция защиты на осуществит пуска при этом токе. Может быть необходимо использовать другие состояния возбуждения.
- При работающем генераторе подключите тестовое сопротивление (0 - 30  $\Omega$ ) между подшипником генератора и землей с использованием контактного кольца вблизи кожуха подшипника. Уменьшайте величину сопротивления до того момента, пока защита не осуществит пуск. При „дребезге“ пуска слегка увеличьте выдержку времени по адресу **5407**. Однако, это время не должно превышать 1 с.

После завершения теста активируйте чувствительную защиту от замыкания на землю, введя значение **ВКЛ** по адресу .

### 3.3.22 Создание тестового аварийного сообщения

#### Общие положения

По окончании процесса пуско-наладки производится оценка правильности функционирования защиты, например, при переходных процессах включения присоединения под нагрузку, проводятся соответствующие опыты. Наиболее полный объем информации о поведении защиты предоставляют зарегистрированные устройством осциллограммы - мгновенные значения аналоговых параметров процесса (события).

#### Требования

Вместе с возможностью записи осциллограмм при пуске защитных функций, в устройстве 7UM62 существует возможность получения таких данных при внешнем запуске функции регистрации через сервисный интерфейс с помощью программы DIGSI, через последовательный интерфейс, или через дискретный вход. В последнем случае событие „>ПУСК Регистр“ должно быть назначено на дискретный вход. Пуск процесса записи происходит, например, через дискретный вход при включении защищаемого объекта.

Организация обработки данных регистрации при внешнем запуске функции (без пуска защиты) не отличается от режима обычного (внутреннего) запуска при действии защиты при повреждении, т.е., каждой осциллограмме присваивается собственный порядковый номер, позволяющий ее однозначно идентифицировать. Однако, зарегистрированные при тестировании данные не соответствуют реальному повреждению, поэтому в данном случае сообщения, характеризующие повреждение, не формируются в буфере памяти поскольку событие не является аварийным.

### Запуск функции регистрации

Для запуска осциллографирования измерений при испытаниях с помощью DIGSI, щелкните на пункт **Проверка** в левой части окна. Щелкните дважды мышью на пункте **Проверка формы сигнала** в списке окна.

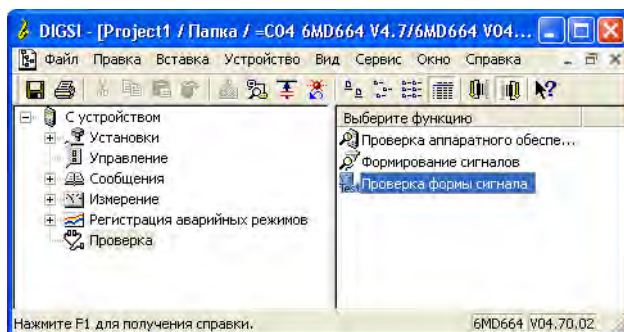


Рисунок 3-40 Пример запуска записи осциллограмм с помощью DIGSI

Регистрация данных запускается немедленно. Во время записи осциллограмм в левой части строки состояния выдается сообщение. Прогресс выполнения процедуры отображается сегментами.

Для просмотра и анализа зарегистрированных данных Вам необходима одна из программ: SIGRA или ComtradeViewer.

## 3.4 Окончательная подготовка устройства

Болты крепления устройства необходимо хорошо затянуть. Все винтовые зажимы (даже незадействованные) необходимо также хорошо затянуть.



### Предостережение!

#### Не применять излишнюю силу!

Несоблюдение следующих мер может привести к незначительным травмам персонала или повреждениям оборудования.

Вращающиеся моменты не должны быть превышены, поскольку при этом можно сорвать резьбу!

**Если уставки изменялись во время проведения испытаний, необходимо еще раз проверить их значения.** Проверьте в данных энергосистемы все ли функции защиты, дополнительные функции и функции управления установлены правильно по требуемым параметрам (Раздел 2). и все ли необходимые функции введены (**ON (ВКЛ)**). Храните копию всех рабочих уставок на ПК.

Нужно проверить внутренние часы устройства. Если это необходимо, установить или синхронизировать внутренние часы, т.к. как автоматически они не синхронизируются. Указания к этому см. в Системном Описании SIPROTEC 4./1/.

Данные буферов сообщений должны быть стерты в **MAIN MENU (Главное меню) → Annunciation (Сообщения) → Set/Reset (Ввести/Сбросить)**, это необходимо для того, чтобы накапливаемая там в будущем информация была связана только с фактическими событиями и состояниями (см. также /1/). Счетчики статистики переключений должны быть возвращены на значения, предшествовавшие испытаниям (см. также Системное Описание SIPROTEC 4/1/).

Счетчики текущих измеренных параметров (например, счетчик числа переключений, если имеется) должны быть также установлены на исходные значения через **Main Menu (Главное меню) → Measurement (Измерения) → Reset (Сбросить)**.

Нажмите клавишу ESC если необходимо, несколько раз, чтобы вернуться к базовому изображению. На дисплее появляется базовое изображение (например, текущие рабочие измеряемые значения).

Сбросьте светодиоды (LED) на лицевой панели устройства нажатием кнопки LED, чтобы они, в дальнейшем, отображали информацию только о фактических событиях и состояниях. В этом случае также обнуляются возможно задействованные при тестировании выходные реле. Нажатие кнопки LED служит также для проверки светодиодов на передней панели, поскольку при нажатой кнопке они все должны загораться. Светодиоды, которые сигнализируют события текущего режима, остаются во включенном состоянии.

Зеленый светодиод „RUN“ (Готовность) должен гореть. Красный светодиод „ERROR“ (Неисправность) светиться не должен.

Включите защитные автоматы. Если имеется испытательный блок, то он должен быть переведен в положение „Работа“.

После этого устройство готово к работе.





В этой главе приводятся технические данные устройства SIPROTEC 4 7UM62 и характеристики отдельных функций устройства, включая значения, превышение которых недопустимо ни при каких обстоятельствах. Наряду с электрическими и функциональными характеристиками для возможного объема функций, представлены механические и конструктивные характеристики, а также размерные эскизы.

4.1	Общие положения	487
4.2	МТЗ с независимой выдержкой времени ( $I>$ , $I>>$ )	501
4.3	МТЗ с ИВВ	503
4.4	Защита от термической перегрузки	509
4.5	Несимметричная нагрузка (обратная последовательность)	512
4.6	МТЗ при пуске устройств	514
4.7	Дифференциальная защита генераторов и двигателей	515
4.8	Дифференциальная защита трансформаторов	518
4.9	Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	522
4.10	Защита от потери возбуждения	523
4.11	Защита от обратного направления мощности	524
4.12	Контроль протекания мощности в направлении вперед	525
4.13	Дистанционная защита	526
4.14	Защита от выпадения и синхронизма	528
4.15	Защита от понижения напряжения	530
4.16	Защита от повышения напряжения	532
4.17	Защита по частоте	533
4.18	Защита от перевозбуждения	534
4.19	Защита по скорости изменения частоты	536
4.20	Контроль скачка вектора напряжения	537
4.21	Защита статора от замыканий на землю	538
4.22	Чувствительная защита от замыканий на землю	539
4.23	Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике	540
4.24	100% защита статора от замыканий на землю	541
4.25	Чувствительная МТЗ В от замыканий на землю	542

4.26	Защита от витковых КЗ	543
4.27	Защита ротора от замыканий на землю	544
4.28	Защита ротора от замыканий на землю 1-3 Гц	546
4.29	Защита пусковых режимов двигателя	547
4.30	Число пусков	548
4.31	УРОВ	549
4.32	Ошибочное включение	550
4.33	Защита по постоянному току / напряжению	551
4.34	RTD-блок	552
4.35	Контроль пороговых значений	553
4.36	Дополнительные функции	554
4.37	Рабочие диапазоны функций защиты	560
4.38	Размерные эскизы	562

## 4.1 Общие положения

### 4.1.1 Аналоговые входы / выходы

#### Цепи тока

Номинальная частота системы	$f_H$	50 Гц или 60 Гц	(параметрируется)
Номинальный ток	$I_H$	1 А или 5 А	
Ток на землю, чувствительный	$I_{EE}$	Линейный диапазон 1.6 А	
Потребляемая мощность на фазу и на землю			
- при $I_H = 1$ А		прибл. 0.05 ВА	
- при $I_H = 5$ А		прибл. 0,3 ВА	
- для чувствительного обнаружения замыкания на землю при 1А		прибл. 0.05 ВА	
Перегрузочная способность токового входа			
- термическая (действ.знач.)		100· $I_H$ (1 с) 30· $I_H$ (10 с) 4· $I_H$ (длительно)	
- динамическая (ударный ток)		250· $I_H$ (половина периода)	
Перегрузочная способность высокочувствительного токового входа $I_{EE}$			
- термическая (действ.знач.)		300 А (1 с) 100 А (10 с) 15 А (длительно)	
- динамическая (ударный ток)		750 А (половина периода)	

#### Цепи напряжения

Вторичное номинальное напряжение		100 В - 125 В
Диапазон измерения		0 В - 200 В
Нагрузка	при 100 В	прибл. 0,3 ВА
Предельно допустимые напряжения на входе		
- термическая (действ.знач.)		230 В (длительно)

#### Входы измерительных преобразователей

Диапазон измерения		от -10 В до +10 В или от -20 мА до +20 мА
Входное сопротивление для преобразователя постоянного напряжения		прибл. 1 МΩ
Входное сопротивление для преобразователя постоянного тока		прибл. 10 МΩ
Перегрузочная способность входа напряжения		60 В (длительно)
Перегрузочная способность токового входа		100 мА - длительно

**Аналоговый выход (для рабочих измеряемых величин)**

Номинальный диапазон	от 0 до 20 мА–
Рабочий диапазон	от 0 до 22,5 мА–
Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "В" или/и "D" 9-полюсный DSUB–разъем (гнездо)
Подключение для навесного монтажа на панели	К контакту на нижней панели кожуха или/и на крышке корпуса
Максимальная нагрузка	350 $\Omega$

**4.1.2 Напряжение питания****Питание постоянным напряжением**

Питание напряжением через встроенный преобразователь		
Номинальное напряжение питания $U_{АUX}$ –	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 напряжение питания $U_{АUX}$ –	110/125/220/250 В пост. тока	
Допустимые диапазоны напряжения	от 88 до 300 В пост. тока	
Допустимая пульсация напряжения от пика к пику, МЭК 60255-11	$\leq 15\%$ от напряжения питания	
Потребляемая мощность		
7UM621	В статическом состоянии	прибл. 5,3 Ватт
7UM622		прибл. 5,5 Ватт
7UM623		прибл. 5,3 Ватт
7UM621	При функционировании	прибл. 12 Ватт
7UM622		прибл. 15 Ватт
7UM623		прибл. 12 Ватт
Перекрываемое время потери напряжения при обрыве / КЗ в цепях питания	$\geq 50$ мс при $U \geq 48$ В пост.тока ( $U_{Пит,Выс} = 24/48$ В)	
	$\geq 50$ мс при $U \geq 110$ В пост.тока ( $U_{Пит,Выс} = 60...125$ В)	
	$\geq 20$ мс при $U \geq 24$ В пост.тока ( $U_{Пит,Выс} = 24/48$ В)	
	$\geq 20$ мс при $U \geq 60$ В пост.тока ( $U_{Пит,Выс} = 60...125$ В)	

### Питание переменным напряжением

Питание напряжением через встроенный преобразователь		
Номинальное напряжение питания переменным током $U_{Аиx}$ 115 В перем. тока (50/60 Гц)	230 В перем. тока (50/60 Гц)	
Допустимые диапазоны напряжения от 92 до 132 В перем. тока	от 184 до 265 В перем. тока	
Потребляемая мощность		
7UM621	В статическом состоянии	прибл. 5,5 ВА
7UM622		прибл. 5,5 ВА
7UM623		прибл. 5,5 ВА
7UM621	При функционировании	прибл. 13 ВА
7UM622		прибл. 15 ВА
7UM623		прибл. 13 ВА
Перекрываемое время потери напряжения при обрыве / КЗ в цепях питания		$\geq 200$ мс

### 4.1.3 Дискретные входы и выходы

#### Дискретные входы

Модификация устройства	Количество	
7UM621*-	7 (ранжируются)	
7UM623*-		
7UM622*-	15 (ранжируются)	
Диапазон номинального напряжения	от 24 В пост.тока до 250 В пост.тока, биполярн.	
Потребляемый ток в режиме функционирования	Прибл. 1.8 мА, (не зависит от управляющего напряжения)	
Пороги переключения	задается перемычками	
для номинальных напряжений	24/48/ 60/110/125 В пост. тока	$U_{срaб} \geq 19$ В пост. тока $U_{возвр} \leq 10$ В пост. тока
для номинальных напряжений	110/125/ 220/250 В пост. тока и 115/230 В пост. тока	$U_{срaб} \geq 88$ В пост. тока $U_{возвр} \leq 44$ В пост. тока
для номинальных напряжений	220/250 В пост. тока и 115/230 В пост. тока	$U_{срaб} \geq 176$ В пост. тока $U_{возвр} \leq 88$ В пост. тока
Максимальное допустимое напряжение	300 В пост. тока	
Фильтрация входных импульсов	конденсатор 220 нФ при 220 В с временем восстановления $> 60$ мс	

**Дискретные выходы**

<b>Сигнальные / командные реле <sup>1)</sup> (см. также ранжирование контактов в приложении А.2))</b>		
Количество:	В соответствии с вариантом заказа (параметрируемы)	
	7UM621*-	12 (1 нормально разомкнутый контакт на каждый, опционально 3 нормально замкнутых)
	7UM622*-	20 (1 нормально разомкнутый контакт на каждый, опционально 4 нормально замкнутых) 1 контакт готовности (нормально разомкнутый или нормально замкнутый, по выбору)
Коммутируемая мощность	замыкание (CLOSE)	1000 Ватт/ВА
	размыкание (BREAK)	30 ВА 40 Вт (омическое) 25 Вт/ВА при $L/R \leq 50$ мс
Коммутируемое напряжение	250 В	
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А	
Допустимый ток контакта (импульсный ток)	30 А в течение 0.5 с (нормально разомкнутый контакт)	
Допустимый полный ток по общей линии	5 А (длительно) 30 А в течение 0,5 с	

<sup>1)</sup> Согласно стандартам UL (США) со следующими номинальными значениями:

	120 В перем. тока	Контрольное использование, В300
	240 В перем. тока	Контрольное использование, В300
	240 В перем. тока	5 А Общего назначения
	24 В пост. тока	5 А Общего назначения
	48 В пост. тока	0,8 А Общего назначения
	240 В пост. тока	0,1 А Общего назначения
	120 В перем. тока	1/6 hr (4,4 при полной нагрузке)
	240 В перем. тока	1/2 hr (4,9 при полной нагрузке)

## Светодиодные индикаторы LED

Количество	
RUN (зеленые, рабочий режим)	1
ERROR (красные, режим ошибочной работы)	1
ранжируемые светодиодные индикаторы LED (красные)	14

## 4.1.4 Интерфейсы обмена данными

### Интерфейс обслуживания

Подключение	На передней стороне, не изолирован, RS232, 9-полюсный DSUB-разъем для подключения ПК
Управление	с помощью DIGSI
Скорость передачи	мин. 4 800 Бод; макс. 115 200 Бод заводская уставка: 38 400 Бод проверка на четность: 8E1
Расстояние передачи	15 м

### Сервисный (модемный) интерфейс

	Подключение	изолированный интерфейс для передачи данных
	Управление	с помощью DIGSI
	Скорость передачи	мин. 4 800 Бод; макс. 115 200 Бод заводская уставка: 38 400 Бод проверка на четность: 8E1
RS232/RS485		RS232/RS485 в зависимости от варианта поставки
	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "С" 9-полюсный DSUB-порт
	Подключение для навесного монтажа	В консольном корпусе внизу устройства; экранированный кабель
	Испытательное напряжение	500 В перем. тока, 50 Гц
RS232		
	Расстояние передачи	15 м
RS485		
	Расстояние передачи	1000 м

**Системный интерфейс**

МЭК 60870-5-103		
	RS232/RS485 в зависимости от варианта поставки	Изолированный порт для передачи данных в ведущий терминал
RS232		
	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "В" 9-полюсный DSUB-порт
	Подключение для навесного монтажа на панели	В консольном корпусе внизу устройства
	Испытательное напряжение	500 В; 50 Гц
	Скорость передачи	Мин. 4 800 Бод, макс. 115 200 Бод заводская уставка: 38 400 Бод
	Расстояние передачи	15 м / 50 футов
RS485		
	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "В" 9-ти полюсный DSUB порт
	Подключение для навесного монтажа на панели	В консольном корпусе внизу устройства
	Испытательное напряжение	500 В; 50 Гц
	Скорость передачи	Мин. 4 800 Бод, макс. 115 200 Бод заводская уставка: 38 400 Бод
	Расстояние передачи	Макс. 1000 м / 3,280 футов
Оптоволоконный интерфейс (FO)		
	Тип разъема оптоволоконного интерфейса	ST-разъем
	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "В"
	Подключение для навесного монтажа на панели	В консольном корпусе внизу устройства
	Длина оптической волны	$\lambda = 820$ нм
	Лазер класса 1 в соответствии с EN 60825-1/-2	Использование оптоволоконна 50/125 $\mu\text{m}$ или оптоволоконна 62,5/125 $\mu\text{m}$
	Допустимое ослабление сигнала в оптическом соединении	Макс. 8 Дб, при использовании оптоволоконна 62.5/125 $\mu\text{m}$
	Расстояние передачи	Макс. 1500 м
	Состояние в режиме ожидания	Конфигурируются; заводская уставка: „Свет отсутств.“



Profibus RS485 (DP)	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "B"
	Подключение для навесного монтажа на панели	В консольном корпусе внизу устройства
	Испытательное напряжение	500 В; 50 Гц
	Скорость передачи	до 12 МБод
	Расстояние передачи	1,000 м / 3280 футов при $\leq 93.75$ кБод 500 м / 1640 футов при $\leq 187.5$ кБод 200 м / 656 футов при $\leq 1.5$ МБод 100 м / 328 футов при $\leq 12$ МБод
	DNP3.0 RS485	Подключение для утопленного монтажа
Подключение для навесного монтажа на панели		В консольном корпусе внизу устройства
Испытательное напряжение		500 В; 50 Гц
Скорость передачи		до 19 200 Бод
Расстояние передачи		Макс. 1000 м / 3,280 футов
MODBUS RS485		Подключение для утопленного монтажа
	Подключение для навесного монтажа	В консольном корпусе внизу устройства
	Испытательное напряжение	500 В; 50 Гц
	Скорость передачи	до 19 200 Бод
	Расстояние передачи	Макс. 1000 м / 3,280 футов
	Profibus оптоволоконная линия (DP)	Тип разъема оптоволоконного интерфейса
Подключение для утопленного монтажа		На задней панели, монтажное расположение "B"
Подключение для навесного монтажа на панели		Пожалуйста, используйте версию с Profibus RS485 в консольном корпусе внизу, а также оптико-электрический преобразователь
Скорость передачи		до 1,5 МБод
Рекомендуемая скорость		> 500 кБод
Длина оптической волны		$\lambda = 820$ нм
Лазер класса 1 в соответствии с EN 60825-1/-2		Использование оптоволоконна 50/125 $\mu\text{m}$ или оптоволоконна 62,5/125 $\mu\text{m}$
Допустимое ослабление сигнала в оптическом соединении		Макс. 8 Дб, при использовании оптоволоконна 62.5/125 $\mu\text{m}$
Расстояние передачи		Макс. 1000 м / 0.93 мили

DNP3.0 волоконно-оптическое соединение	Тип разъема оптоволокон. интерфейса	ST-разъем приемник/передатчик
	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "B"
	Подключение для навесного монтажа на панели	Пожалуйста, используйте версию с Profibus RS485 в консольном корпусе внизу, а также оптико-электрический преобразователь
	Скорость передачи	до 19 200 Бод
	Длина оптической волны	$\lambda = 820$ нм
	Лазер класса 1 в соответствии с EN 60825-1/-2	Использование оптоволоконна 50/125 $\mu\text{m}$ или оптоволоконна 62,5/125 $\mu\text{m}$
	Допустимое ослабление сигнала в оптическом соединении	Макс. 8 Дб, при использовании оптоволоконна 62.5/125 $\mu\text{m}$
	Расстояние передачи	Макс. 1000 м / 0.93 мили
	MODBUS волоконно-оптическое соединение	Тип разъема оптоволокон. интерфейса
Подключение для утопленного монтажа		На задней панели, монтажное расположение "B"
Подключение для навесного монтажа на панели		Пожалуйста, используйте версию с Profibus RS485 в консольном корпусе внизу, а также оптико-электрический преобразователь
Скорость передачи		до 19 200 Бод
Длина оптической волны		$\lambda = 820$ нм
Лазер класса 1 в соответствии с EN 60825-1/-2		Использование оптоволоконна 50/125 $\mu\text{m}$ или оптоволоконна 62,5/125 $\mu\text{m}$
Допустимое ослабление сигнала в оптическом соединении		Макс. 8 Дб, при использовании оптоволоконна 62.5/125 $\mu\text{m}$
Расстояние передачи		Макс. 1000 м / 0.93 мили
Аналоговый входной модуль (электрический)		2 порта по 0 - 20 мА
	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "B" или/и "D" 9-ти полюсный DSUB порт
	Подключение для навесного монтажа на панели	В консольном корпусе внизу устройства
	Испытательное напряжение	500 В; 50 Гц

Ethernet электр. (EN 100) для МЭК 61850 и DIGSI	Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "B" 2 x RJ45 разъема типа "мама" 100BaseT в соответствии с IEEE802.3
	Подключение для навесного монтажа на панели	В консольном корпусе внизу устройства
	Испытательное напряжение (на разъеме)	500 В; 50 Гц
	Скорость передачи	100 МБит/с
	Расстояние передачи	20 v / 66 футов
	Ethernet оптич. (EN 100) для МЭК 61850 и DIGSI	Тип разъема оптоволокон. интерфейса
Подключение для утопленного монтажа		На задней панели, монтажное расположение "B"
Подключение для навесного монтажа на панели		отсутствует
Длина оптической волны		$\lambda = 1350$ нм
Скорость передачи		100 МБит/с
Лазер класса 1 в соответствии с EN 60825-1/-2		Использование оптоволоконна 50/125 $\mu\text{m}$ или оптоволоконна 62,5/125 $\mu\text{m}$
Допустимое ослабление сигнала в оптическом соединении		Макс. 5 Дб, при использовании оптоволоконна 62.5/125 $\mu\text{m}$
Расстояние передачи		Макс. 800 м / 0.5 мили

### Интерфейс синхронизации времени

Синхронизация времени	DCF 77 / сигнал IRIG B (телеграфный формат IRIG-B000)
Подключение для утопленного монтажа	На задней панели, монтажное расположение "A" 9 полюсный DSUB-разъем (гнездо)
Подключение для навесного монтажа	двухрядный зажим внизу корпуса
Номинальное напряжение сигнала	5 В, 12 В или 24 В (по выбору)
Испытательное напряжение	500 В; 50 Гц

Уровни сигналов и нагрузки			
	Номинальное напряжение сигнала		
	5 В	12 В	24 В
$U_{\text{Высок}}$	6,0 В	15,8 В	31 В
$U_{\text{Низк}}$	1.0 В при $I_{\text{Низк}} = 0.25$ мА	1,4 В при $I_{\text{Низк}} = 0.25$ мА	1,9 В при $I_{\text{Низк}} = 0.25$ мА
$I_{\text{Высок}}$	от 4,5 мА до 9,4 мА	от 4,5 мА до 9,3 мА	от 4,5 мА до 8,7 мА
$R_{\text{I}}$	890 $\Omega$ при $U_{\text{I}} = 4$ В	1930 $\Omega$ при $U_{\text{I}} = 8.7$ В	3780 $\Omega$ при $U_{\text{I}} = 17$ В
	640 $\Omega$ при $U_{\text{I}} = 6$ В	1700 $\Omega$ при $U_{\text{I}} = 15.8$ В	3560 $\Omega$ при $U_{\text{I}} = 31$ В

## 4.1.5 Электрические испытания

### Спецификации

Стандарты:	МЭК 60255 (стандарты на продукцию) IEEE C37.90.0/1/2 UL 508 VDE 0435 См. также стандарты на отдельные испытания
------------	---

### Испытания изоляции

Стандарты:	МЭК 60255-5 и МЭК 60870-2-1
Испытание высоким напряжением (типовая проверка) для токовых входов, входов напряжения, выходных реле	2,5 кВ (эфф), 50 Гц
Испытание высоким напряжением (типовая проверка) для цепей питания и дискретных входов	3,5 кВ пост. тока
Испытание высоким напряжением (типовая проверка) измерительных преобразователей MU1-MU3	3,0 кВ пост. тока
Испытание импульсным напряжением (типовая проверка) только для изолированных коммуникационных интерфейсов и интерфейсов синхронизации времени или аналоговых выходов (порты A –D)	500 В (действ.), 50 Гц
Испытание импульсным напряжением (типовая проверка) все цепи, кроме коммуникационных интерфейсов и интерфейса синхронизации времени, аналоговых выходов, класс III	5 кВ (пик); 1,2 / 50 с; 0,5 Дж; 3 положит. и 3 отриц. импульса с интервалом в 5 с.

### Испытания ЭМС на помехоустойчивость (типовые испытания)

Стандарты:	МЭК 60255-6 и -22 (стандарты на продукцию) EN 61000-6-2 (осн.отраслевые нормы) VDE 0435 часть 301 DIN VDE 0435-110
испытания высокой частотой МЭК 60255–22–1, класс III и VDE 0435 часть 303, класс III	2,5 кВ (пик); 1 МГц; $\tau = 15$ мкс; 400 импульсов в с; длительность 2 с; длительность теста 2 с; $R_i = 200 \Omega$
Электростатические разряды МЭК 60 55-22-2, класс IV и МЭК 61000-4-2, класс IV	8 кВ контактный разряд; 15 кВ воздушный разряд, обе полярности; 150 пФ; $R_i = 330 \Omega$
Воздействие ВЧ поля, с разверткой по частоте МЭК 60255-22-3, класс III МЭК 61000-4-3, класс III	10 В/м; 80 - 1000 МГц; 10 В/м; 800 - 960 МГц; 20 В/м; 1,4 - 2,0 ГГц; 80% ампл.мод.; 1 кГц
Воздействие ВЧ поля, отдельные частоты МЭК 60255-22-3, МЭК 61000-4-3, с амплитудной модуляцией	Класс III: 10 В/м 80/160/450/900 МГц 80% ампл.мод 1 кГц; рабочий цикл > 10 с

Быстрые переходные возмущающие воздействия МЭК 60255-22-4 и МЭК 61000-4-4, класс IV	4 кВ; 5/50 нс; 5 кГц; длина пакета = 15 мс; частота повторения 300 мс; обе полярности: $R_i = 50 \Omega$ ; длительность проверки 1 мин
Импульсное перенапряжение (SURGE), МЭК 61000-4-5 класс установки 3	Импульс: 1,2 / 50 s
Цени напряжения питания Измерительные входы, дискретные входы, выходные реле	синфазная помеха: 2 кВ; 12 $\Omega$ ; 9 $\mu\text{Ф}$ разночастотная помеха: 1 кВ; 2 $\Omega$ ; 18 $\mu\text{Ф}$
	синфазная помеха: 2 кВ; 42 $\Omega$ ; 0,5 $\mu\text{Ф}$ разночастотная помеха: 1 кВ; 42 $\Omega$ ; 0,5 $\mu\text{Ф}$
Линейный ВЧ сигнал, с амплитудной модуляцией МЭК 61000-4-6, класс III	10 В; 150 кГц - 80 МГц; 80% ампл.мод.; 1 кГц
Магнитное поле промышленной частоты МЭК 61000-4-8, класс IV МЭК 60255-6	30 ампл.мод.; длительно; 300 ампл.мод в течение 3 с; 50 Гц 0,5 мТ; 50 Гц
Устойчивость к колебательным перенапряжениям Стандарт IEC(IEE) C37.90.1	2,5 кВ (пик); 1 МГц; $\tau = 15 \mu\text{с}$ ; 400 импульсов в с.; продолжительность теста 2с; $R_i = 200 \Omega$
Устойчивость к быстротекущим переходным волновым возмущениям Стандарт IEC(IEE) C37.90.1	4 кВ; 5/50 нс; 5 КГц; длительность 15 мс; частота повторения 300 мс; обе полярности: $R_i = 50 \Omega$ ; длительность испытания 1мин.
Воздействие электромагнитным излучением Стандарт IEC(IEE) C37.90.2	35 В/м; 25 - 1000 МГц;
Затухающие колебания МЭК 60694, МЭК 61000-4-12	2.5 кВ (пик), чередующаяся полярность 100 кГц, 1 МГц, 10 МГц и 50 МГц, $R_i = 200 \Omega$ $R_L = 200 \Omega$

#### Испытания ЭМС на излучение помех (типовые испытания)

Стандарт:	EN 61000-6-3 (осн.отраслевые нормы)
Напряжение радиопомех на линии, только цепи напряжения питания МЭК-CISPR 22	150 кГц - 30 МГц Пределы класса В
Напряженность поля радиопомех МЭК-CISPR 11	30 МГц - 1000 МГц Пределы класса А

## 4.1.6 Механические испытания

### Вибрационная и ударная нагрузка на месте установки

Стандарты:	МЭК 60255-21 и МЭК 60068
Вибрационные колебания МЭК 60255-21-1, класс 2 МЭК 60068-2-6	синусоидальные 10 Гц - 60 Гц: $\pm 0.075$ мм амплитуда; 10 Гц - 60 Гц: ускорение 1g периодичность изменения частоты 1октава/мин. 20 циклов в 3-х ортогональных осях
Удары МЭК 60255-21-2, класс 1 МЭК 60068-2-27	полусинусоидальные ускорение 5 g длительность 11мс, по 3 удара в обоих направлениях для всех 3 осей
Сейсмические вибрации МЭК 60255-21-3, класс 1 МЭК 60068-3-3	синусоидальные 1 Гц - 8 Гц: $\pm 3.5$ мм амплитуда (горизонтальная ось) 1 Гц - 8 Гц: $\pm 1.5$ мм амплитуда (вертикальная ось) 8 Гц - 35 Гц: ускорение 1g (горизонтальная ось) 8 Гц - 35 Гц: ускорение 0,5 g (вертикальная ось) периодичность изменения частоты 1октава/мин. 1 цикл в 3-х ортогональных осях

### Вибрационная и ударная нагрузка при транспортировке

Стандарты:	МЭК 60255-21 и МЭК 60068
Вибрационные колебания МЭК 60255-21-1, класс 2 МЭК 60068-2-6	синусоидальные 5 Гц - 8 Гц: $\pm 7.5$ мм амплитуда 8 Гц - 15 Гц: ускорение 2 g периодичность изменения частоты 1октава/мин. 20 циклов в 3-х ортогональных осях
Удары МЭК 60255-21-2, класс 1 МЭК 60068-2-27	полусинусоидальные ускорение 15 g длительность 11мс, по 3 удара в обоих направлениях для всех 3 осей
Длительные ударные воздействия МЭК 60255-21-2, класс 1 МЭК 60068-2-29	полусинусоидальные ускорение 10 g длительность 16мс, 1000 ударных воздействия в каждом направлении каждой из 3-х осей

#### 4.1.7 Испытания климатическими воздействиями

##### Температура окружающей среды

Типовые испытания (в соответствии с МЭК 60068-2-1 и -2, в течение 16 ч)	-25 °C - +85 °C
Временно допустимая предельная температура эксплуатации (проверялась в течение 96 ч)	от -20 °C до +70 °C или от -4 °F до +158 °F (четкость дисплея может быть ограниченной при температуре выше +55 °C или 130 °F)
Рекомендуемая температура эксплуатации (в соответствии с МЭК 60255-6)	от 23 °F до +131 °F или от -5 °C до +55 °C
Предельные температуры хранения	от -25 °C до +131 °F или от -5 °C до +55 °C
Предельные температуры транспортировки	от -25 °C до +70 °C или от -5 °C до +55 °C
Хранение и транспортировка устройства - в заводской упаковке!	

##### Влажность

Допустимая влажность	в среднем за год $\leq 75\%$ отн. влажности; 56 дней в году допускается повышение относительной влажности до 93%; Не допускать запотевания во время работы!
Компания Siemens рекомендует размещать устройство таким образом, чтобы не подвергать его попаданию прямого солнечного света и сильных изменений температуры, при которых возможно возникновение запотевания (конденсация влаги).	

#### 4.1.8 Условия работы

<p>Применение устройства защиты допускается в любых релейных помещениях и установках при обеспечении требований по электромагнитной совместимости (EMV).</p> <p>Кроме того, рекомендуется следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контакты и реле, размещенные в одном шкафу или на одной панели с микропроцессорными устройствами защиты, должны быть обязательно снабжены соответствующими искрогасительными элементами</li> <li>• На подстанциях класса напряжения 100 кВ и выше все внешние кабели должны экранироваться проводящим материалом, заземленным на обоих концах. Для распределительных устройств напряжением менее 100 кВ особых требований обычно не выставляется.</li> <li>• Не вытаскивайте и не вставляйте отдельные модули или платы, пока защитное устройство находится под напряжением. В вынужденном состоянии некоторые элементы (модули и платы) подвержены опасному электростатическому влиянию после их удаления из устройства, поэтому при проведении операций и работ с этими элементами, необходимо строго соблюдать требования (Electrostatic Sensitive Devices - требования для работ с элементами, подверженными опасным электростатическим воздействиям). В эксплуатационном положении опасность отсутствует.</li> </ul>
---

#### 4.1.9 Сертификация

Стандарт UL		Стандарт UL	
7UM62**-*B***-****	Модели с винтовыми контактами	7UM62**-*D***-****	Модели со штекерными контактами
7UM62**-*E***-****			

**4.1.10 Конструктивное исполнение**

Корпус	7XP20
Размеры	См. размерные эскизы в Разделе 4.38

Масса, пригл.	
В корпусе для встраиваемого монтажа	
7UM621* (размер корпуса 1/2)	пригл. 7.5 кг (16.5 фунтов)
7UM623* (размер корпуса 1/2)	
7UM623* (размер корпуса 1/1)	пригл. 9.5 кг (22 фунта)
В корпусе для навесного монтажа	
7UM621* (размер корпуса 1/2)	пригл. 12 кг (26,5 фунта)
7UM623* (размер корпуса 1/2)	
7UM623* (размер корпуса 1/1)	пригл. 15 кг (33 фунта)

Степень защиты в соответствии с МЭК 60529		
Для устройства в навесном корпусе	IP 51	
Для устройства во встраиваемом корпусе		
	спереди	IP 51
	сзади	IP 50
Для защиты персонала	IP 2x с закрытой защитной крышкой	



## 4.2 МТЗ с независимой выдержкой времени (I>, I>>)

### Диапазоны уставок / шаг изменения

Величина тока срабатывания ступени I>	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,05 A - 20,00 A	шаг 0.01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,25 A - 100,00 A	шаг 0.01 A
Величина тока срабатывания ступени I>>	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,05 A - 20,00 A	шаг 0.01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,25 A - 100,00 A	шаг 0.01 A
Выдержки времени T		0.00 с - 60.00 с; или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0.01 с
функция удерживания при пониженном напряжении $U <$ (междуфазном)		10,0 В - 125,0 В	шаг 0.1 В
Время удерживания функции удерживания при пониженном напряжении		0,10 с - 60.00 с;	шаг 0.01 с
Предельный допуск направления угла линии I>>		от $-90^\circ$ электр. до $+90^\circ$ электр.	шаг $1^\circ$
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").			

### Величины времени

Времена пуска (без ограничения броска тока намагничивания, с дополнительным ограничением 10 мс)	
I>, I>> Ток = 2 величины пуска Ток = 10 величин пуска	прибл. 35 мс прибл. 25 мс
Время возврата I>, I>>	прибл. 50 мс

### Коэффициент возврата

Коэффициент возврата ступени I>	Прибл. 0.95 при $I/I_H \geq 0.3$
Коэффициент возврата ступени I>> (шаг 0,01)	0,90 - 0,99
Коэффициент возврата при пониженном напряжении	приблиз. 1,05
Разность возврата $\Delta\varphi$	$2^\circ$ электр.

### Допустимые погрешности

Ток пуска I>, I>>	при $I_H = 1 \text{ A}$	1% от величины уставки или 10 мА
	при $I_H = 5 \text{ A}$	1% от величины уставки или 50 мА
Пуск по напряжению $U <$		1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени T		1% или 10 мс
Предел направления угла линии		$1^\circ$ электр.

**Факторы, влияющие на величины срабатывания**

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.3 МТЗ с ИВВ

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Величина тока пуска ступени $I_p$ (пофазно)	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,10 А - 4,00 А	шаг 0,01 А
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,50 А - 20,00 А	шаг 0,01 А
Временной множитель Т для ступени $I_p$ кривые МЭК		0,05 с - 3,20 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Временной множитель Т для ступени $I_p$ кривые ANSI		0,50 - 15,00 или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01
Пуск по напряжению $U<$		10,0 В - 125,0 В	шаг 0,1V

### Временные характеристики отключения согласно МЭК

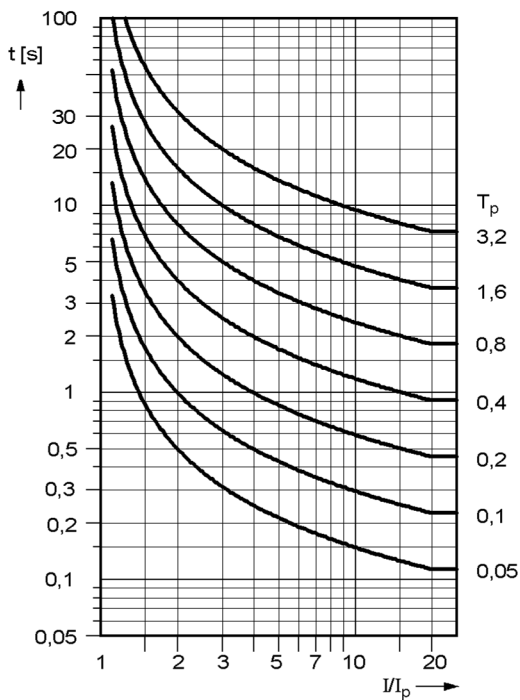
Согласно МЭК 60255-3 (см. также рисунок 4-1)	
НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНАЯ (тип А)	$t = \frac{0.14}{(I/I_p)^{0.02} - 1} \cdot T_p$
СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ (тип В)	$t = \frac{13.5}{(I/I_p)^1 - 1} \cdot T_p$
ЭКСТРЕМАЛЬНО ИНВЕРСНАЯ (тип С)	$t = \frac{80}{(I/I_p)^2 - 1} \cdot T_p$
<p>Для всех характеристик:  <math>t</math> время отключения в секундах,  <math>T_p</math> уставка временного множителя,  <math>I</math> величина аварийного тока,  <math>I_p</math> уставка тока пуска.</p>	
Времена отключения при $I/I_p \geq 20$ те же, что и при $I/I_p = 20$ .	
Порог пуска	прибл. $1,10 \cdot I_p$
Порог возврата	прибл. $1,05 \cdot I_p$ при $I_p/I_H \geq 0.3$

### Допустимые погрешности

Величины тока пуска ступени $I_p$	при $I_H = 1 \text{ A}$	1% от величины уставки или 10 мА
	при $I_H = 5 \text{ A}$	1% от величины уставки или 50 мА
Пуск ступени $U<$		1% от величины уставки, или 0.5 В
Время при $2 \leq I/I_p \leq 20$		5% от опорного (расчетного) значения +1% на допуск по току, или 40 мс

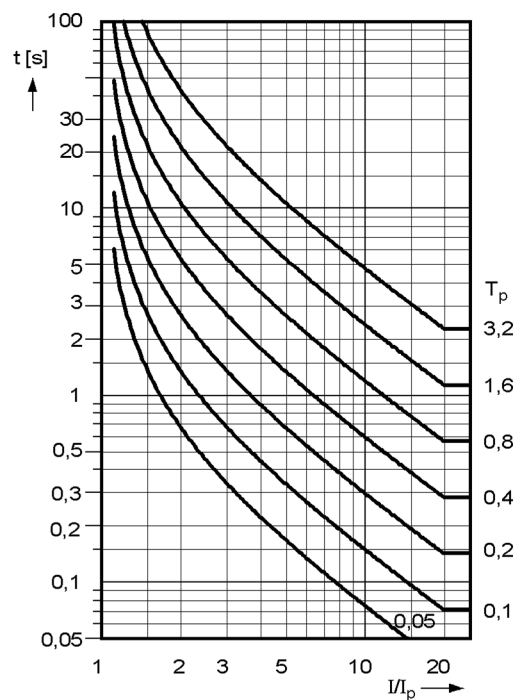
**Факторы, влияющие на величины срабатывания**

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$



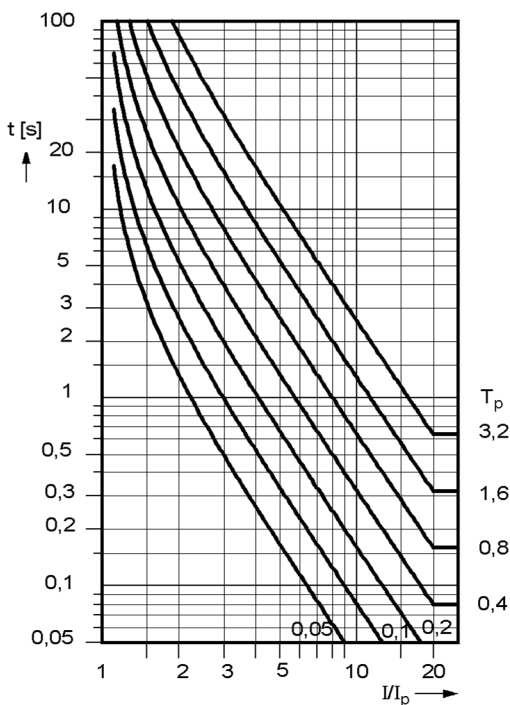
Норм.инверсн.:  
(Тип А)

$$t = \frac{0,14}{(I/I_p)^{0,02} - 1} \cdot T_p \text{ [s]}$$



Сильно инверсная:  
(Тип В)

$$t = \frac{13,5}{(I/I_p)^1 - 1} \cdot T_p \text{ [s]}$$



Предельно инверсн.:  
(Тип С)

$$t = \frac{80}{(I/I_p)^2 - 1} \cdot T_p \text{ [s]}$$

t Время отключения  
T<sub>p</sub> Уставка для коэфф.времени  
I Ток повреждения  
I<sub>p</sub> Уставка по току

Рисунок 4-1 Характеристики отключения зависимой МТЗ, в соответствии с МЭК

### Временные характеристики отключения согласно ANSI

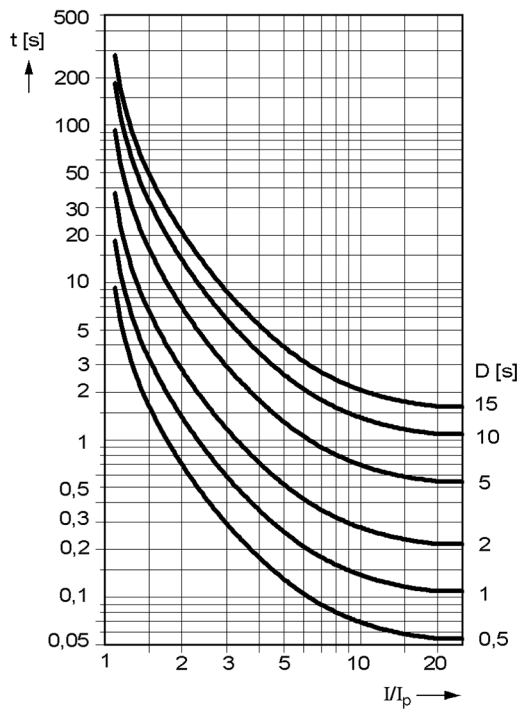
Согласно ANSI/IEEE (см. также рисунки 4-2 и 4-3)	
СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ	$t = \left( \frac{3.922}{(I/I_p)^2 - 1} + 0.0982 \right) \cdot D$
ИНВЕРСНАЯ	$t = \left( \frac{8.9341}{(I/I_p)^{2.0938} - 1} + 0.17966 \right) \cdot D$
УМЕРЕННО ИНВЕРСНАЯ	$t = \left( \frac{0.0103}{(I/I_p)^{0.02} - 1} + 0.0228 \right) \cdot D$
ЭКСТРЕМАЛЬНО ИНВЕРСНАЯ	$t = \left( \frac{5.64}{(I/I_p)^2 - 1} + 0.02434 \right) \cdot D$
НЕЗАВИСИМО ИНВЕРСНАЯ	$t = \left( \frac{0.4797}{(I/I_p)^{1.5625} - 1} + 0.21359 \right) \cdot D$
<p>Для всех характеристик:  <math>t</math> время отключения в секундах,  <math>D</math> уставка временного множителя,  <math>I</math> величина аварийного тока,  <math>I_p</math> уставка тока пуска.</p>	
Времена отключения при $I/I_p \geq 20$ те же, что и при $I/I_p = 20$ .	
Порог пуска	прибл. $1,10 \cdot I_p$
Порог возврата	прибл. $1,05 \cdot I_p$ при $I_p/I_H \geq 0,3$ , что соответствует прибл. 0,95 величины пуска

### Допустимые погрешности

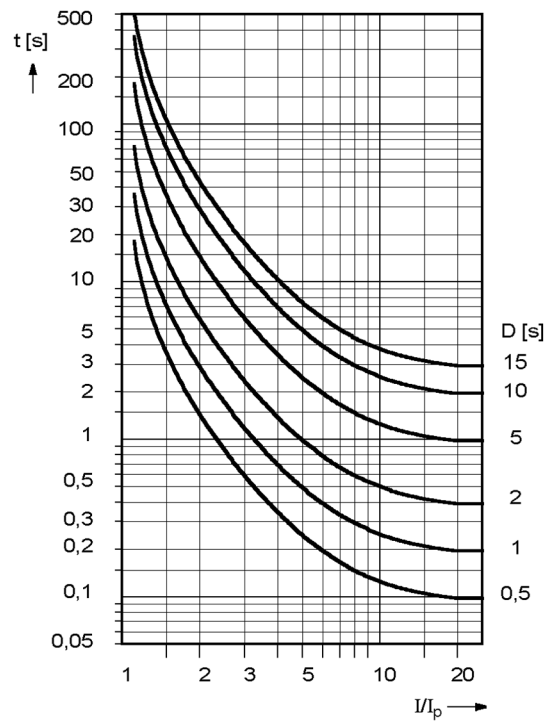
Пороги пуска и возврата $I_p$	при $I_H = 1$ А	1% от величины уставки или 10 мА
	при $I_H = 5$ А	1% от величины уставки или 50 мА
Пуск ступени $U <$		1% от величины уставки или 0,5 В
Время при $2 \leq I/I_p \leq 20$		5% от опорного (расчетного) значения +1% на допуск по току, или 40 мс

### Влияние различных величин

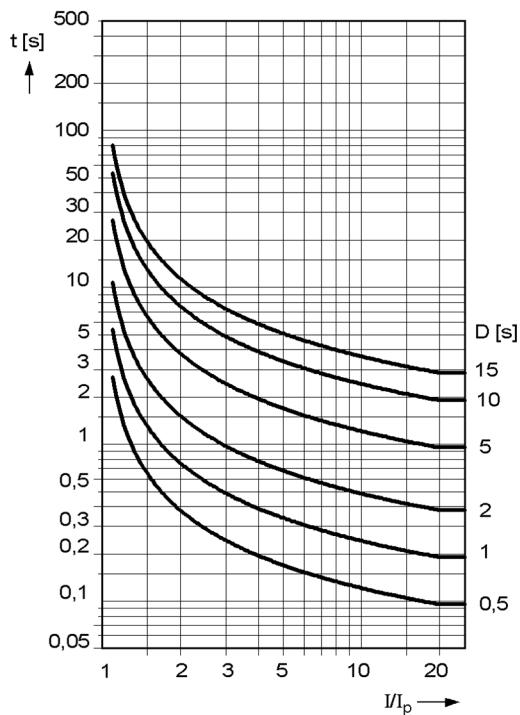
Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ К}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	1%



СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ 
$$t = \left( \frac{3,922}{(I/I_p)^2 - 1} + 0,0982 \right) \cdot D [s]$$



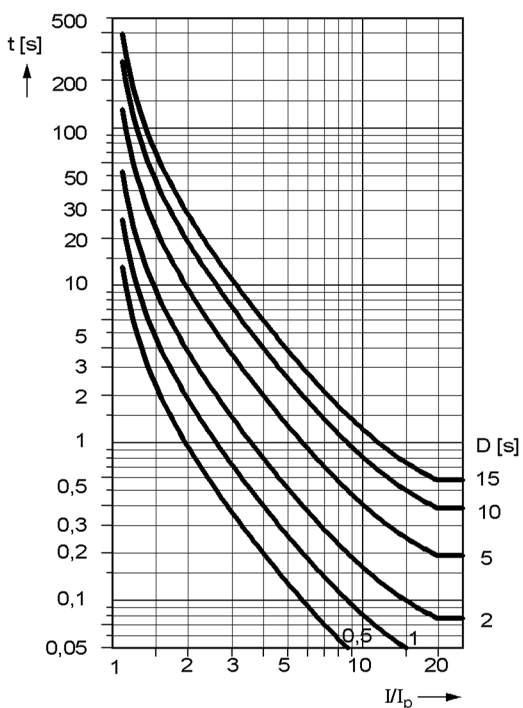
ИНВЕРСНАЯ 
$$t = \left( \frac{8,9341}{(I/I_p)^{2,0938} - 1} + 0,17966 \right) \cdot D [s]$$



УМЕРЕННО ИНВЕРСН. 
$$t = \left( \frac{0,0103}{(I/I_p)^{0,02} - 1} + 0,0228 \right) \cdot D [s]$$

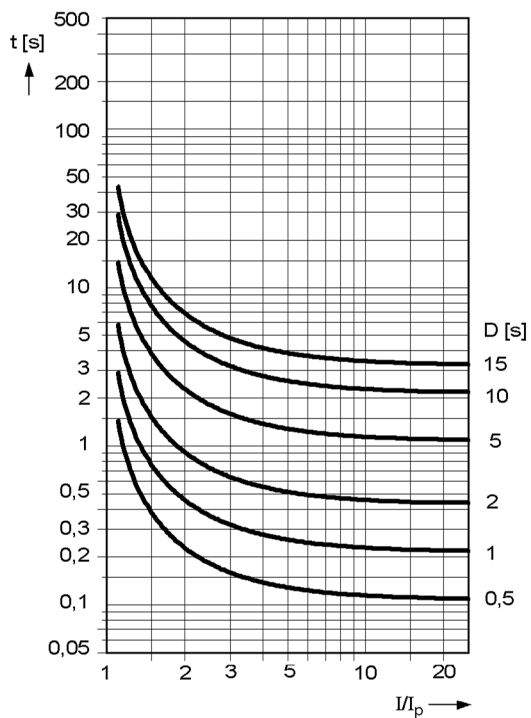
- t Время отключ. в секундах
- D Уставка для коэфф. времени
- I Ток повреждения
- I<sub>p</sub> Уставка по току

Рисунок 4-2 Характеристики отключения зависимой МТЗ, в соответствии с ANSI / IEEE



Предельно инверсн.:

$$t = \left( \frac{5,64}{(I/I_p)^2 - 1} + 0,02434 \right) \cdot D \text{ [s]}$$



Независимо инверсная

$$t = \left( \frac{0,4797}{(I/I_p)^{1,5625} - 1} + 0,21359 \right) \cdot D \text{ [s]}$$

- t Время отключения
- D Уставка для коэфф. времени
- I Ток повреждения
- I<sub>p</sub> Уставка по току

Рисунок 4-3 Характеристики отключения зависимой МТЗ, в соответствии с ANSI / IEEE



## 4.4 Защита от термической перегрузки

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Коэффициент k в соответствии с МЭК 60255-8	0,10 - 4,00	шаг 0.01
Постоянная времени $\tau$	30 с - 32000 с	шаг 1 с
Увеличение постоянной времени при простое машины	1,0 - 10,0	шаг 0,1
Температура сигнализации $\Theta_{предупр}/\Theta_{откл}$ относительно величины температуры отключения	70% - 100%	шаг 1%
Ток перегрузки $I_{предупр}$	при $I_H = 1 \text{ A}$	0.10 A - 4,00 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,50 A - 20,00 A
Номинальная температура перегрузки (при $I_H$ )	40 °C - 200 °C	шаг 1 °C
Температура охладителя для масштабирования	40 °C - 300 °C	шаг 1 °C
Предельный ток $I_{пред}$	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,50 A - 8,00 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	2,00 A - 40,00 A
Время аварийного пуска $T_{авар.пуска}$	10 с - 15000 с	шаг 1 с

### Характеристика отключения

см. также рисунок 4-4	
<p>Формула для кривой отключений (<math>I/k \cdot I_N</math>) <math>\leq</math> <math>I_{Макс.темп.}</math></p>	$t = \tau \cdot I_n \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - \left(\frac{I_{pre}}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1}$
где:	<p>t время отключения  <math>\tau</math> временная константа роста температуры  I ток нагрузки,  <math>I_{pre}</math> ток до приложения нагрузки  k установочный коэффициент, согл. VDE 0435 (часть 3011) и МЭК 60255-8,  <math>I_N</math> номинальный ток устройства,  <math>I_{Макс.темп.}</math> порог. тока, до достижения которого работает данная формула</p>

### Коэффициенты возврата

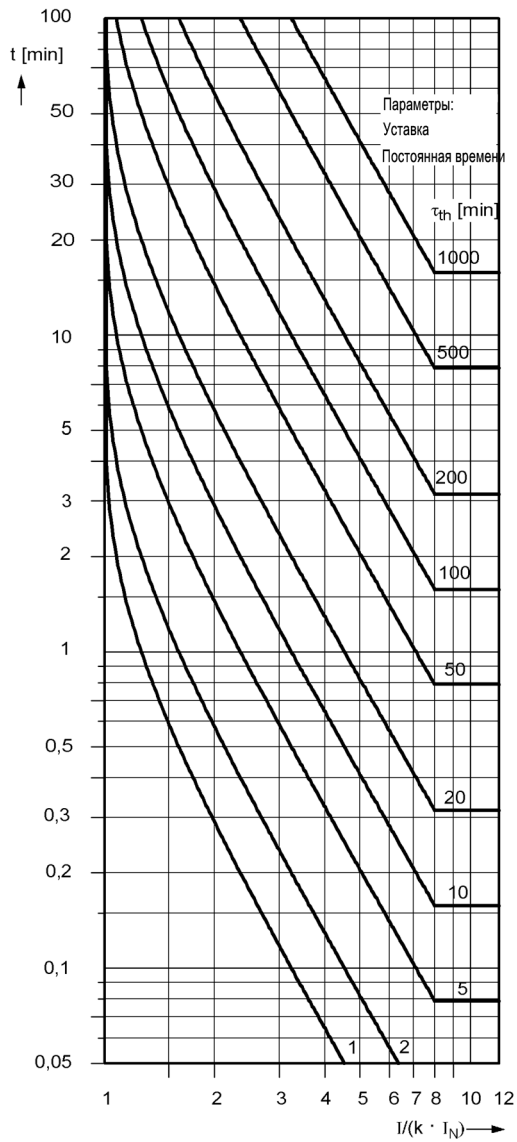
$\Theta/\Theta_{Off}$	Возврат при $\Theta_{предупр}$
$\Theta/\Theta_{предупр}$	приблиз. 0,99
$I/I_{предупр}$	приблиз. 0,95

**Допустимые погрешности**

Относительное $k \cdot I_H$	при $I_H = 1 \text{ A}$	2% или 10 мА; класс 2% в соответствии с МЭК 60255-8
	при $I_H = 5 \text{ A}$	2% или 50 мА; класс 2% в соответствии с МЭК 60255-8
относительно времени отключения		3% или 1 мА; класс 3% в соответствии с МЭК 60255-8 при $I/(k \cdot I_H) > 1.25$

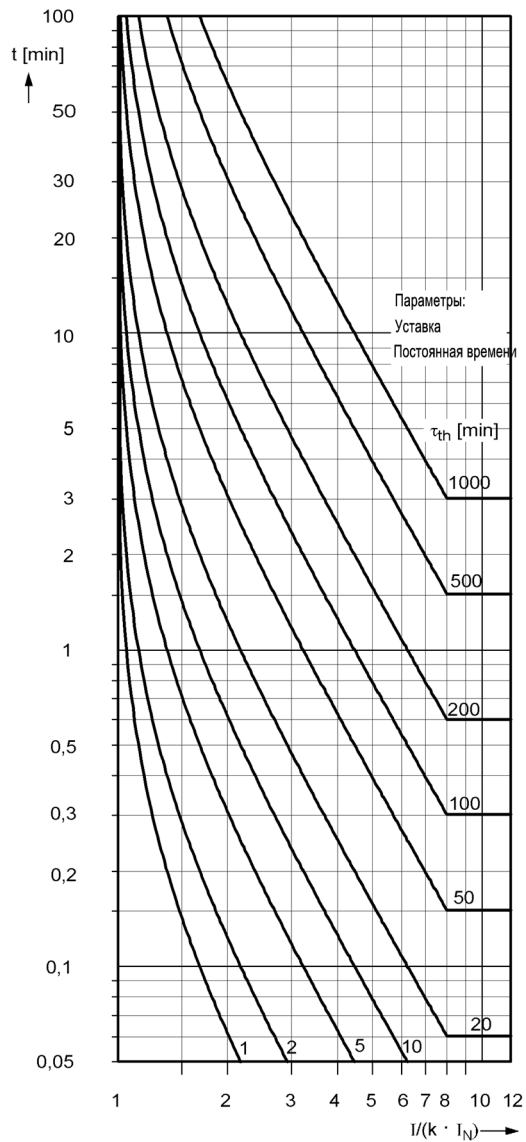
**Оказывающие влияние величины относительно  $k \cdot I_H$** 

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F } (-5 \text{ °C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ °F } (55 \text{ °C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$



без предв.нагрузки и  $I_{\max \text{ нагр}} = 8 \times k \times I_N$ :

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1} \text{ [min]}$$



при предв.нагрузки и  $I_{\max \text{ нагр}} = 8 \times k \times I_N$ :

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - \left(\frac{\Theta}{\Theta_{\text{откл}}}\right)}{\left(\frac{I}{k \cdot I_N}\right)^2 - 1} \text{ [min]}$$

Рисунок 4-4 Характеристики отключения для защиты от термической перегрузки

## 4.5 Несимметричная нагрузка (обратная последовательность)

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Допустимая несимметричная нагрузка $I_2$ доп./ $I_H$ (также и сигнальная ступень)	3,0% - 30,0%	шаг 0,1%
Ступень отключения несимметричной нагрузки $I_2 \gg I_H$	10% - 200%	шаг 1%
Время выдержки $T_{\text{сигн}}, T_{I_2 \gg}$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0.01 с
Коэффициент несимметрии FACTOR K	1,0 с - 100,0 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,1 с
Коэффициент времени охлаждения $T_{\text{охл}}$	0 с - 50 000 с	шаг 1 с

### Временные характеристики отключения

см. также рисунок 4-5	
Характеристика отключений тепловой модели:	$t = \frac{K}{(I_2 / I_{\text{НОМ}})^2}$
где:	t время отключения, K коэффициент несимметрии, $I_2$ ток обратн. последовательности, $I_{\text{НОМ}}$ номинальный ток устройства.

### Величины времени

Время пуска (ступенчатая характеристика)	прибл. 50 мс
Время возврата (ступенчатая характеристика)	прибл. 50 мс

### Условия возврата

Сигнальная ступень $I_2$ доп., ступень отключения $I_2 \gg$	приблиз. 0,95
Ступень термического отключения	Возврат при уменьшении величины ниже $I_2$ доп.

### Допустимые погрешности

Величины пуска $I_2$ доп., $I_2 \gg$	3% от величины уставки или 0,3% от несимм. нагрузки
Выдержки времени	1% или 10 мс
тепловая характеристика Время при $2 \leq I/I_p \leq 20$	5% от опорного (расчетного) значения +1% на допуск по току, или 600 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\%/10 \text{ K}$

Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники	
- до 10% 3-ей гармоники	$\leq 1\%$
- до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$

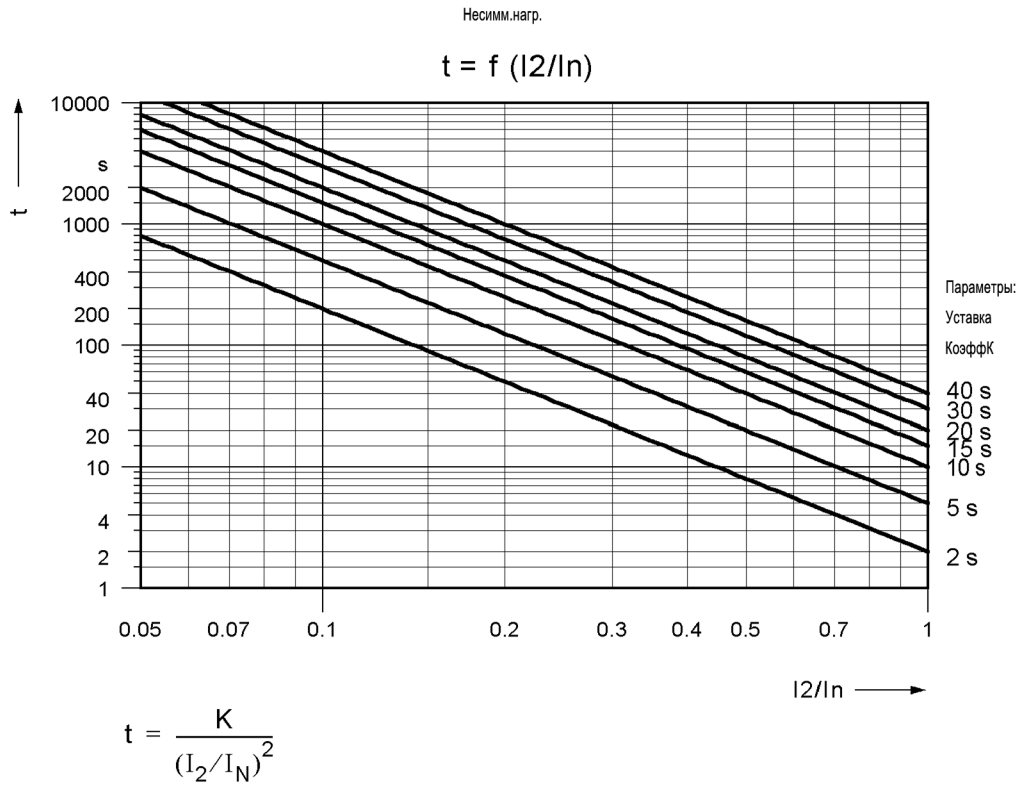


Рисунок 4-5 Временные температурные характеристики срабатывания защиты от несимметричной нагрузки (обратной последовательности)

## 4.6 МТЗ при пуске устройств

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Величина тока пуска ступени I>	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,10 A - 20,00 A	шаг 0,01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,50 A - 100,00 A	шаг 0,01 A
Выдержки времени T		0,00 с - 60,00 с или выведена	шаг 0,01 с

### Величины времени

Время пуска ступени I>	120 мс или больше (зависит от частоты сигнала)
Время возврата ступени I>	120 мс или больше (зависит от частоты сигнала)

### Условия возврата

Порог тока I>	80% или 0,05 I/I <sub>н</sub>
---------------	-------------------------------

### Допустимые погрешности

Порог тока I> $f \geq 3 \text{ Гц}$ , $I/I_{\text{НОМ}} < 5$	$\leq 10\%$
Выдержки времени T	1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F } (-5 \text{ °C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ °F } (55 \text{ °C})$	$\leq 0,5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $2 \text{ Гц} \leq f \leq 10 \text{ Гц}$	$\leq 10\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	100% (учитывается при расчетах) 100% (учитывается при расчетах)

## 4.7 Дифференциальная защита генераторов и двигателей

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Дифференциальный ток $I_{\text{дифф}} > I_{\text{н ген}}$	0,05 - 2,00	шаг 0.01
Степень максимального тока $I_{\text{дифф}} > I_{\text{н ген}}$	0,5 - 12,0 или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,1

### Характеристика пуска

см. также рисунок 4-6		
Наклон 1	0,10 - 0,50	шаг 0.01
Базовая точка 1 $I/I_{\text{н ген}}$	0,00 - 2,00	шаг 0.01
Наклон 2	0,25 - 0,95	шаг 0.01
Базовая точка 2 $I/I_{\text{н ген}}$	0,00 - 10,00	шаг 0.01
Обнаружение пуска $I/I_{\text{н ген}}$	0,00 - 2,00	шаг 0.01
Увеличение значения срабатывания защиты при пуске защищаемого устройства	1,0 - 2,0	шаг 0,1
Максимальное время пуска	0,0 с - 180,0 с	шаг 0,1 с
Дополнительное торможение $I/I_{\text{н ген}}$	2,00 - 15,00	шаг 0.01
Длительность дополнительного торможения	(2 - 250) · длительность цикла (частота сети) или $\infty$ (ступень выведена)	
Время задержки отключения для $I_{\text{дифф}} >$ и $I_{\text{дифф}} >>$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0.01 с

### Время пуска

при питании с одной стороны (без параллельной работы других функций защиты)			
	50 Гц	60 Гц	
при $\geq 1.5 \cdot$ уставки $I_{\text{дифф}} > / I_{\text{ном ген}}$ , при бл.	35 Гц	35 Гц	
при $\geq 1.5 \cdot$ уставки $I_{\text{дифф}} >> / I_{\text{ном ген}}$ , при бл.	25 Гц	22 Гц	
при $\geq 5 \cdot$ уставки $I_{\text{дифф}} >> / I_{\text{ном ген}}$ , при бл.	18 Гц	17 Гц	
Коэффициент возврата	приблиз. 0,7		

### Допустимые погрешности

Для введенных ранее параметров	
- Характеристика пуска	$\pm 3\%$ от уставки (при $I < 5 \cdot I_{\text{н}}$ )
- Время дополнительной задержки	$\pm 1\%$ от величины уставки или 10 мс

**Факторы, влияющие на величины пуска**

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ }^\circ\text{F} (-5\text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{окр} \leq 131,00\text{ }^\circ\text{F} (55\text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10\text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	1% (см. также рисунок 4-7)

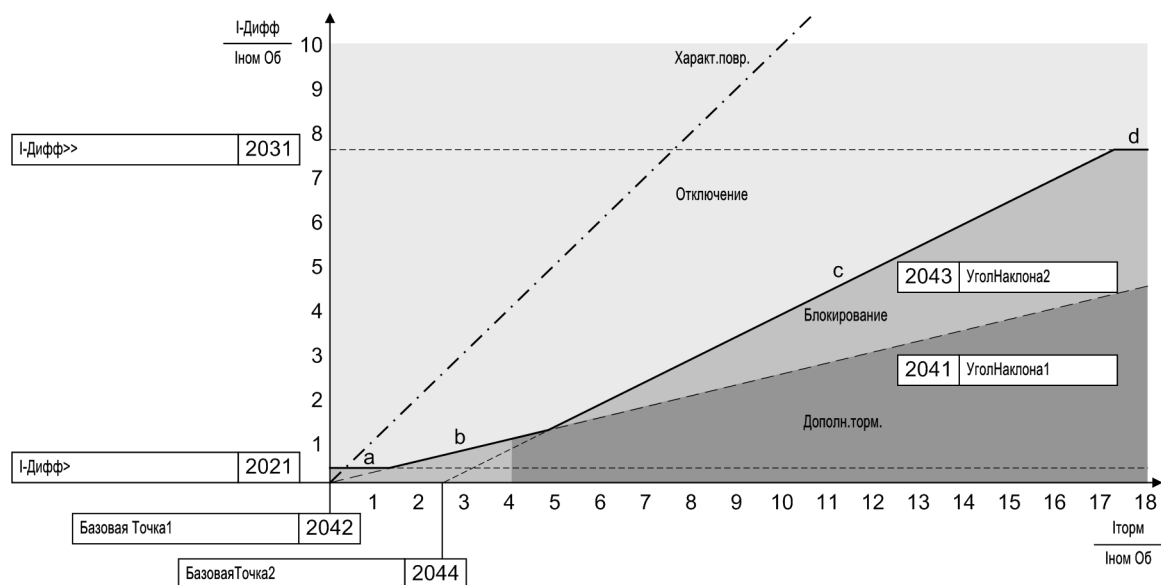


Рисунок 4-6 Характеристика пуска функции дифференциальной защиты при использовании ее для защиты для генератора или двигателя



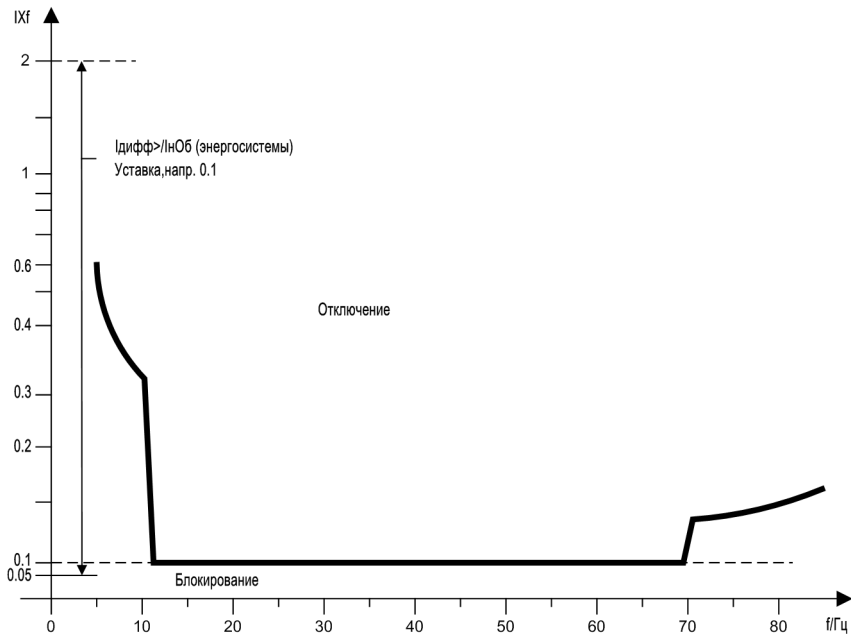


Рисунок 4-7 Влияние частоты при дифференциальной защите генератора или двигателя

где

 $I_{\text{дифф}}$  дифференциальный ток =  $|I_1 + I_2|$ , $I_{\text{нОб}}$  ток при частоте сети, $I_{\text{xf}}$  ток при любой частоте в пределах заданного диапазона.

## 4.8 Дифференциальная защита трансформаторов

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Дифференциальный ток $I_{\text{дифф}} > I_{\text{н транс}}$	0,05 - 2,00	шаг 0.01
Степень максимального тока $I_{\text{дифф}} > I_{\text{н транс}}$	0,5 - 12,0 или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,1

### Временные характеристики отключения в соответствии с ANSI

см. также рисунок 4-8		
Наклон 1	0,10 - 0,50	шаг 0.01
Базовая точка 1 $I/I_{\text{н транс}}$	0,00 - 2,00	шаг 0.01
Наклон 2	0,25 - 0,95	шаг 0.01
Базовая точка 2 $I/I_{\text{н транс}}$	0,00 - 10,00	шаг 0.01
Обнаружение пуска $I/I_{\text{н транс}}$	0,00 - 2,00	шаг 0.01
Увеличение величины пуска защиты при пуске защищаемого устройства	1,0 - 2,0	шаг 0,1
Максимальное время пуска	0,0 - 180,0 с	шаг 0,1 с
Дополнительное торможение $I/I_{\text{н транс}}$	2,00 - 15,00	шаг 0.01
Торможение броска тока $I_{2\text{фн}}/I_{\text{фн}}$ (2-я гармоника)	10% - 80% см. также рисунок 4-9	шаг 1%
Торможение (n-ая гарм.) $I_{\text{пfn}}/I_{\text{фн}}$ (n = 3-я или 5-я гармоника)	10% - 80% см. также рисунок 4-10	шаг 1%
Удерживание блокировки $I/I_{\text{н транс}}$	0,5 - 12,0	шаг 0,1
Время задержки отключения для $I_{\text{дифф}} >$ и $I_{\text{дифф}} >>$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0.01 с
Длительность дополнительного торможения	(2 - 250) · длительность цикла (частота сети) или $\infty$ (ступень выведена)	
Время перекрестной блокировки для 2-й, 3-ей или 5-ой гармоник	(0 - 1000) · длительность цикла (частота сети) или $\infty$ (длительно)	
Время задержки отключения для $I_{\text{дифф}} >$ и $I_{\text{дифф}} >>$	0,00 с - 60 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0.01 с

### Время пуска

при питании с одной стороны (без параллельной работы других функций защиты)		
	50 Hz	60 Hz
при $\geq 1.5 \cdot$ уставки $I_{\text{дифф}} > / I_{\text{ном транс}}$ , при бл.	35 мс	35 мс
при $\geq 1.5 \cdot$ уставки $I_{\text{дифф}} >> / I_{\text{ном транс}}$ , при бл.	25 мс	22 мс
при $\geq 5 \cdot$ уставки $I_{\text{дифф}} >> / I_{\text{ном транс}}$ , при бл.	18 мс	17 мс
Коэффициент возврата	приблиз. 0,7	

## Допустимые погрешности

При введенных ранее параметрах трансформатора	
- Характеристика пуска	$\pm 3\%$ от уставки (при $I < 5 \cdot I_H$ )
- Торможение при броске тока	$\pm 3\%$ от уставки (при $I_{2фт}/I_{фт} \geq 15\%$ )
- Время дополнительной задержки	$\pm 1\%$ от величины уставки или 10 мс

## Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{окр} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0,5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	1% (см. также рисунок 4-11)

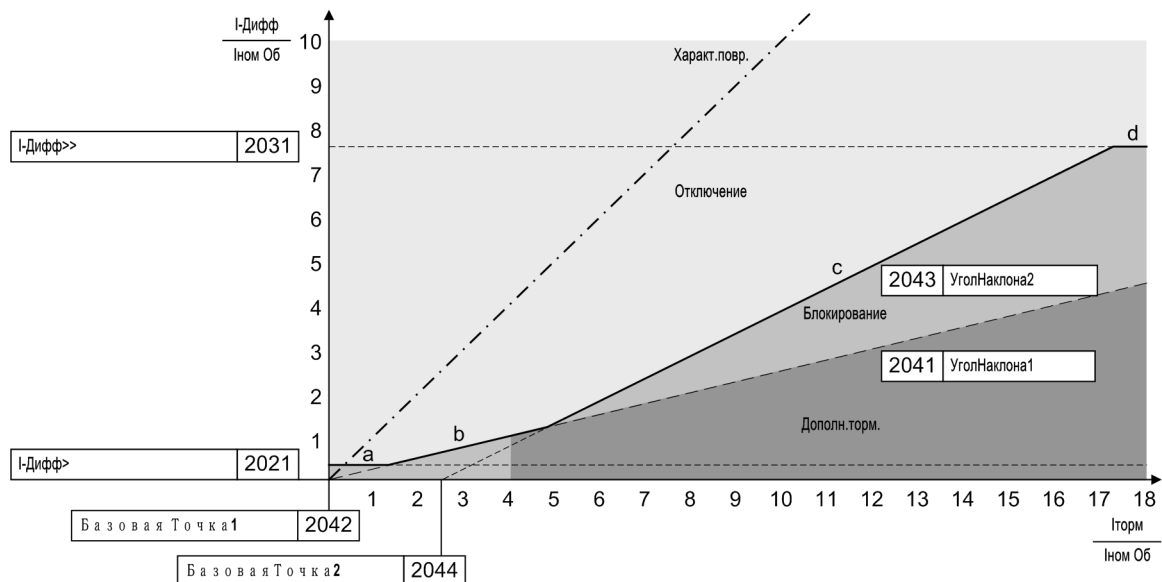


Рисунок 4-8 Характеристика пуска дифференциальной защиты трансформатора

4.8 Дифференциальная защита трансформаторов

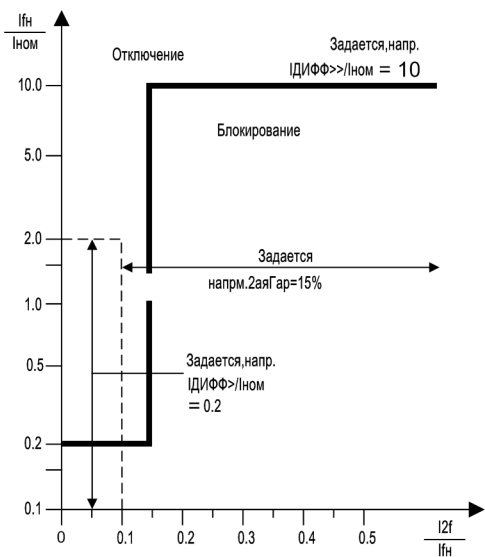


Рисунок 4-9 Влияние торможения по 2-й гармонике в дифференциальной защите трансформатора

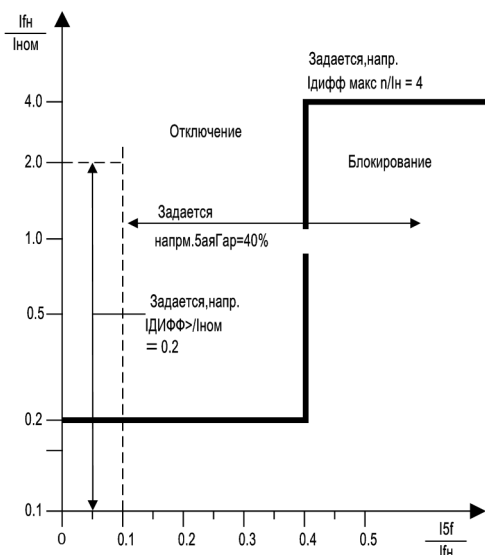


Рисунок 4-10 Влияние торможения по высшим гармоникам

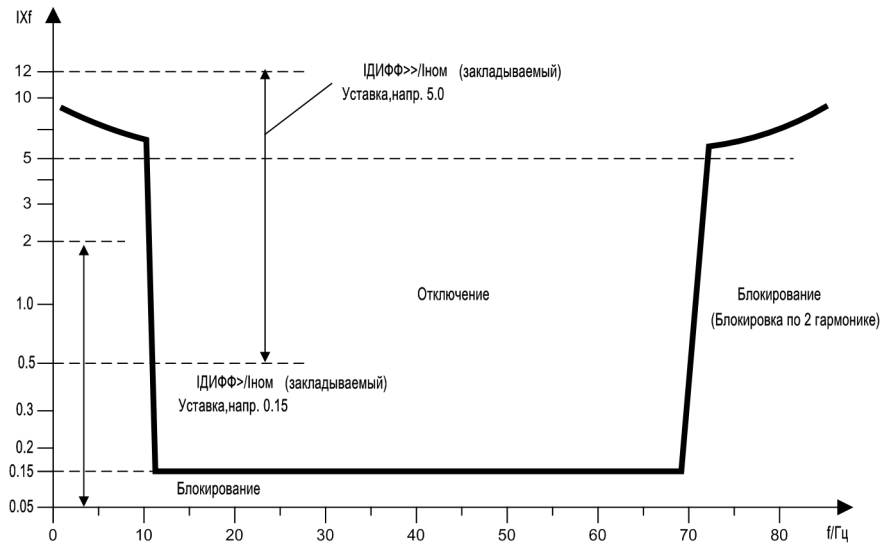


Рисунок 4-11 Влияние частоты при дифференциальной защите трансформатора

где:

$I_{\text{дифф}}$  дифференциальный ток =  $|I_1 + I_2|_2$ ,

$I_{\text{н}}$  ток при номинальной частоте,

$I_{\text{xf}}$  ток при любой частоте в пределах заданного диапазона.

## 4.9 Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Дифференциальный ток I-REF > I/InOb	0,05 - 2,00	шаг 0.01
Характеристика: базовая точка I/InO	0,00 - 2,00	шаг 0.01
Характеристика: наклон	0,00 - 0,95	шаг 0.01
Выдержки времени T	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0.01 с
Блокировка фазного тока I > I/InO	1,0 - 2,5	шаг 0,1
Введение ступени нулевого напряжения U0	1,0 В - 100,0 В или 0 (выведено)	шаг 0,1 В

### Величины времени

Время пуска	прибл. 25 - 55 мс
Время возврата	прибл. 60 мс

### Коэффициенты возврата

Характеристика отключения	приблиз. 0,90
Коэффициент возврата	приблиз. 0,95 мс

### Допустимые погрешности

Характеристика отключения	5% от уставки или 0.02 I/InO
Блокировка фазного тока I >	1% от уставки или 0,01 I/InO
Введение нулевого напряжения U0 >	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени T	1% от величины уставки или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F } (-5 \text{ °C}) \leq \Theta_{окр} \leq 131,00 \text{ °F } (55 \text{ °C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.10 Защита от потери возбуждения

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Отрезки проводимости 1/xd Хар.	0,20 - 3,00	шаг 0,01
Угол наклона $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	50° - 120°	шаг 1°
Выдержки времени T	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Блокировка при снижении напряжения	10,0 В - 125,0 В	шаг 0,1 В
Возбуждение постоянным напряжением Uвозб < (через расположенный выше делитель напряжения)	0,50 В - 8,00 В	шаг 0,01 В

### Величины времени

Время пуска	
Отрезки проводимости 1/xd Хар.	прибл. 60 мс
Критерий тока ротора Uвозб	прибл. 60 мс
Блокировка при снижении напряжения	прибл. 50 мс

### Коэффициенты возврата

Отрезки проводимости 1/xd Хар., $\alpha$	приблиз. 0,95
Критерий тока ротора Uвозб	прибл. 1,05 или величина пуска + 0,5 В
Блокировка при снижении напряжения	приблиз. 1,1

### Допустимые погрешности

Отрезки проводимости 1/xd Хар.	3% от величины уставки
Критерий статора $\alpha$	1° электр.
Критерий тока ротора Uвозб	1° или 0,1 В
Блокировка при снижении напряжения	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени T	1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ °F } (-5\text{ °C}) \leq \Theta_{окр} \leq 131,00\text{ °F } (55\text{ °C})$	$\leq 0,5\% / 10\text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники	
- до 10% 3-ей гармоники	$\leq 1\%$
- до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$

## 4.11 Защита от реверса мощности

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Обратная мощность $P_{\text{обратн}} > / S_H$	от -0,50% до -30,00%	шаг 0,01%
Выдержки времени T	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с

### Величины времени

Время пуска – Обратная мощность $P_{\text{обратн}} >$	прибл. 360 мс при $f = 50$ Гц прибл. 300 мс при $f = 60$ Гц
Время возврата – Обратная мощность $P_{\text{обратн}} >$	прибл. 360 мс при $f = 50$ Гц прибл. 300 мс при $f = 60$ Гц

### Коэффициенты возврата

– Обратная мощность $P_{\text{обратн}} >$	прибл. 0,6
---	------------

### Допустимые погрешности

– Обратная мощность $P_{\text{обратн}} >$	0,25% $S_H \pm 3\%$ от величины уставки при $Q < 0,5 S_H$ ( $S_H$ : Номинальная полная мощность, Q: Реактивная мощность)
- Выдержки времени T	1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}} / U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0,5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$



## 4.12 Контроль протекания мощности в направлении вперед

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Обратная мощность $P_{\text{обратн}} > / S_H$	0,5% - 120,0%	шаг 0,1%
Обратная мощность $P_{\text{обратн}} > / S_H$	1,0% - 120,0%	шаг 0,1%
Выдержки времени T	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с

### Величины времени

Время пуска – Активная мощность P<, P>	при измерении высокой точности: прибл. 360 мс при f = 50 Гц прибл. 300 мс при f = 60 Гц при измерении с высокой скоростью: прибл. 60 мс при f = 50 Гц прибл. 50 мс при f = 60 Гц
Время возврата – Активная мощность P<, P>	при измерении высокой точности: прибл. 360 мс при f = 50 Гц прибл. 300 мс при f = 60 Гц при измерении с высокой скоростью: прибл. 60 мс при f = 50 Гц прибл. 50 мс при f = 60 Гц

### Коэффициенты возврата

Активная мощность $P_{\text{акт}} <$	прибл. 1,10 или 0,5% от $S_H$
Активная мощность $P_{\text{акт}} >$	прибл. 0,90 или -0,5% от $S_H$

### Допустимые погрешности

Активная мощность P<, P>	0,25% $S_H \pm 3\%$ от величины уставки при измерении высокой точности 0,5% $S_H \pm 3\%$ от величины уставки при измерении с высокой скоростью ( $S_H$ : Номинальная полная мощность)
Выдержки времени T	1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}} / U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0,5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.13 Дистанционная защита

### Пуск

Величина тока пуска ступени IMP I>	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,10 A - 20,00 A	шаг 0,01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,50 A - 100,00 A	шаг 0,05 A
Коэффициент возврата		прибл. 0,95	
Погрешности измерения согласно VDE 0435	при $I_H = 1 \text{ A}$	1% от величины уставки или 10 мА	
	при $I_H = 5 \text{ A}$	1% от величины уставки или 50 мА	
Удерживание при пониженном напряжении $U <$		10,0 В - 125,0 В	шаг 0,1 В
Коэффициент возврата		прибл. 1,05	

### Измерение полного сопротивления

Характеристика	Многоугольная, 3 независимых ступени	
Полное сопротивление Z1 (вторичное, при $I_H = 1 \text{ A}$ )	0,05 $\Omega$ - 130,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление Z1 (вторичное, при $I_H = 5 \text{ A}$ )	0,01 $\Omega$ - 26,00 $\Omega$	
Полное сопротивление Z1B (вторичное, при $I_H = 1 \text{ A}$ )	0,05 $\Omega$ - 65,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление Z1B (вторичное, при $I_H = 5 \text{ A}$ )	0,01 $\Omega$ - 13,00 $\Omega$	
Полное сопротивление Z2 (вторичное, при $I_H = 1 \text{ A}$ )	0,05 $\Omega$ - 65,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление Z2 (вторичное, при $I_H = 5 \text{ A}$ )	0,01 $\Omega$ - 13,00 $\Omega$	
Погрешности измерения согласно VDE 0435 при синусоидальных величинах		$ \Delta Z/Z  \leq 5\%$ при $30^\circ \leq \varphi_K \leq 90^\circ$ или 10 м $\Omega$

### Блокировка при качаниях мощности

Многоугольник качаний мощности - многоугольник отключений (вторичный, при $I_H = 1 \text{ A}$ )	0,10 $\Omega$ - 30,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Многоугольник качаний мощности - многоугольник отключений (вторичный, при $I_H = 5 \text{ A}$ )	0,02 $\Omega$ - 6,00 $\Omega$	
Скорость изменения $dz/dt$ (при $I_H = 1 \text{ A}$ )	1,0 $\Omega/c$ - 600,0 $\Omega/c$	шаг 0,1 $\Omega/c$
Скорость изменения $dz/dt$ (при $I_H = 5 \text{ A}$ )	0,2 $\Omega/c$ - 120,0 $\Omega/c$	
Время действия блокировки при качаниях мощности	0,00 с - 60,00 с	шаг 0,01 с

### Величины времени

Выдержки времени	0,00 с - 60,00 с	шаг 0,01 с
Минимальное время отключения	35 мс	
Обычное время отключения	прибл. 40 мс	
Время возврата	прибл. 50 мс	

Время удерживания функции удерживания при пониженном напряжении	0,10 с - 60,00 с	шаг 0,01 с
Допуски выдержки времени	1% от величины уставки или 10 мс	

**Факторы, влияющие на величины пуска**

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники	
- до 10% 3-ей гармоники	$\leq 1\%$
- до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$

## 4.14 Защита от выпадения из синхронизма

### Пуск

Ток прямой последовательности $I_1 > I_H$	20,0% - 400,0%	шаг 0,1%
Ток обратной последовательности $I_2 < I_H$	5,0% - 100,0%	шаг 0,1%
Коэффициенты возврата - $I_1 >$ - $I_2 <$	прибл. 0,95 мс прибл. 1,05	
Погрешности измерения согласно VDE 0435 часть 303	3% от величины уставки	

### Многоугольник качаний мощности

Полное сопротивление $Z_a$ (вторичное, при $I_H = 1$ A)	0,20 $\Omega$ - 130,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление $Z_a$ (вторичное, при $I_H = 5$ A)	0,04 $\Omega$ - 26,00 $\Omega$	
Полное сопротивление $Z_b$ (вторичное, при $I_H = 1$ A)	0,10 $\Omega$ - 130,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление $Z_b$ (вторичное, при $I_H = 5$ A)	0,02 $\Omega$ - 26,00 $\Omega$	
Полное сопротивление $Z_c$ (вторичное, при $I_H = 1$ A)	0,10 $\Omega$ - 130,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление $Z_c$ (вторичное, при $I_H = 5$ A)	0,02 $\Omega$ - 26,00 $\Omega$	
Полное сопротивление $Z_d$ - $Z_c$ (вторичное, при $I_H = 1$ A)	0,00 $\Omega$ - 130,00 $\Omega$	шаг 0,01 $\Omega$
Полное сопротивление $Z_d$ - $Z_c$ (вторичное, при $I_H = 5$ A)	0,00 $\Omega$ - 26,00 $\Omega$	
Угол наклона многоугольника	60,0° - 90,0°	шаг 0,1°
Количество допустимых качаний мощности - на пересекающейся характеристике 1 - на пересекающейся характеристике 2	1 - 10 1 - 20	
Погрешности измерения согласно VDE 0435 при синусоидальных величинах	$ \Delta Z/Z  \leq 5\%$ при $30^\circ \leq \varphi_K \leq 90^\circ$ или 10 м $\Omega$	

### Величины времени

Время удерживания пуска Т-удерж	0,20 с - 60,00 с	шаг 0,01 с
Время удерживания сообщения об асинхронном ходе	0,02 с - 0,15 с	шаг 0,01 с
Допуски выдержки времени	1% от величины уставки или 10 мс	

**Факторы, влияющие на величины пуска**

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.15 Защита от понижения напряжения

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Измеряемая величина	Напряжение "фаза-земля" прямой последовательности в виде пофазных величин	
Напряжения пуска $U<$ , $U<<$ , $U_{p<}$	10,0 В - 125,0 В	шаг 0,1 В
Коэффициент возврата $R_V$ $U<$ (только для ступеней $U<$ , $U<<$ )	1,01 - 1,20	шаг 0,01
Выдержки времени $T$ $U<$ , $T$ $U<<$	0,00 с - 60,0 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Коэффициент умножения времени $T_{MUL}$ (Множ. Т) для инверсной характеристики	0,10 с - 5,00 с	шаг 0,01 с
Дополнительная выдержка времени $T_{Up<}$ для инверсной характеристики	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").		

### Время работы

Время пуска	прибл. 50 мс
Время возврата	прибл. 50 мс

### Коэффициент возврата

из величины пуска инверсной характеристики	1,01 или 0,5 В
--	----------------

### Характеристика отключения

см. также рисунок 4-12	
$t = \frac{1}{1 - \frac{U}{U_p}} \cdot T_{MUL} + T_{Up<}$	
Где:	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>t</math> время отключения</li> <li><math>U</math> текущее напряжение</li> <li><math>U_p</math> напряжение пуска, равное при этом <math>\infty</math> (= параметр 4402)</li> <li><math>T_{MUL}</math> временной коэффициент (= параметр 4403)</li> <li><math>T_{Up&lt;}</math> дополнительная выдержка времени (= параметр 4404)</li> </ul>

### Допустимые погрешности

Напряжения пуска $U<$ , $U<<$ , $U_{p<}$	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени $T$ , $T_{Up<}$	1% от величины уставки или 10 мс
Характеристика напряжение-время	1% при $U$ , или 30 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ }^\circ\text{F} (-5\text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00\text{ }^\circ\text{F} (55\text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0,5\% / 10\text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

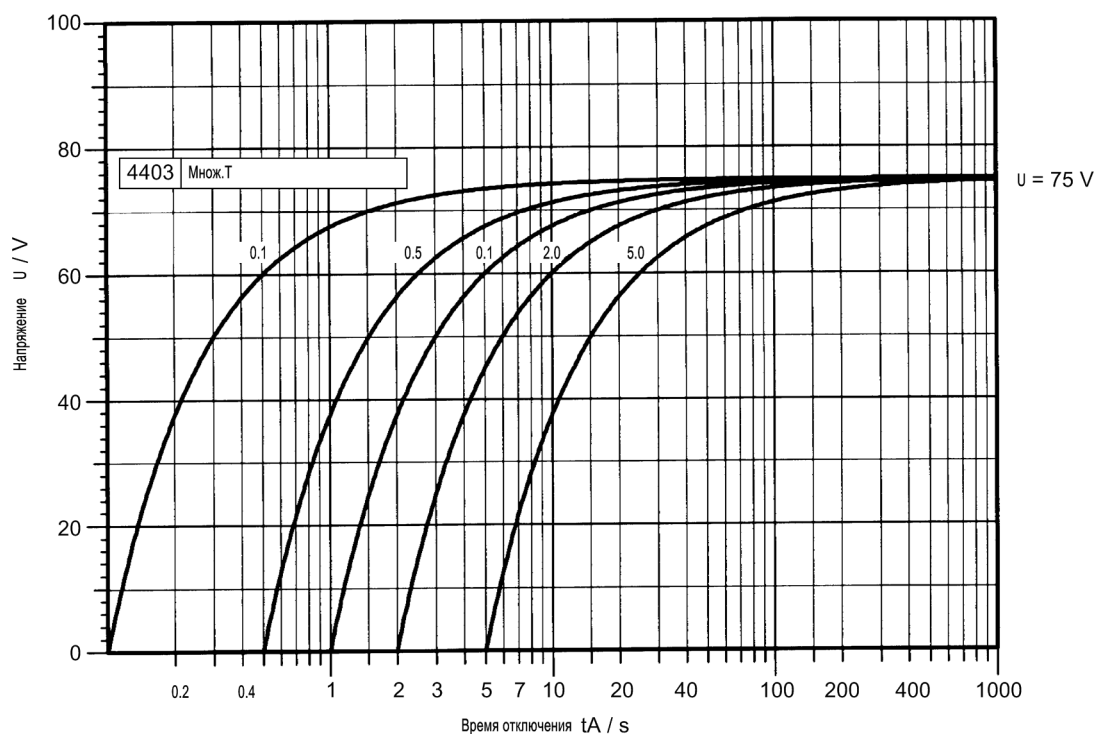


Рисунок 4-12 Времена отключения инверсной защиты от пониженного напряжения при величине уставки  $U_p \leq 75$  В, без дополнительной выдержки времени отключения ( $T_{Up<} = 0$ )

## 4.16 Защита от повышения напряжения

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Измеряемая величина	Максимальное из междуфазных напряжений, рассчитанное из напряжений "фаза-земля"	
Пороговые величины пуска ступеней U>, U>>	30,0 В - 170,0 В	шаг 0,1 В
Коэффициент возврата RV U> (для ступеней U>, U>>)	0,90 - 0,99	шаг 0,01
Выдержки времени T U>, T U>>	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").		

### Величины времени

Время пуска ступеней U>, U>>	прибл. 50 мс
Время возврата ступеней U>, U>>	прибл. 50 мс

### Допустимые погрешности

Пределы напряжения пуска	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени T	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F } (-5 \text{ °C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ °F } (55 \text{ °C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$



## 4.17 Защита по частоте

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Количество ступеней защиты по частоте	4; могут назначаться как f> или f<	
Частота пуска f> или f<	40 Гц - 66,00 Гц	шаг 0,01 Гц
Выдержки времени T f1 T f2 - T f4	0,00 с - 600,00 с 0,00 с - 100,00 с	шаг 0,01 с шаг 0,01 с
Блокировка при снижении напряжения (компонент прямой последовательности U <sub>1</sub> )	10,0 В - 125,0 В и 0 В (при отсутствии блокировки)	шаг 0,1 В
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").		

### Величины времени

Времена пуска f>, f<	прибл. 100 мс
Времена возврата f>, f<	прибл. 100 мс

### Разность возврата

$\Delta f$ = Величина пуска – Величина возврата	прибл. 20 мГц
---	---------------

### Коэффициент возврата

Коэффициент возврата блокировки при снижении напряжения	прибл. 1,05
--	-------------

### Допустимые погрешности

Частоты f>, f<	10 мГц (при U = U <sub>н</sub> , f = f <sub>н</sub> )
Блокировка при снижении напряжения	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени T(f<, f<)	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	1%
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	0.5%/10 К
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	1% 1%

## 4.18 Защита от перевозбуждения

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Пороговая величина пуска (сигнальная ступень) $\frac{U/U_{НОМ}}{f/f_{НОМ}}$	1,00 - 1,20	шаг 0,01
Пороговая величина пуска ступенчатой характеристики $\frac{U/U_{НОМ}}{f/f_{НОМ}}$	1,00 - 1,40	шаг 0,01
Выдержки времени T U/f>, T U/f>> (сигнальная и ступенчатая характеристика)	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Пары характеристических величин U/f	1,05/1,10/1,15/1,20/1,25/1,30/1,35/1,40	
Соответствующие выдержки времени для t (U/f тепловая модель)	0 с - 20 000 с	шаг 1 с
Время охлаждения T <sub>COOL</sub>	0 с - 20 000 с	шаг 1 с

### Величины времени

Сигнальная и ступенчатая характеристика	
Время пуска при 1,1 · Величина уставки	прибл. 60 мс
Время возврата	прибл. 60 мс

### Коэффициенты возврата

Возврат / Пуск	прибл. 0,98
----------------	-------------

### Характеристика отключения

Тепловая модель (предустановка и ступенчатая характеристика)	см. рисунок 4-13
---	------------------

### Допустимые погрешности

Пуск по U/f	3% от величины уставки
Выдержки времени T (Сигнальная и ступенчатая характеристика)	1% от величины уставки или 10 мс
тепловая модель (временная характеристика)	5%, относительно U/f ± 600 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

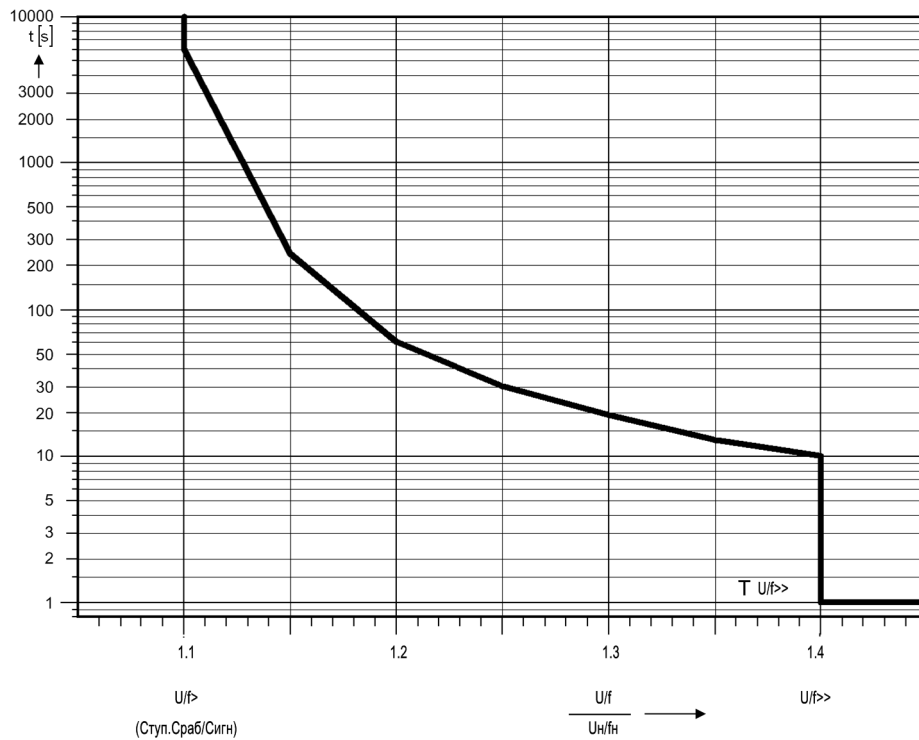


Рисунок 4-13 Результирующая характеристика отключения тепловой модели и ступенчатой характеристики защиты от перевозбуждения (уставки по умолчанию)

## 4.19 Защита по скорости изменения частоты

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Количество ступеней, могут быть +df/dt> или -df/dt	4	
Величины пуска df/dt	0,1 Гц/с - 10,0 Гц/с	шаг 0,1 Гц/с
Выдержки времени T	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Блокировка при пониженном напряжении U1>	10,0 В - 125,0 В	шаг 0,1 В
Диапазон измерений	1 - 25 периодов	

### Величины времени

Время пуска df/dt	Прибл. 150 - 500 мс (в зависимости от диапазона измерений)
Время возврата df/dt	прибл. 150 - 500 мс (в зависимости от диапазона измерений)

### Коэффициенты возврата

Разность возврата $\Delta f/dt$	0,02 - 0,99 Гц/с (настраивается)
Коэффициент возврата	прибл. 1,05

### Допустимые погрешности

Рост частоты	
- Диапазон измерений < 5	прибл. 5% или 0,15 Гц/с при $U > 0,5 U_H$
- Диапазон измерений $\geq 5$	прибл. 3% или 0,1 Гц/с при $U > 0,5 U_H$
Блокировка при снижении напряжения	
Выдержки времени	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени	1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ }^\circ\text{F} (-5\text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{окр} \leq 131,00\text{ }^\circ\text{F} (55\text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10\text{ K}$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.20 Контроль скачка вектора напряжения

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Степень $\Delta_{\varphi}$	2° - 30°	шаг 1°
Выдержка времени T	0,00 - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Время сброса $T_{\text{сброса}}$	0,00 - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,00 с
Блокировка при снижении напряжения $U1>$	10,0 - 125,0 В	шаг 0,1 В

### Величины времени

Время пуска $\Delta_{\varphi}$	прибл. 75 мс
Время возврата $\Delta_{\varphi}$	прибл. 75 мс

### Коэффициенты возврата

–	–
---	---

### Допустимые погрешности

Скачок угла	0,5° при $U > 0,5 U_H$
Блокировка при снижении напряжения	1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени T	1% или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F } (-5 \text{ °C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ °F } (55 \text{ °C})$	$\leq 0,5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.21 Защита статора от замыканий на землю

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Напряжение смещения $U_0$	2,0 В - 125,0 В	шаг 0,1 В
Ток на землю $3I_0$	2 - 1000 мА	шаг 1 мА
Критерий угла аварийного тока на землю	0° - 360°	шаг 1°
Выдержка времени $T_{SEF}$	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").		

### Величины времени

Время пуска $U_0$ $3I_0$ направленная	прибл. 50 мс прибл. 50 мс прибл. 70 мс
Время возврата $U_0$ $3I_0$ направленная	прибл. 50 мс прибл. 50 мс прибл. 70 мс

### Коэффициент возврата / Разность возврата

Напряжение смещения $U_0$	прибл. 0,70
Ток на землю $3I_0$	прибл. 0,70
Угловой критерий (разность возврата)	10° в сторону сети

### Допустимые погрешности

Напряжение смещения	1% от величины уставки или 0,5 В
Аварийный ток на землю	1% от величины уставки или 0,5 мА
Выдержки времени T	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F } (-5 \text{ °C}) \leq \Theta_{окр} \leq 131,00 \text{ °F } (55 \text{ °C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.22 Чувствительная защита от замыканий на землю

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Величина тока пуска ступени $I_{EE>}$	2 - 1000 мА	шаг 1 мА
Выдержка времени $T_{IEE>}$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Величина тока пуска ступени $I_{EE>>}$	2 - 1000 мА	шаг 1 мА
Выдержка времени $T_{IEE>>}$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Функция контроля измерительных цепей при использовании в качестве защиты ротора от замыкания на землю $I_{EE<}$	1,5 - 50,0 мА или 0,0 мА (выведено)	шаг 0,1 мА

### Величины времени

Время пуска	прибл. 50 мс
Время возврата	прибл. 50 мс
Функция контроля измерительных цепей (задержка)	прибл. 2 с

### Коэффициенты возврата

Величина тока пуска ступени $I_{EE>}$ , $I_{EE>>}$	прибл. 0,95 или 1 мА
Функция контроля измерительных цепей $I_{EE<}$	прибл. 1,10 или 1 мА

### Допустимые погрешности

Ток пуска	1% от величины уставки или 0,5 мА
Выдержка времени	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ °F } (-5\text{ °C}) \leq \theta_{окр} \leq 131,00\text{ °F } (55\text{ °C})$	$\leq 0,5\% / 10\text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$
<b>Примечание:</b> Для достижения высокой чувствительности линейный диапазон измерительного входа для определения чувствительного замыкания на землю должен составлять 2 - 1600 мА.	

## 4.23 Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Величина пуска по 3-ей гармонике ступени пониженного напряжения $U_{0\ 3\ гарм} <$	0,2 В - 40,0 В	шаг 0,1 В
Величина пуска по 3-ей гармонике ступени пониженного напряжения $U_{0\ 3\ гарм} >$	0,2 В - 40,0 В	шаг 0,1 В
Выдержка времени $T_{SEF (3\ гарм)}$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Условия ввода		
$R/P_{мин} >$	10% - 100% или (ступень выведена)	шаг 1%
$U/U_{1\ мин} >$	50,0 В - 125,0 В или (ступень выведена)	шаг 0,1 В
Коэффициент коррекции $U_{0\ 3\ гарм} (U/100\%)$ для ступени $U_{0 (3\ гарм)} >$	от -40,0 до +40,0	шаг 0,1

### Величины времени

Время пуска	прибл. 80 мс
Время возврата	прибл. 80 мс

### Коэффициенты возврата

Ступень пониженного напряжения $U_{0\ 3\ гарм} <$	прибл. 1,10 или 0,1 мА
Ступень пониженного напряжения $U_{0\ 3\ гарм} >$	прибл. 0,90 или -0,1 В
Условия ввода	
$R/P_{мин} >$	прибл. 0,90
$U/U_{1\ мин} >$	прибл. 0,95

### Допустимые погрешности

Напряжение смещения	3% от величины уставки или 0,1 В
Выдержка времени $T_{SEF (3rd\ HARM)}$	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\ ^\circ\text{F} (-5\ ^\circ\text{C}) \leq \theta_{окр} \leq 131,00\ ^\circ\text{F} (55\ ^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10\ \text{K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$



## 4.24 100% защита статора от замыканий на землю

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Сигнальная ступень $R_{\text{чув33}}^<$	20 $\Omega$ - 700 $\Omega$	шаг 1 $\Omega$
Ступень отключения $R_{\text{чув33}}^<<$	20 $\Omega$ - 700 $\Omega$	шаг 1 $\Omega$
Ступень аварийного тока на землю $I_{\text{чув33}}^>$	0,02 А - 1,50 А	шаг 0,01 А
Выдержка времени	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Контроль сбоя генератора 20 Гц		
U20 мин	0,3 В - 15 В	шаг 0,1 В
I20 мин	5 - 40 мА	шаг 1 мА
Угол коррекции	от -60° до +60°	шаг 1°

### Величины времени

Время пуска $R_{\text{чув33}}^<$ , $R_{\text{чув33}}^<<$	1,3 с
Время пуска $I_{\text{чув33}}^>$	250 мс
Время возврата $R_{\text{чув33}}^<$ , $R_{\text{чув33}}^<<$	0,8 с
Время возврата $I_{\text{чув33}}^>$	120 мс

### Коэффициенты возврата

Коэффициент возврата	прибл. 1,2 - 1,7
----------------------	------------------

### Допустимые погрешности

Сопротивление	прибл. 5% или 2 $\Omega$
Ток	3% или 3 мА
Выдержка времени	1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ }^\circ\text{F} (-5\text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00\text{ }^\circ\text{F} (55\text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\%/10\text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	$\leq 1\%$
Гармоники - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.25 Чувствительная МТЗ В от замыканий на землю

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Величина тока пуска $I_{EE-B}^>$	0,3 - 1000,0 мА	шаг 0,1 мА
Выдержка времени $T_{IEE-B}^>$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Величина тока пуска $I_{EE-B}^<$	0,3 - 500,0 мА или 0 (выведено)	шаг 0,1 мА
Выдержка времени $T_{IEE-B}^>$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Время удерживания пуска $I_{eeB}^>$	0,00 с - 60,00 с	шаг 0,01 с
Время удерживания пуска $I_{eeB}^<$	0,00 с - 60,00 с	шаг 0,01 с
Метод измерений при использовании функции в качестве защиты ротора от замыканий на землю	- По основной составляющей - 3. гармоника - 1. и 3-я гармоника	

### Величины времени

Время срабатывания	прибл. 50 мс
Время возврата	прибл. 50 мс

### Коэффициент возврата / пуска

Величина тока пуска $I_{EE-B}^>$	прибл. 0,90 или 0,15 мА
$I_{EE-B}^<$	прибл. 1,10 или 0,15 мА

### Допустимые погрешности

Ток пуска	1% от величины уставки или 0,1 мА
Выдержка времени	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{пит}/U_{пит, ном} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00\text{ }^\circ\text{F} (-5\text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{окр} \leq 131,00\text{ }^\circ\text{F} (55\text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\%/10\text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
гармоника - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.26 Защита от витковых КЗ

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Пороговые значения пуска по напряжению смещения $U_{\text{ВИТК}} >$	0,3 В - 130,0 В	шаг 0,1 В
$T_{\text{ВИТК}} >$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с

### Величины времени

Время срабатывания	прибл. 60 мс
Время возврата	прибл. 60 мс

### Коэффициент возврата / пуска

Степень пуска $U_{\text{ВИТК}} >$	прибл. 0,5 - 0,95 с (настраивается)
-----------------------------------	-------------------------------------

### Допустимые погрешности

Напряжение смещения	1% от величины уставки или 0,1 В
Выдержка времени	1% от величины уставки или 10 мс

### Влияние различных величин

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{ПИТ}}/U_{\text{ПИТ, НОМ}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\%/10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	$\leq 1\%$
гармоника - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.27 Защита ротора от замыканий на землю

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Сигнальная ступень $R_{E \text{ снг}}$	3,0 к $\Omega$ - 30,0 к $\Omega$	шаг 0,1 к $\Omega$
Ступень отключения $R_{E \text{ откл}}$	1,0 к $\Omega$ - 5,0 к $\Omega$	шаг 0,1 к $\Omega$
Выдержки времени		
$T_{RE \text{ снг}}$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
$T_{RE \text{ откл}}$	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Реактивное сопротивление в $X_{\text{связи}}$ в цепи связи (емкостное)		
	-100 $\Omega$ - 800 $\Omega$	шаг 1 $\Omega$
Сопротивление $R_{\text{послед}}$ в цепи связи		
	0 $\Omega$ - 999 $\Omega$	шаг 1 $\Omega$
Величина пуска сообщения о неисправности I $RE <$		
	1,0 - 50,0 мА или 0,0 (ступень неактивна)	шаг 0,1 мА
Угол коррекции $W0$ I $RE$ аварийного тока на землю ротора		
	от -15,0° до +15,0°	шаг 0.1°

### Допустимая емкость ротора относительно земли $C_E$

Для допустимых погрешностей и для обнаружения обрыва в измерительных контурах 0.15 мкФ $\leq C_E \leq$ 3.0 мкФ	
Допустимый рабочий диапазон введенного напряжения (Сигнальная $U_{RE <}$ при $U \leq$ 20 В)	20 -100 В перем.

### Величины времени

Время пуска - Сигнальная ступень, ступень отключения	$\leq$ 80 мс
Время возврата - Сигнальная ступень, ступень отключения	$\leq$ 80 мс

### Коэффициенты возврата

$R_{E \text{ снг}}, R_{E \text{ откл}}$	прибл. 1,25
Сигнальная $I_{RE <}$	прибл. 1,20 или 0,5 мА разность возврата
Сигнальная $U_{RE <}$	прибл. 5 В разность возврата

### Допустимые погрешности

- Сигнальная ступень, ступень отключения	5% при $R_E \leq$ 5 к $\Omega$ и $0,15 \leq C_E/\mu\text{Ф} \leq$ 3 10% при $R_E \leq$ 10 к $\Omega$ и $0,15 \leq C_E/\mu\text{Ф} \leq$ 3 10% при $10 \leq R_E/\text{к}\Omega \leq$ 3 и $C_E \leq$ 1 $\mu\text{Ф}$
Выдержки времени T	1% или 10 мс

**Факторы, влияющие на величины пуска**

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	$\leq 1\%$

## 4.28 Защита ротора от замыканий на землю 1-3 Гц

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Сигнальная ступень $R_{E \text{ снг}}$	5 k $\Omega$ - 80 k $\Omega$	шаг 1 k $\Omega$
Ступень отключения $R_{E \text{ откл}}$	1 k $\Omega$ - 10 k $\Omega$	шаг 1 k $\Omega$
Выдержка времени	0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Пороговое значения выдачи аварийного сообщения $Q_{C<}$	0,01 - 1,00 мА*с	шаг 0,01 мА*с

### Величины времени

Время срабатывания	прибл. 1,0 - 1,5 с (зависит от характеристик 7ХТ71)
Время возврата	прибл. 1,0 - 1,5 с

### Коэффициенты возврата

Сопротивление $R_E$	прибл. 1,25
Заряд $Q_{C<}$	1,2 или 0,01 мА*с

### Допустимые погрешности

Сопротивление	прибл. 5% или 0,5 k $\Omega$ при $0,15 \mu\text{Ф} \leq C_E < 1 \mu\text{Ф}$ прибл. 10% или 0,5 k $\Omega$ при $0,15 \mu\text{Ф} \leq C_E < 3 \mu\text{Ф}$
Заряд	5% или 0,005 мА*с
Выдержка времени	1% или 10 мс
Допустимая емкость ротор-земля	0,15 - 3 $\mu\text{Ф}$

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$

## 4.29 Защита пусковых режимов двигателя

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Пусковой ток двигателя $I_{\text{МаксПускТок}}$	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,10 - 16,00 A	шаг 0,01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,50 - 80,00 A	шаг 0,01 A
Пороговое значение обнаружения пуска двигателя $I_{\text{ПускДвиг}}$	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,60 - 10,0 A	шаг 0,01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	3,00 - 50,00 A	шаг 0,01 A
Максимальное время пуска $T_{\text{МаксВремПуска}}$		1,0 с - 180,0 с	шаг 0,1 с
Допустимое время блокировки двигателя $T_{\text{БлкРотор}}$		0,5 с - 120,0 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,1 с

### Характеристика отключения

<p>Временная харак-ка откл- ний при <math>I_{\text{действ}} &gt; I_{\text{ПУСК ДВИГ.}}</math> START</p> $t = \left( \frac{I_{\text{ПУСКА}}}{I_{\text{действ}}} \right)^2 \cdot T_{\text{ПУСКА}}$	
где:	<p><math>I_{\text{ПУСКА}}</math>      уставка пускового тока двигателя,  <math>I_{\text{действ}}</math>      действующее значение тока,  <math>I_{\text{ПУСК ДВИГ.}}</math>    уставка пуска, исп. для обнаружения пуска двигателя,  <math>t</math>                время отключения в секундах,  <math>T_{\text{ПУСКА}}</math>      максимальное время пуска.</p>

### Коэффициент возврата

$I_{\text{действ}}/I_{\text{ПускДвиг}}$	прибл. 0,95
---	-------------

### Допустимые погрешности

Порог пуска	при $I_H = 1 \text{ A}$	1% от величины уставки или 10 мА
	при $I_H = 5 \text{ A}$	1% от величины уставки или 50 мА
Выдержка времени		5% или 30 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0,5\% / 10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
гармоника - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.30 Число пусков

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Пусковой ток двигателя по отношению к номинальному току двигателя $I_{\text{ПУСК}}/I_{\text{Двиг Ном}}$	1,5 - 10,0	шаг 0,1
Максимальное допустимое время пуска $T_{\text{Пуск Макс}}$	3,0 с - 120,0 с	шаг 0,1 с
Время выравнивания $T_{\text{ВЫРАВН}}$	0,0 - 60,0 мин	шаг 0,1 мин
Максимальное допустимое количество горячих пусков $n_{\text{Макс Гор Пуск}}$	1 - 4	шаг 1
Разность холодных и горячих пусков $n_{\text{Хол Пуск}} - n_{\text{Гор Пуск}}$	1 - 2	шаг 1
Коэффициент увеличения при простое $k_{\tau \text{ при ОСТАНОВЕ}}$	1,0 - 100,0	шаг 0,1
Увеличение постоянной времени при работе машины $k_{\tau \text{ при РАБ.РЕЖ.}}$	1,0 - 100,0	шаг 0,1
Минимальное время задержки пуска двигателя	0,2 - 120,0 мин	шаг 0,1 мин

### Пороговая величина для перезапуска

$$\Theta_{\text{Re.Inh.}} = \Theta_{\text{L max perm}} \cdot \frac{n_{\text{COLD}} - 1}{n_{\text{COLD}}}$$

### Выдержки времени перезапуска

$T_{\text{Rem.}} = T_{\text{Leveling}} + T_{\text{Re.Inh.}}$ $T_{\text{Re.Inh.}} = k_{\tau} \cdot \ln\left(\frac{\Theta_{\text{Pre}}}{\Theta_{\text{Re.Inh.}}}\right) = k_{\tau} \cdot \ln\left(\frac{\Theta_{\text{Pre}} \cdot n_{\text{COLD}}}{n_{\text{COLD}} - 1}\right)$	
где:	
$\Theta_{\text{Re.Inh.}}$	предел температуры, ниже которой возможен перезапуск
$\Theta_{\text{L max perm}}$	максимальная допустимая температура перегрева ротора (= 100% рабочей величины $\Theta_{\text{L}}/\Theta_{\text{L Trip}}$ )
$n_{\text{cold}}$	количество допустимых холодных пусков
$T_{\text{Rem.}}$	время, по истечении которого возможен повторный пуск двигателя
$T_{\text{Leveling}}$	время выравнивания, во время которого тепловая модель "заморожена"
$T_{\text{Re.Inh.}}$	время, в течение которого тепловая модель снова находится ниже порога перезапуска, в зависимости от:
$\Theta_{\text{Hist}}$	прошлой температуры ротора,
$\tau$	постоянная времени ротора, рассчитанной устройством,
$k_{\tau}$	коэффициент увеличения постоянной времени $k_{\tau \text{ при РАБ.РЕЖ.}}$ или $k_{\tau \text{ при ОСТАНОВЕ}}$



## 4.31 УРОВ

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Пороговые величины пуска УРОВ I>	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,04 - 2,00 A	шаг 0,01 A
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,20 - 10,00 A	шаг 0,01 A
Выдержка времени Тоткл		0,06 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с

### Величины времени

Время пуска – при внутреннем пуске – при использовании управления от CFC – при внешнем пуске	прибл. 50 мс прибл. 50 мс прибл. 50 мс
Время возврата	прибл. 50 мс

### Допустимые погрешности

Пороговая величина пуска УРОВ I>	при $I_H = 1 \text{ A}$	1% от величины уставки или 10 мА
	при $I_H = 5 \text{ A}$	1% от величины уставки или 50 мА
Выдержка времени Тоткл		1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \Theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\%/10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
гармоника - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.32 Ошибочное включение

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Величина тока пуска ступени I >>>	при $I_H = 1 \text{ A}$	0,1 - 20,0 А или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,1 А
	при $I_H = 5 \text{ A}$	0,5 - 20,0 А или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,1 А
Введение отключения $U_{1<}$		10,0 В - 125,0 В или 0 В (не введено)	шаг 0,1 В
Выдержка времени Т пуск $U_{1<}$		0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Время возврата Т возвр $U_{1<}$		0,00 с - 60,00 с или $\infty$ (ступень выведена)	шаг 0,01 с

### Величины времени

Время ответа	прибл. 25 мс
Время возврата	прибл. 35 мс

### Коэффициенты возврата

I >>>	при $I_H = 1 \text{ A}$	прибл. 0,80 или 50 мА
	при $I_H = 5 \text{ A}$	прибл. 0,80 или 250 мА
Введение отключения $U_{1<}$		прибл. 1,05

### Допустимые погрешности

Величина тока пуска ступени I >>>	при $I_H = 1 \text{ A}$	5% от величины уставки или 20 мА
	при $I_H = 5 \text{ A}$	5% от величины уставки или 100 мА
Введение отключения $U_{1<}$		1% от величины уставки или 0,5 В
Выдержка времени Т		1% или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	$\leq 1\%$
Температура в диапазоне $23,00 \text{ }^\circ\text{F} (-5 \text{ }^\circ\text{C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ }^\circ\text{F} (55 \text{ }^\circ\text{C})$	$\leq 0.5\%/10 \text{ K}$
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_H \leq 1,05$	$\leq 1\%$
гармоника - до 10% 3-ей гармоники - до 10% 5-ой гармоники	$\leq 1\%$ $\leq 1\%$

## 4.33 Защита по постоянному току / напряжению

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Увеличение напряжения U	0,1 В - 8,5 В	шаг 0,1 В
Уменьшение напряжения U	0,1 В - 8,5 В	шаг 0,1 В
Увеличение тока I	0,2 - 17,0 мА	шаг 0,1 мА
Уменьшение тока I	0,2 - 17,0 мА	шаг 0,1 мА
При измерении синусоидальных напряжений	0,1 В <sub>среднеквадр</sub> - 7,0 В <sub>среднеквадр</sub>	шаг 0,1 В <sub>среднеквадр</sub>
При измерении синусоидальных токов	0,2 - 14,0 мА	шаг 0,1 мА
Выдержка времени T <sub>защ</sub> U =	0,00 с - 60,00 с или ∞ (ступень выведена)	шаг 0,01 с
Задаваемые времена являются только выдержками времени защиты ("чистыми").		

### Величины времени

Время пуска		
Увеличение U>, I> в рабочем режиме 1 в рабочем режиме 0	60 мс 200 мс	при f = f <sub>H</sub>
Уменьшение U<, I< в рабочем режиме 1 в рабочем режиме 0	60 мс 200 мс	при f = f <sub>H</sub>
Время возврата	равно времени пуска	

### Коэффициенты возврата

Увеличение напряжения U	прибл. 0,95 или -0,05 В
Уменьшение напряжения U	прибл. 1,05 или +0,05 В
Увеличение тока I	прибл. 0,95 или -0,1 мА
Уменьшение тока I	прибл. 1,05 или +0,1 мА

### Допустимые погрешности

Пределы по напряжению	1% от величины уставки или 0,1 В
Пороговые величины по току	1% от величины уставки или 0,1 мА
Выдержка времени T	1% от величины уставки или 10 мс

### Факторы, влияющие на величины пуска

Постоянное напряжение источника питания в диапазоне $0,8 \leq U_{\text{пит}}/U_{\text{пит, ном}} \leq 1,15$	≤ 1%
Температура в диапазоне $23,00 \text{ °F} (-5 \text{ °C}) \leq \theta_{\text{окр}} \leq 131,00 \text{ °F} (55 \text{ °C})$	≤ 0,5% / 10 К
Частота в диапазоне $0,95 \leq f/f_{\text{H}} \leq 1,05$	≤ 1%

## 4.34 RTD-блок

### Датчики температуры

Количество подключаемых термоблоков	1 или 2
Количество датчиков температуры на термоблок	макс. 6
Метод измерений	Pt 100 $\Omega$ или Ni 100 $\Omega$ или Ni 120 $\Omega$
Установочное обозначение	„Oil“ (масл.) или „Ambient“ (окр.) или „Winding“ (обмот.) или „Bearing“ (подшип.) или „Other“ (другое)

### Пороговые величины сообщений

Для каждой точки измерения:		
Ступень 1	от -5 °C до 250 °C (от +23 °F до +131 °F) от -50,00 °F до 250,00 °F или $\infty$ (нет индикации)	шаг 1 °C шаг 1 °F
Ступень 2	от -5 °C до 250 °C (от +23 °F до +131 °F) от -58 °F до 482 °F или $\infty$ (нет индикации)	шаг 1 °C шаг 1 °F

## 4.35 Контроль пороговых значений

### Диапазоны уставок / шаги изменения

Пороговое значение от ВеличИзмер1> до ВеличИзмер10<	от -200% до +200%	шаг 1%
Назначаемые измеряемые величины	P, Активная мощность Q, Реактивная мощность Изменение активной мощности $\Delta P$ Напряжение $U_{L1}$ Напряжение $U_{L2}$ Напряжение $U_{L3}$ Напряжение $U_E$ Напряжение $U_0$ Напряжение $U_1$ Напряжение $U_2$ Напряжение $U_{E \text{ 3фазм}}$ Ток $I_{I0}$ Ток $I_1$ Ток $I_2$ Ток $I_{EE1}$ Ток $I_{EE2}$ Угол мощности $\varphi$ Коэффициент мощности $\cos\varphi$ Величина на измерительном преобразователе TD1	

### Величины времени

Время срабатывания	прибл. 20-40 мс
Время возврата	прибл. 20-40 мс

### Коэффициент возврата / пуска

Пороговое значение ВеличИзмер>	0,95
Пороговое значение ВеличИзмер<	1,05

### Допустимые погрешности

См. также информацию о рабочих измеряемых величинах в Разделе „Дополнительные функции“.
---

## 4.36 Дополнительные функции

### Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины токов	$I_{L1, CT1}, I_{L2, CT1}, I_{L3, CT1}, I_{L1, CT2}, I_{L2, CT2}, I_{L3, CT2}$ в А (кА) первичные и в А вторичные или в % $I_H$	
	Диапазон	10 - 200% $I_H$
	Погрешность	0,2% от измеряемой величины, или $\pm 10$ мА $\pm 1$ цифра
	$3I_0$ в А (кА) первичные и в А вторичные	
	$I_{EE1}, I_{EE2}$	
	Диапазон	0 - 1600 мА
	Погрешность	0,2% от измеряемой величины, или $\pm 10$ мА $\pm 1$ знак
	Составляющая прямой последовательности $I_1$ в А (кА) первичные и в А вторичные или в % $I_H$	
Составляющая обратной последовательности $I_2$ в А (кА) первичные и в А вторичные или в % $I_H$		
Токи дифференциальной защиты	$I_{диффL1}, I_{диффL2}, I_{диффL3}, I_{тормL1}, I_{тормL2}, I_{тормL3}$ в отношении $I/I_{НО}$	
	Диапазон	10 - 200% $I_H$
	Погрешность	3% от измеряемой величины, или $\pm 10$ мА $\pm 1$ знак
Рабочие измеряемые величины напряжений (фаза-земля)	$U_{L1-E}, U_{L2-E}, U_{L3-E}$ в кВ первичные, в В вторичные или в % $U_H$	
	Диапазон	10 - 120% $U_H$
	Погрешность	0,2% от измеряемой величины, или $\pm 0,2$ мА $\pm 1$ знак
Рабочие измеряемые величины напряжений (фаза-фаза)	$U_{L1-L2}, U_{L2-L3}, U_{L3-L1}$ в кВ первичные, в В вторичные или в % $U_H$	
	Диапазон	10 - 120% $U_H$
	Погрешность	0,2% от измеряемой величины, или $\pm 0,2$ мА $\pm 1$ знак
	$U_E$ или $3U_0$ в кВ первичные, в В вторичные или в % $U_H$	
	Составляющая прямой последовательности $U_1$ и составляющая обратной последовательности $U_2$ в кВ первичные, в В вторичные или в % $U_H$	
Рабочие измеряемые величины полного сопротивления	R, X в $\Omega$ первичные и вторичные	
	Погрешность	1%

Рабочие измеряемые величины мощности	S, полная мощность в кВАр (МВАр или ГВАр) первичные и в % от S <sub>H</sub>	
	Диапазон	0 - 120% S <sub>H</sub>
	Погрешность	1% ± 0,25% S <sub>H</sub> , при S <sub>H</sub> = √3 · U <sub>H</sub> · I <sub>H</sub>
	P, активная мощность (со знаком) в кВАр (МВАр или ГВАр) первичные и в % от S <sub>H</sub>	
	Диапазон	0 - 120% S <sub>H</sub>
	Погрешность	1% ± 0,25% S <sub>H</sub> при S <sub>H</sub> = √3 · U <sub>H</sub> · I <sub>H</sub>
	Q, реактивная мощность (со знаком) в кВАр (МВАр или ГВАр) первичные и в % от S <sub>H</sub>	
	Диапазон	0 - 120% S <sub>H</sub>
	Погрешность	1% ± 0,25% S <sub>H</sub> при S <sub>H</sub> = √3 · U <sub>H</sub> · I <sub>H</sub>
Рабочие измеряемые величины для коэффициента мощности	cos φ	
	Диапазон	от -1 до +1
	Погрешность	1% ± 1 знак
	Фазный угол	φ
	Диапазон	от -90° до +90°
	Погрешность	0.1°
Величины учета электроэнергии	W <sub>p</sub> , W <sub>q</sub> (активная и реактивная энергия) в кВт*час (МВт*час или ГВт*час) и в кВАр*час (МВАр*час или ГВАр*час)	
	Диапазон	8 1/2 знаков (28 бит) для протокола VDEW 9 1/2 знаков (31 бит) в устройстве
	Погрешность	1% ± 1 знак
Рабочие измеряемые величины частоты	f в Гц	
	Диапазон	40 Гц < f < 65 Гц
	Погрешность	10 мГц при U > 0.5 · U <sub>H</sub>
Перевозбуждение	U/U <sub>H</sub> /f/f <sub>H</sub>	
	Диапазон	0 - 2,4
	Погрешность	2%
Изменяемые величины функции защиты от тепловой перегрузки		
- статора (защиты от тепловой перегрузки)		Θ <sub>S</sub> /Θ <sub>откл L1</sub> , Θ <sub>S</sub> /Θ <sub>откл L2</sub> , Θ <sub>S</sub> /Θ <sub>откл L3</sub>
- ротора (защиты по количеству пусков)		Θ <sub>L</sub> /Θ <sub>откл</sub>
- защиты от несимметричной нагрузки		Θ <sub>i2</sub> /Θ <sub>откл</sub>
- защиты от перевозбуждения		Θ <sub>U</sub> /f/Θ <sub>откл</sub>
- температуры охладителя		зависит от подключенного датчика температур
Диапазон		от 0% до 400%
Погрешность		5%
Рабочие измеряемые величины защиты ротора от замыкания на землю (1-3 Гц)		

	Диапазон	0,5 Гц - 4,0 Гц
	Погрешность	0,1 Гц
Амплитуда инжектируемого напряжения для ротора	$U_{gen}$ в В	
	Диапазон	0,0 В - 60,0 В
	Погрешность	0,5 В
Ток цепи ротора	$I_{H Gen}$ в мА	
	Диапазон	0,00 - 20,00 мА
	Погрешность	0,05 мА
Заряд при смене полярности	$Q_C$ в мА*с	
	Диапазон	0,00 - 1,00 мА*с
	Погрешность	0,01 мА*с
Сопротивление ротора относительно земли	$R_{Earth}$ в к $\Omega$	
	Диапазон	0,0 к $\Omega$ - 9999,9 к $\Omega$
	Погрешность	< 5% или 0,5 к $\Omega$ при $R_{earth} < 100$ к $\Omega$ и $C_e < 1\mu F$  < 10% или 0,5 к $\Omega$ при $R_{earth} < 100$ к $\Omega$ и $C_e < 4\mu F$
Измеряемые величины функции защиты статора от замыкания на землю (20 Гц)		
Напряжение смещения цепи статора	$U_{SEF}$ в В	
	Диапазон	0,0 В - 200,0 В
	Погрешность	0,2% от измеряемой величины, или $\pm 0,2$ В $\pm 1$ знак
Аварийный ток на землю цепи статора	$I_{SEF}$ в А	
	Диапазон	0,0 - 1600,0 мА
	Погрешность	0,2% от измеряемой величины, или $\pm 0,2$ В $\pm 1$ знак
Угол фаз 20 Гц	$\varphi_{SEF}$ в $^\circ$	
	Диапазон	от - 180,0 $^\circ$ до +180,0 $^\circ$
	Погрешность	1,0%
Сопротивление статора относительно земли (втор.)	$R_{SEF}$ в $\Omega$	
	Диапазон	0 $\Omega$ - 9999 $\Omega$
	Погрешность	5% или 2 $\Omega$
Сопротивление статора относительно земли (перв.)	$R_{SEFP}$ в $\Omega$	
	Диапазон	0 $\Omega$ - 9999,99 $\Omega$
	Погрешность	5% или (5 $\Omega$ · коэффициент конвертации)



### Отчет о минимальных / максимальных значениях

Отчет об измеренных значениях	с датой и временем
Сброс	через дискретный вход с клавиатуры через порт
Мин / макс значения составляющих прямой последовательности тока	$I_1$
Мин / макс значения составляющих прямой последовательности напряжения	$U_1$
Мин / макс значения составляющих 3-ей гармоники в напряжении смещения	$U_{E \text{ 3гарм}}$
Мин/Макс значения мощности	$P, Q$
Мин/Макс значения частоты $f$	$f$

### Аналоговые выходы (опционально)

Количество	максимум 4 (в зависимости от версии)
возможные измеряемые величины	$I_1, I_2, I_{EE1}, I_{EE2}, U_1, U_0, U_{03h},  P ,  Q , S,  \cos \varphi , f, U/f, \varphi, \theta_S/\theta_{S \text{ Откл}}, \theta_L/\theta_{L \text{ Откл}}, RE \text{ LES}, RE \text{ LES } 1-3 \text{ Hz}, RE \text{ SEF } \text{ в\%}$
Диапазон	0,0 - 22,5 мА
Минимальное пороговое значение (предел функционирования):	0,0 - 5,0 мА (шаг 0,1 мА)
Максимальное пороговое значение	22,0 мА (фикс.)
Вводимая опорная величина 20 мА	10.0 - 1.000.0% (шаг 0.1%)

### Контроль измеряемых величин

Асимметрия тока	$I_{\text{макс}}/I_{\text{мин}} > \text{коэффициент баланса, при } I > I_{\text{предел.бал.}}$
Асимметрия напряжения	$U_{\text{макс}}/U_{\text{мин}} > \text{коэффициент баланса, при } U > U_{\text{предел.}}$
Сумма токов	$i_{L1} + i_{L2} + i_{L3} > \text{предела}$
Сумма напряжений	$\frac{U_{L1}}{U_{ph}} + \frac{U_{L2}}{U_{ph}} + \frac{U_{L3}}{U_{ph}} + k_U \cdot \frac{U_E}{U_{en \text{ ТТ}}} > \text{предела, при } k_U = U_{ph}/U_{en \text{ ТТ}}$
Чередование фаз токов	По часовой стрелке / против часовой стрелки
Чередование фаз напряжений	По часовой стрелке / против часовой стрелки
Контроль предельных величин	$I_L < \text{предельная величина } I_{L<}, \text{ настраивается при помощи логики CFC}$

### Протокол регистрации повреждений

Память сообщений на 8 последних повреждений (максимум 600 сообщений)
--

### Параметры времени

Дискретизация списка сообщений (рабочие сообщения)	1 мс
Дискретизация списка аварийных сообщений (аварийные сообщения)	1 мс

Максимальное отклонение во времени (внутренние часы)	0.01%
Батарея	Литиевая батарея 3 В / 1 Ач, тип CR 1/2 AA Сообщение "Flt. Battery" (сбой батареи) при разрядке батареи

### Регистрация повреждений

Максимум 8 хранимых записей о повреждениях, сохраняемых буферной батареей даже при сбое напряжения питания	
Мгновенные значения:	
Время записи	всего 5с Протоколирование данных перед и после повреждения, а также время хранения - настраиваются
Структура выборки при 50 Гц Структура выборки при 60 Гц	1 раз в 1,25 мс 1 раз в 1,04 мс
Каналы	$U_{L1}, U_{L2}, U_{L3}, U_E, I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}, I_{EE1}, I_{L1, CT2}, I_{L2, CT2}, I_{L3, CT2}, I_{EE}, I_{дифф-L1}, I_{дифф-L2}, I_{дифф-L3}, I_{торм-L1}, I_{торм-L2}, I_{торм-L3}, u=$ или $i=$ трех измерительных преобразователей TD1-TD3
Действующие (среднеквадратические) значения:	
Время записи	всего 5с Протоколирование данных перед и после повреждения, а также время хранения - настраиваются
Структура выборки при 50 Гц Структура выборки при 60 Гц	1 раз в 20 мс 1 раз в 16,67 мс
Каналы	$U_1, U_E, I_1, I_2, I_{EE1}, I_{EE2}, P, Q, \varphi, R, X, f-f_H$

### Измерение энергии

Четырехкватратное измерение	$W_{P+}, W_{P-}, W_{Q+}, W_{Q-}$
Погрешность	1%

### Учет статистики

Количество отключений	до 9 знаков
Суммарный отключенный ток	до 4 знаков (кА) на фазу

### Счетчик часов в работе

Диапазон отображения	до 6 знаков
Критерий	Выход за пределы заданного порога по току (CB I>)

### Контроль цепи отключения

Число контролируемых цепей	1 с использованием одного или двух дискретных входов
----------------------------	---

### Вспомогательные средства для ввода в эксплуатацию

	Проверка чередования фаз Рабочие измеряемые величины Тест переключения устройства Создание отчета о тестовых измерениях
--	--

### Часы

Синхронизация времени	DCF 77 / сигнал IRIG B (телеграфный формат IRIG-B000) Дискретный вход Коммуникационный обмен
-----------------------	---

### Изменение групп параметров функций

Количество групп уставок	2 (группы параметров А и В)
Изменение групп параметров осуществляется	с клавиатуры через интерфейс обслуживания и пакет DIGSI через системный интерфейс и протокол через дискретный вход

## 4.37 Рабочие диапазоны функций защиты

Таблица 4-1 Рабочие диапазоны функций защиты

Элементы защиты	Рабочий режим 0	Рабочий режим 1		Рабочий режим 0
	$f \leq 0$ Гц	$11 \text{ Гц} < f/\text{Гц} \leq 40$	$40 \text{ Гц} \leq f/\text{Гц} \leq 69$	$f \geq 70$ Гц
МТЗ с независимой выдержкой времени ( $I > I_{>>}$ )	активна	активна	активна	активна
МТЗ с ИВВ	не активна	активна	активна	не активна
Защита от термической перегрузки	не активна <sup>1)</sup>	активна	активна	не активна <sup>1)</sup>
Защита от несимметричной нагрузки (обратная последовательность)	не активна <sup>1)</sup>	активна	активна	не активна <sup>1)</sup>
МТЗ при пуске устройств	активна	не активна	не активна	активна
Дифференциальная защита	активна	активна	активна	активна
Защита от замыканий на землю с ограниченной зоной	не активна	активна	активна	не активна
Защита от потери возбуждения	не активна	активна	активна	не активна
Защита от обратного направления мощности	не активна	активна	активна	не активна
Контроль протекания мощности в прямом направлении	не активна	активна	активна	не активна
Дистанционная защита	не активна	активна	активна	не активна
Защита от выпадения из синхронизма	не активна	активна	активна	не активна
Защита от понижения напряжения	не активна <sup>2)</sup>	активна	активна	не активна <sup>2)</sup>
Защита от повышения напряжения	активна	активна	активна	активна
Защита при увеличении частоты	не активна	активна	активна	не активна <sup>3)</sup>
Защита при уменьшении частоты	не активна	активна	активна	не активна
Защита от перевозбуждения	не активна <sup>1)</sup>	активна	активна	не активна <sup>1)</sup>
Защита от понижения напряжения с инверсно-зависимой выдержкой времени	не активна <sup>2)</sup>	активна	активна	не активна <sup>2)</sup>
Защита по скорости изменения частоты	не активна	активна <sup>4)</sup>	активна	не активна
Контроль скачка вектора напряжения	не активна	активна <sup>5)</sup>	активна <sup>5)</sup>	не активна
Защита статора от замыканий на землю	активна	активна	активна	активна
Чувствительная защита от замыканий на землю	не активна	активна	активна	не активна
Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике	не активна	активна	активна	не активна
100% защита статора от замыканий на землю	активна	активна	активна	активна
Защита ротора от замыканий на землю	активна	активна	активна	активна
Защита ротора от замыканий на землю 1-3 Гц	активна	активна	активна	активна
Защита пусковых режимов двигателя	не активна	активна	активна	не активна
Функция ограничения числа пусков	активна	активна	активна	активна
УРОВ	не активна	активна	активна	не активна
Ошибочное включение	активна	активна	активна	активна
Защита по постоянному току / напряжению	активна	активна	активна	активна
Контроль порогового значения	не активна <sup>6)</sup>	активна	активна	не активна <sup>6)</sup>

Элементы защиты	Рабочий режим 0	Рабочий режим 1		Рабочий режим 0
	$f \leq 0$ Гц	$11 \text{ Гц} < f/\text{Гц} \leq 40$	$40 \text{ Гц} \leq f/\text{Гц} \leq 69$	$f \geq 70$ Гц
Внешние отключения	активна	активна	активна	активна
Измерение температуры при помощи RTD-блоков	активна	активна	активна	активна
Контроль цепей Fuse-Failure-Monitor	не активна	активна	активна	не активна
Чувствительная МТЗ-В от замыкания на землю	не активна	активна	активна	не активна
Защита от витковых КЗ	не активна	активна	активна	не активна
Рабочий режим 1:				
	Хотя бы на одном из входов устройства ( $I_{L1, CT2}, I_{L2, CT2}, I_{L3, CT2}, U_{L1}, U_{L2}, U_{L3}$ ) присутствует как минимум 5% его номинальной величины, т.е. возможна настройка частоты сканирования для осуществления измерения.			
Рабочий режим 0:				
	При отсутствии применимых измеренных величин или если величина частоты ниже 11 Гц или выше 69 Гц, устройство не будет функционировать (рабочий режим 0) и обработка измеренных величин не будет вестись.			

- 1) тепловая модель фиксирует охлаждение
- 2) пуск - если осуществлен - поддерживается
- 3) пуск - если осуществлен - поддерживается, если измеренное напряжение не слишком мало
- 4)  $25 \text{ Гц} < f/\text{Гц} \leq 40 \text{ Гц}$
- 5) функция работает только при номинальной частоте  $\pm 3 \text{ Гц}$
- 6) при использовании измеренной величины с измерительного преобразователя 1

## 4.38 Размерные эскизы

### 4.38.1 Корпус для встраиваемого монтажа устройства в шкаф / панель (размер корпуса 1/2)

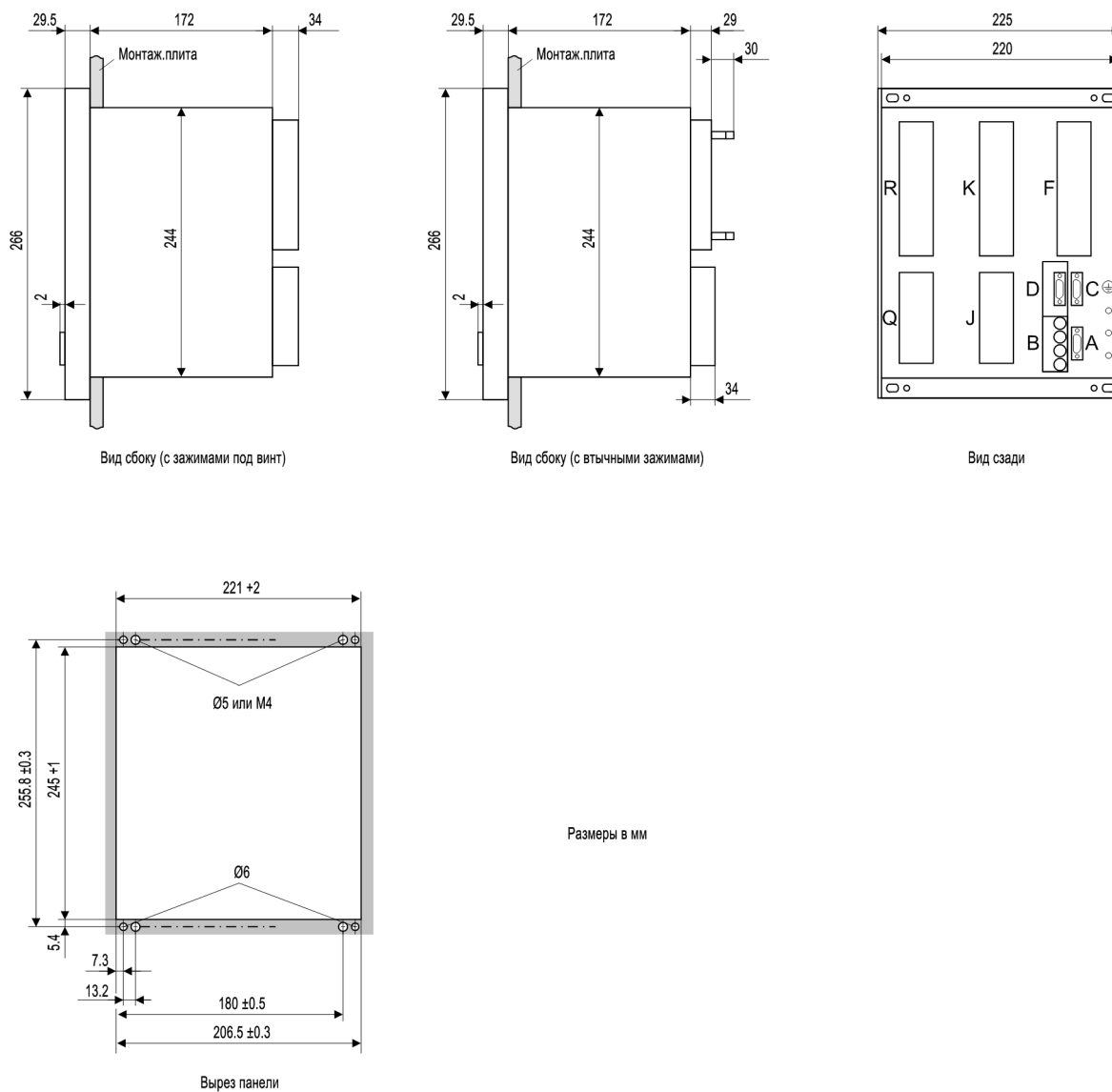


Рисунок 4-14 Размерные эскизы вариантов устройства 7UM621 или 7UM623 для встраиваемого монтажа устройства в шкаф / панель (размер корпуса 1/2)

### 4.38.2 Корпус для встраиваемого монтажа устройства в шкаф / панель (размер корпуса 1/1)

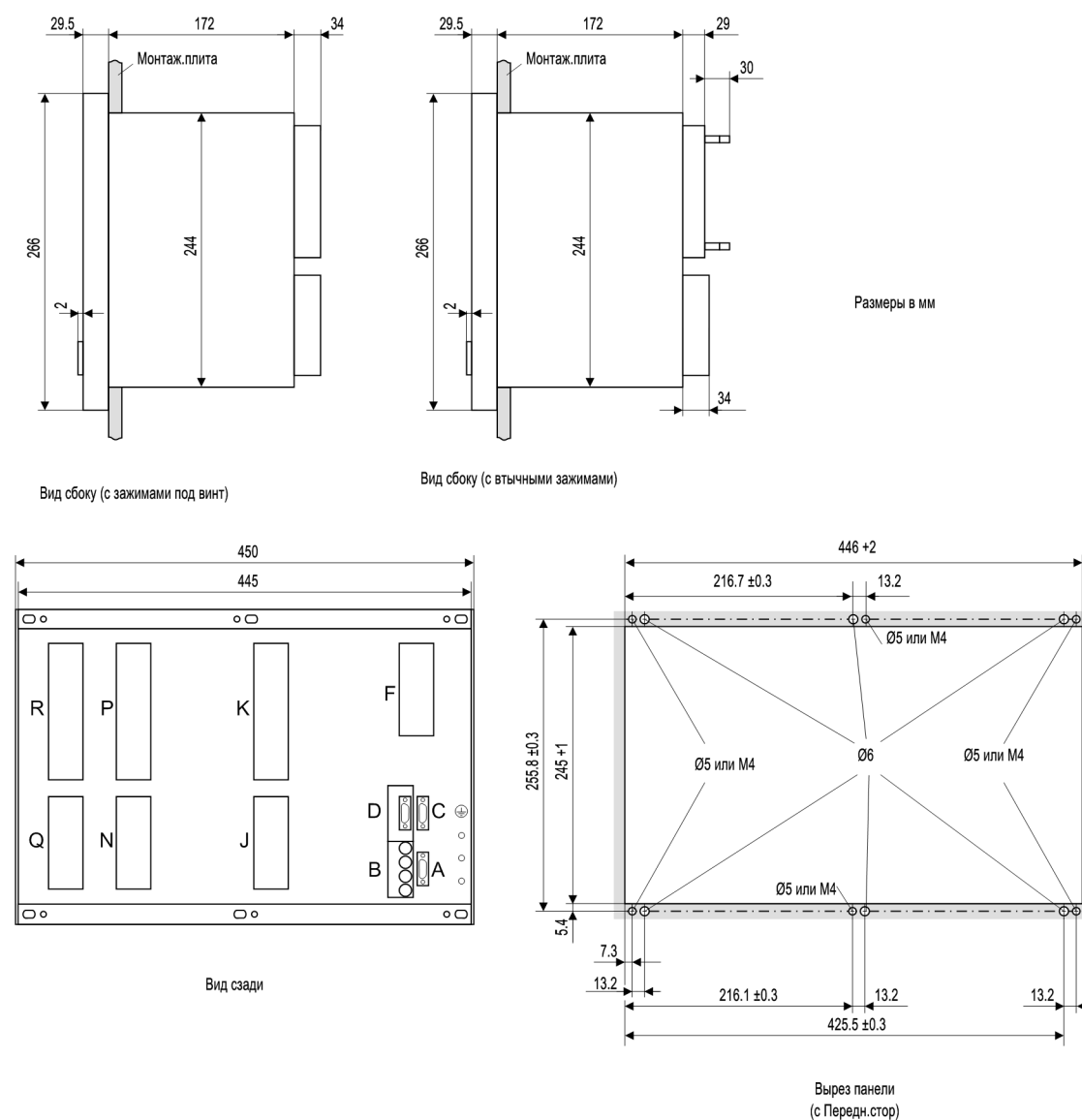


Рисунок 4-15 Размерные эскизы варианта устройства 7UM622 для встраиваемого монтажа устройства в шкаф / панель (размер корпуса 1/1)

### 4.38.3 Корпус для навесного монтажа устройства на панели (размер корпуса 1/2)

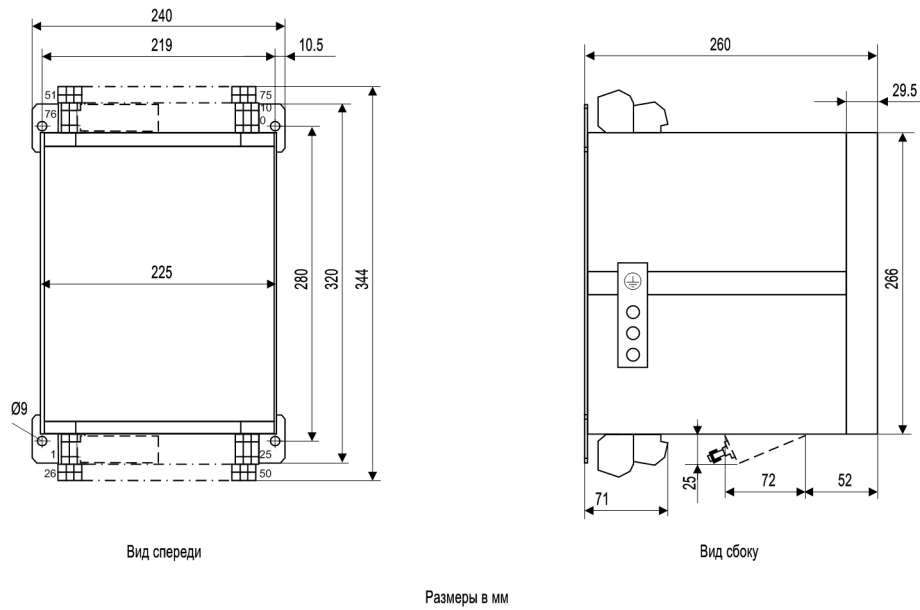


Рисунок 4-16 Размерные эскизы варианта устройства 7UM621 для навесного монтажа на панели (размер корпуса 1/2)

### 4.38.4 Корпус для навесного монтажа устройства на панели (размер корпуса 1/1)

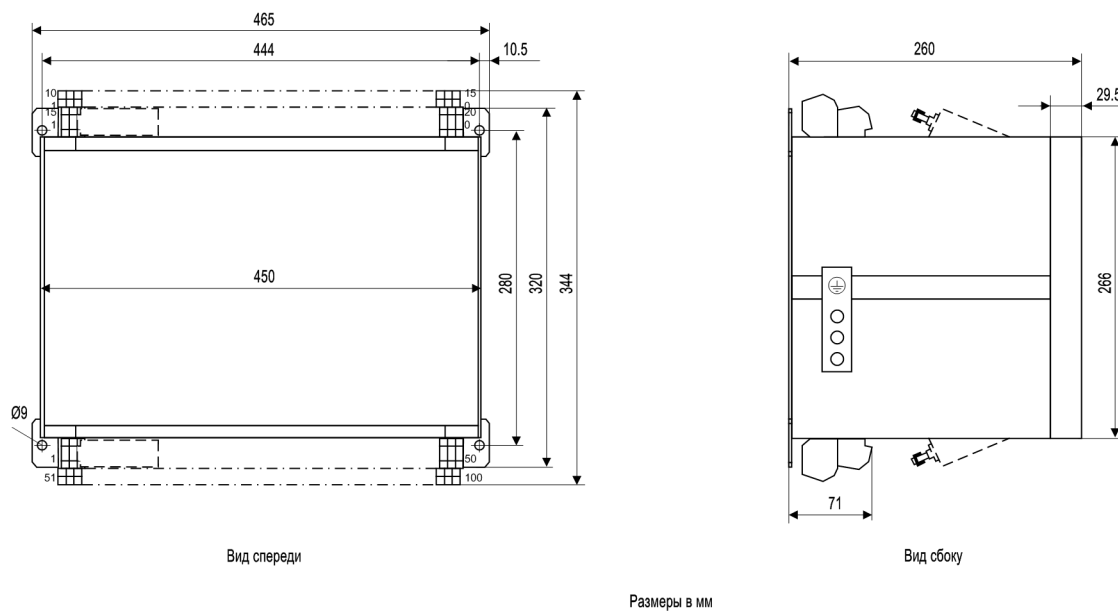
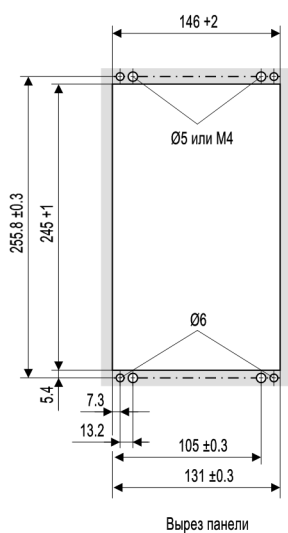
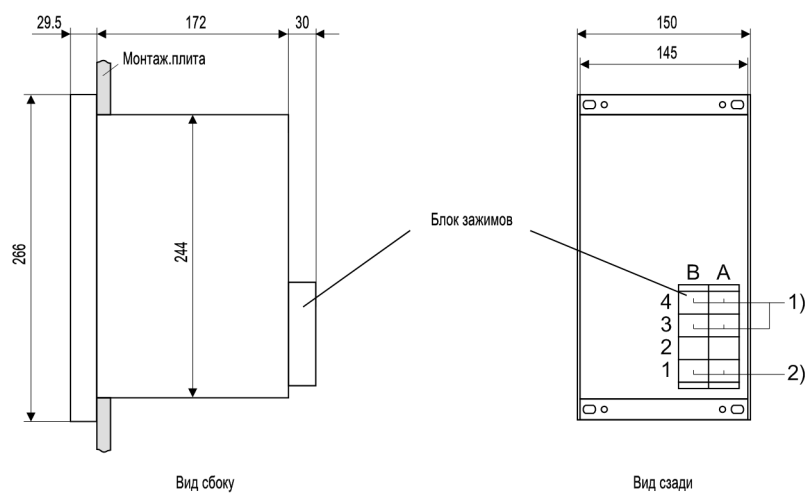


Рисунок 4-17 Размерные эскизы варианта устройства 7UM622 для навесного монтажа на панели (размер корпуса 1/1)



### 4.38.5 Размерные эскизы блока связи 7XR6100-0CA0 для встраиваемого монтажа



1) Подкл.ток.цепей:  
Заж.под винт, макс. 4 мм<sup>2</sup>; паралл.дв.пластинч.пруж.опрессовка, макс. 2.5 мм;  
макс.усилие затяжки 1.2 Nm<sup>2</sup>

2) Подкл.Цепей напр:  
Заж.под винт, макс. 1.5 мм<sup>2</sup>; паралл.дв.пластинч.пруж.опрессовка, макс. 1.5 мм;  
макс.усилие затяжки 0.8 Nm<sup>2</sup>

Размеры в мм

Рисунок 4-18 Размерные эскизы блока связи 7XR6100-0CA0 для встраиваемого монтажа

### 4.38.6 Размерные эскизы блока связи 7XR6100-0BA0 для навесного монтажа на панели

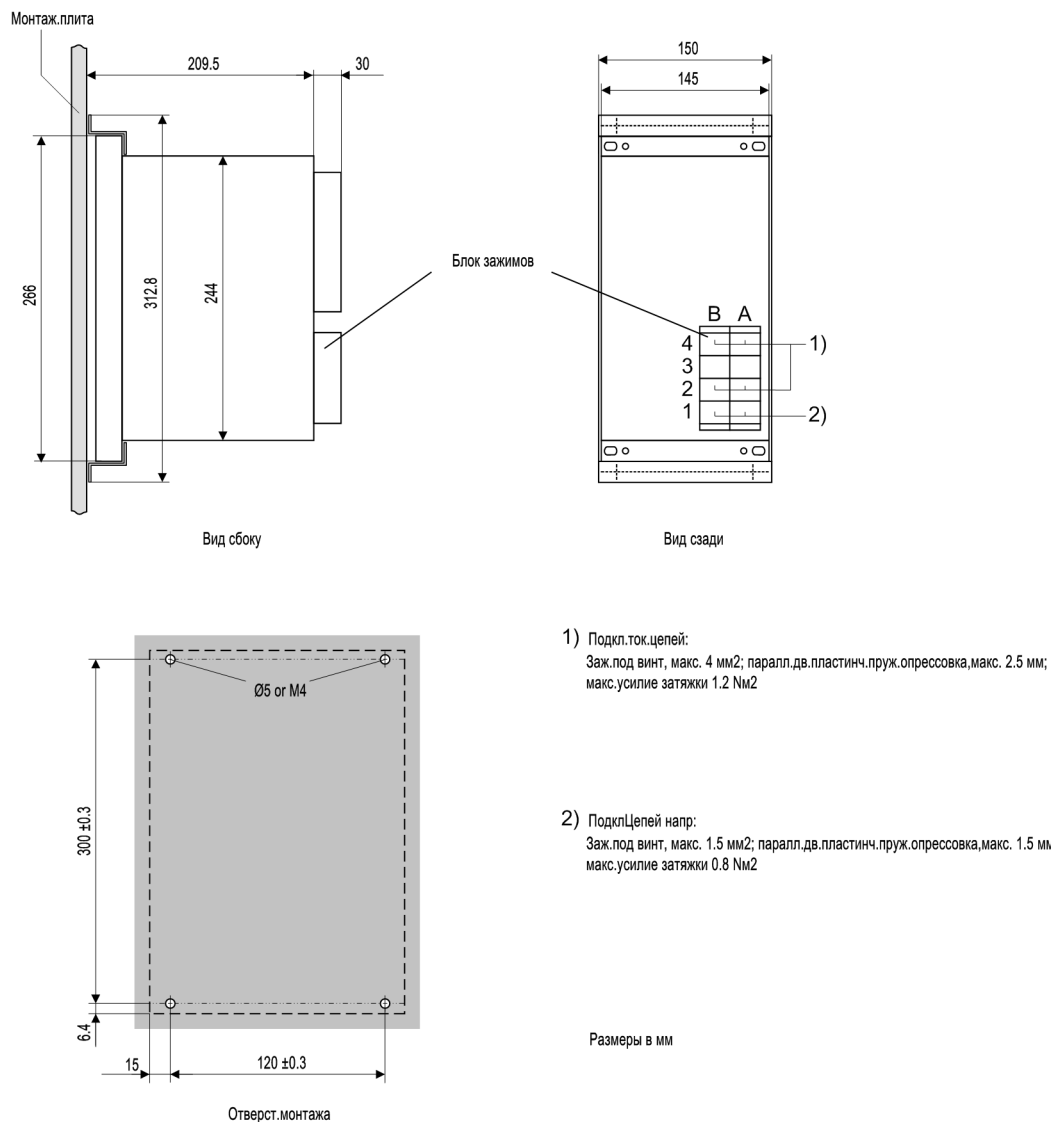
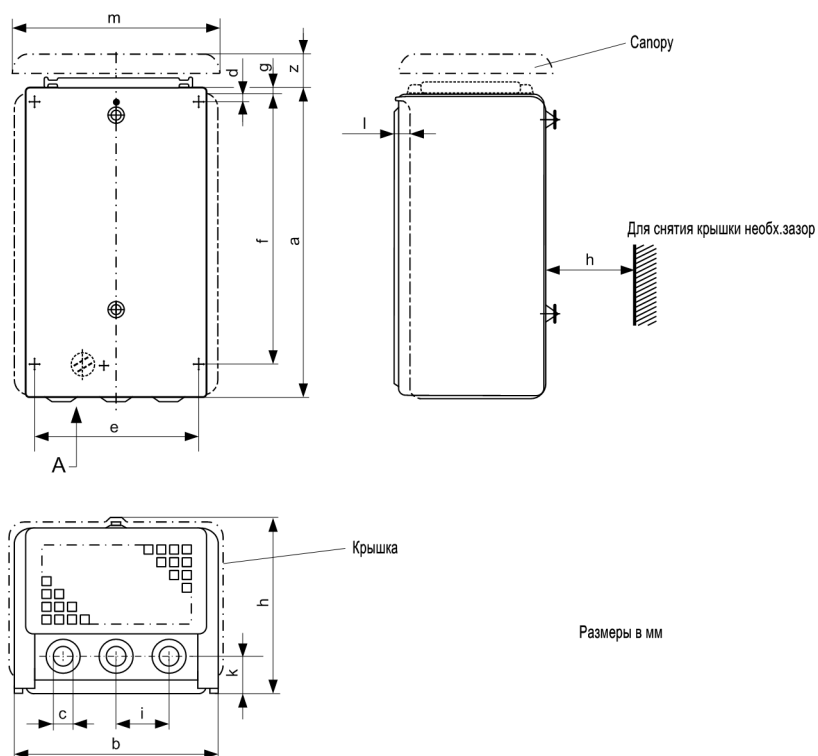


Рисунок 4-19 Размерные эскизы блока связи 7XR6100-0BA0 для навесного монтажа на панели

### 4.38.7 Размерные эскизы модуля ЗРР13



ЗРР1 в град. защиты IP 20 (with canopy in IP 23)

Type	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	z
ЗРР1 32	267	187	3 x 16	7	160	230	10	110	50	30	10	196	33
ЗРР1 33	267	187	3 x 16	7	160	230	10	146	50	30	10	196	33

Рисунок 4-20 Размерные диаграммы ЗРР13:

ЗРР132 для делителя напряжения ЗРР1326-0ВЗ-012009 (20 : 10 : 1)

ЗРР133 для делителя напряжения ЗРР1336-1СЗ-013001 (5 : 2 : 1)

для последовательного сопротивления ЗРР1336-0ДЗ-013002

### 4.38.8 Размерные эскизы последовательного устройства 7ХТ7100-0ВА00 для навесного монтажа на панели

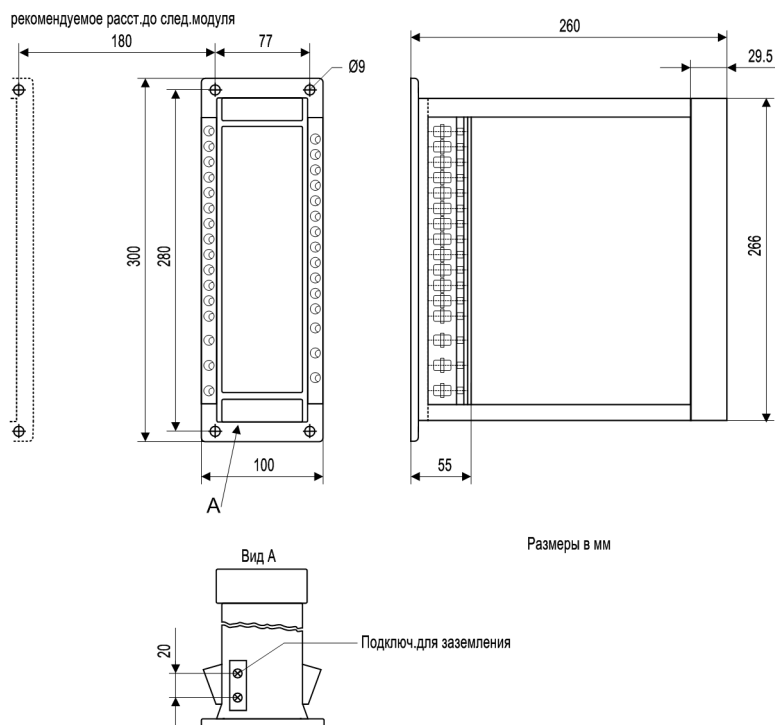


Рисунок 4-21 Размерные эскизы последовательного устройства 7ХТ7100-0ВА00 для навесного монтажа на панели

где:

соединения тока (контакты 1 - 6) не используются в 7ХТ71

соединения управления (контакты 7 - 31) изолированы кабельным наконечником кольцевого типа:

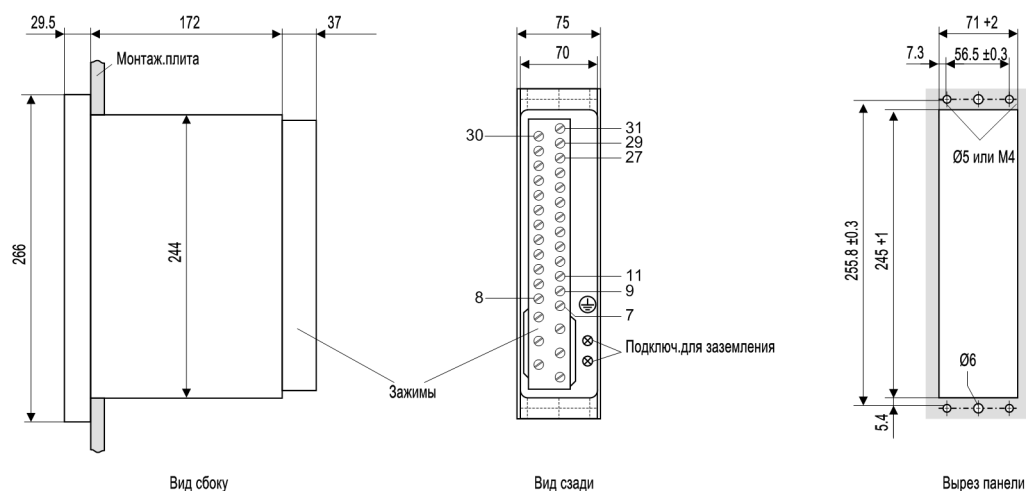
для винтов 4 мм, макс. внеш. диаметр 9 мм, тип: например, PIDG компании Tyco Electronics AMP для медного провода сечением 1,0 мм<sup>2</sup> - 2,6 мм<sup>2</sup>. AWG 17 - 13

оголенный медный провод, непосредственно сечением 0,5 - 2,6 мм<sup>2</sup>. AWG 20 - 13

со скрученным кабелем:

необходима концевая заделка кабеля, максимальный крутящий момент затяжки 1,8 Нм.

#### 4.38.9 Размерные эскизы последовательного устройства 7ХТ7100-0ЕА00 для встраиваемого монтажа



Размеры в мм

Рисунок 4-22 Размерные эскизы последовательного устройства 7ХТ7100-0ЕА00 для встраиваемого монтажа где:

соединения тока (контакты 1 - 6)

не используются в 7ХТ71

соединения управления (контакты 7 - 31)

винтовые контакты (кабельный наконечник кольцевого типа):

для винтов 4 мм, макс. внеш. диаметр 9 мм

Тип: например, PIDG компании Messrs. Tyco Electronics AMP

для медного провода сечением 1,0 мм<sup>2</sup> и 2,6 мм<sup>2</sup>

AWG 17 - 13

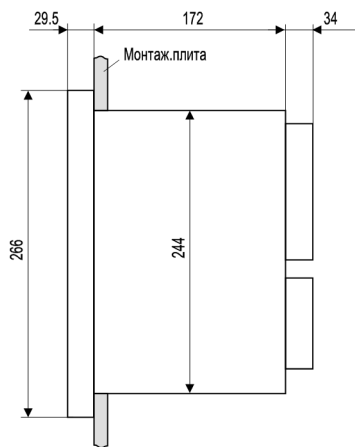
параллельно двойной рессорный контакт:

для медного провода сечением 0,5 мм<sup>2</sup> и 2,5 мм<sup>2</sup>

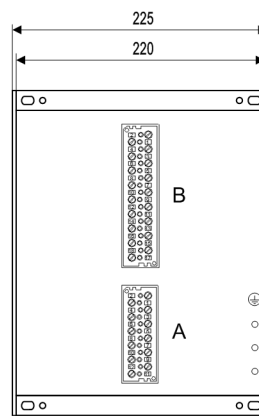
AWG 20 - 13

максимальный крутящий момент затяжки 1,8 Нм.

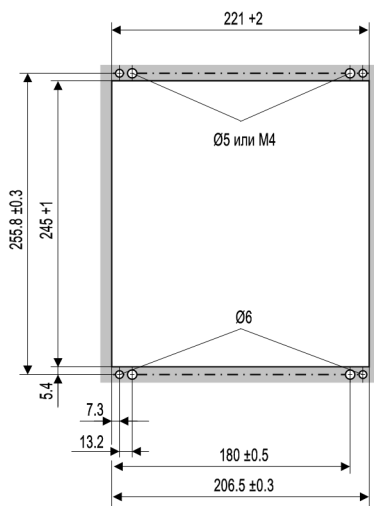
### 4.38.10 Размерные эскизы модуля сопротивления 7XR6004-0CA00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф



Вид сбоку (с зажимами под винт)



Вид сзади



Вырез панели

Размеры в мм

Рисунок 4-23 Размерные эскизы модуля сопротивления 7XR6004-0CA00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф

### 4.38.11 Размерные эскизы модуля сопротивления 7XR6004-0BA00 для навесного монтажа на панели

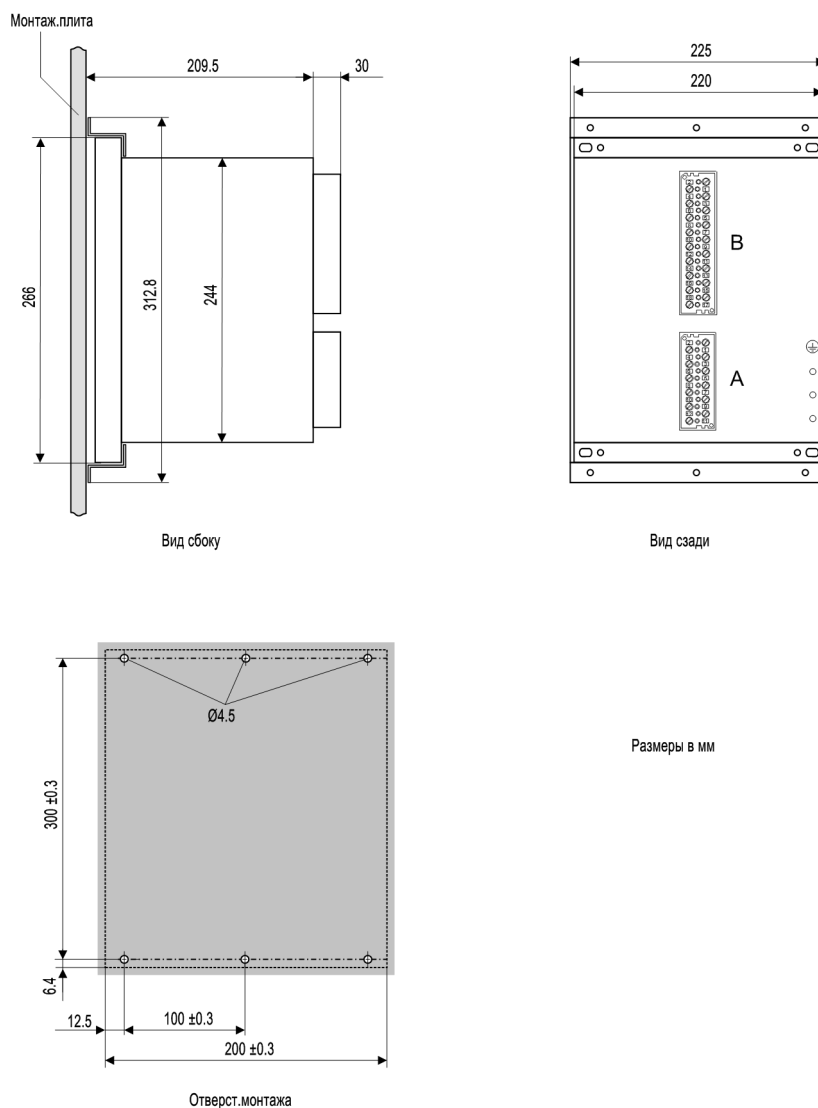


Рисунок 4-24 Размерные эскизы модуля сопротивления 7XR6004-0BA00 для навесного монтажа на панели

### 4.38.12 Размерные эскизы генератора 20Гц 7ХТ3300-0СА00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф

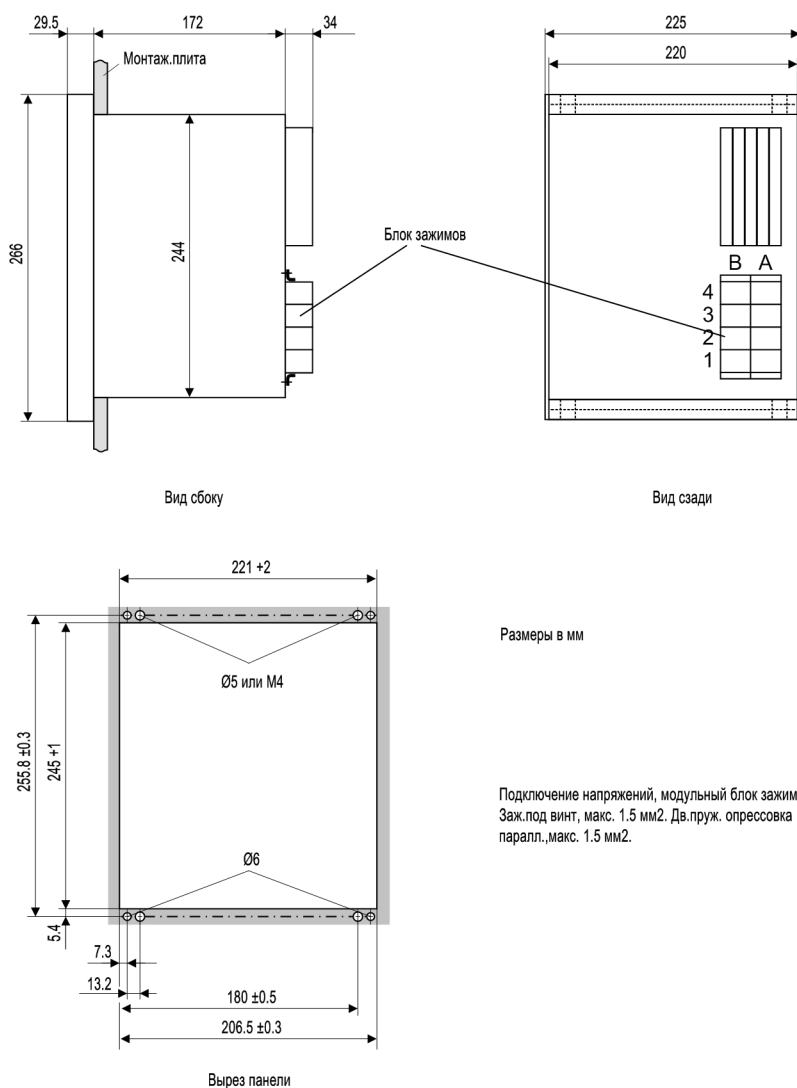


Рисунок 4-25 Размерные эскизы генератора 20Гц 7ХТ3300-0СА00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф



### 4.38.13 Размерные эскизы генератора 7ХТ3300-0ВА00 для навесного монтажа на панели

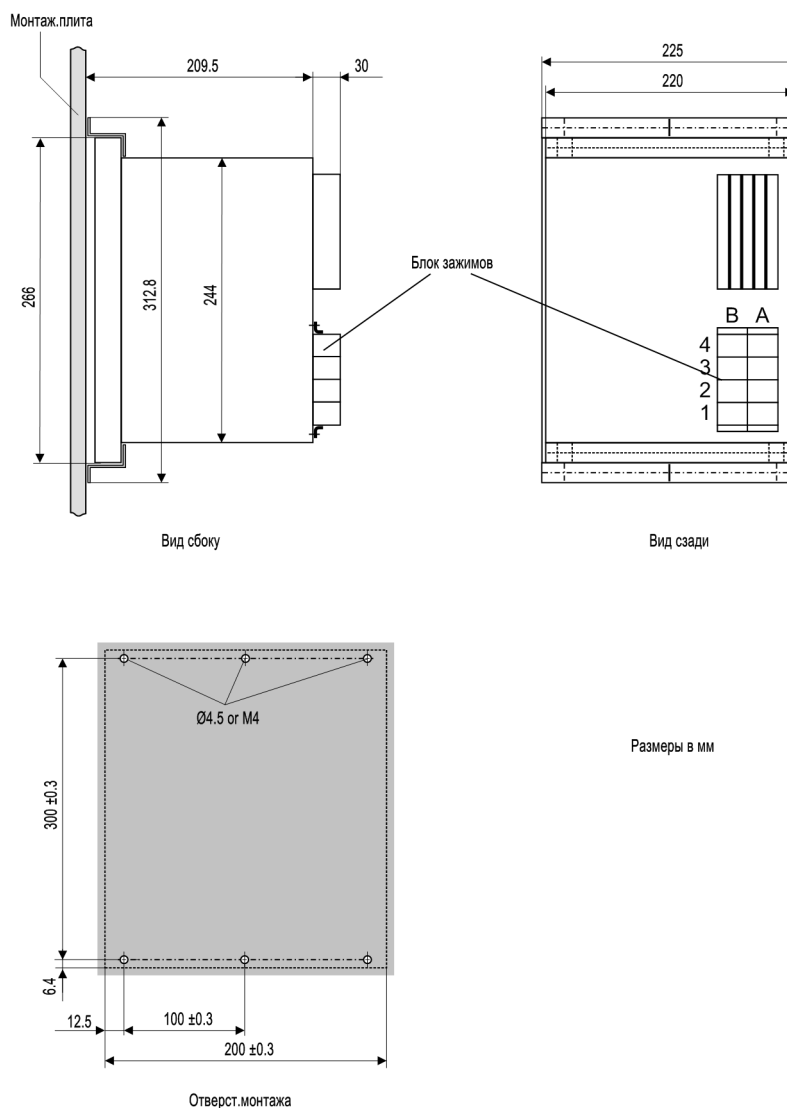


Рисунок 4-26 Размерные эскизы генератора 7ХТ3300-0ВА00 для навесного монтажа на панели

### 4.38.14 Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 7ХТ3400-0СА00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф

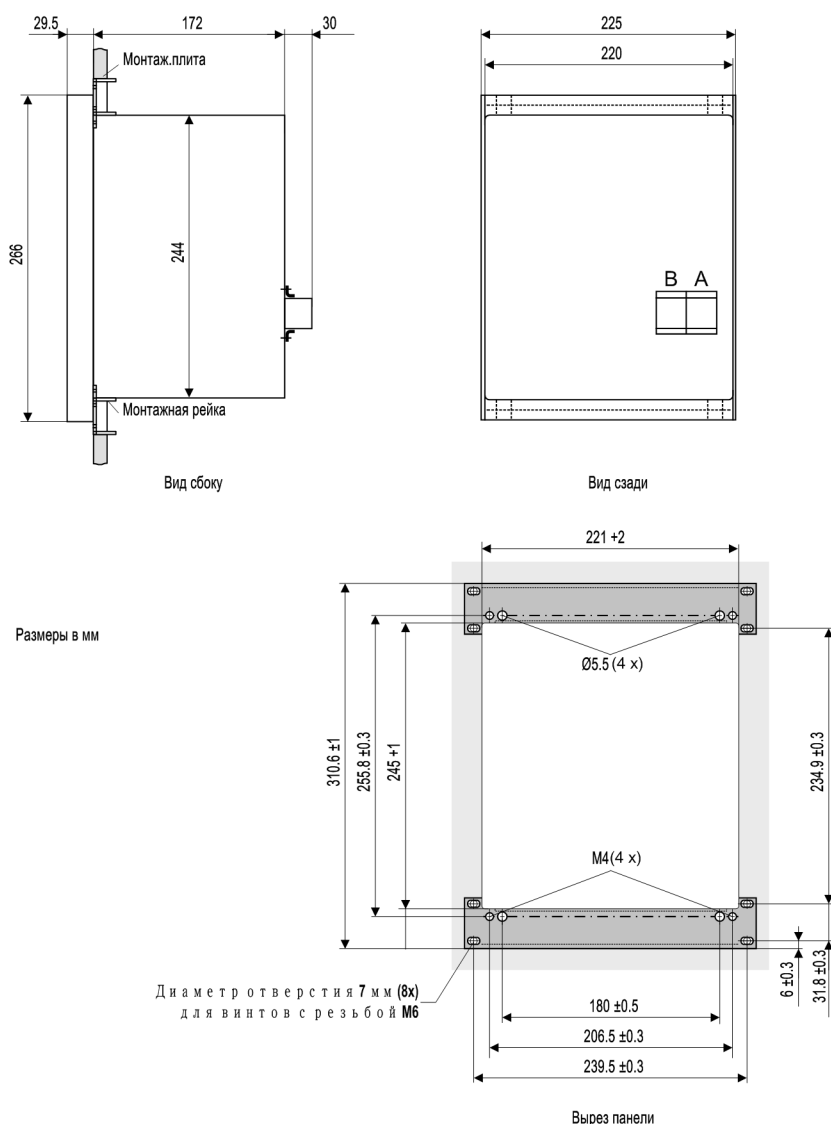


Рисунок 4-27 Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 7ХТ3400-0СА00 для встраиваемого монтажа на панель / в шкаф

- \*) Для встраиваемого монтажа на панель, необходимы 2 квадратных монтажных зажима С73165- А63-С201-1, т.к. монтажные рейки корпуса устройства не достаточно прочны для выдерживания массы модуля 7ХТ34.
- Зафиксируйте квадратные монтажные зажимы на панели при помощи винтов размера М6, в соответствии с чертежом.
- Закрепите модуль 7ХТ34 на монтажных зажимах при помощи винтов размера М4 (не шестигранные винты).
- При монтаже устройства в шкафах коммутационных устройств квадратные монтажные зажимы можно не применять, т.к. в таких шкафах имеются достаточно прочные монтажные рейки.
- Иначе используйте 2 квадратных зажима С73165-А63-С200-3 (размер 28 SEP = 19 дюймов).

#### 4.38.15 Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 7ХТ3400-0ВА00 для навесного монтажа на панели

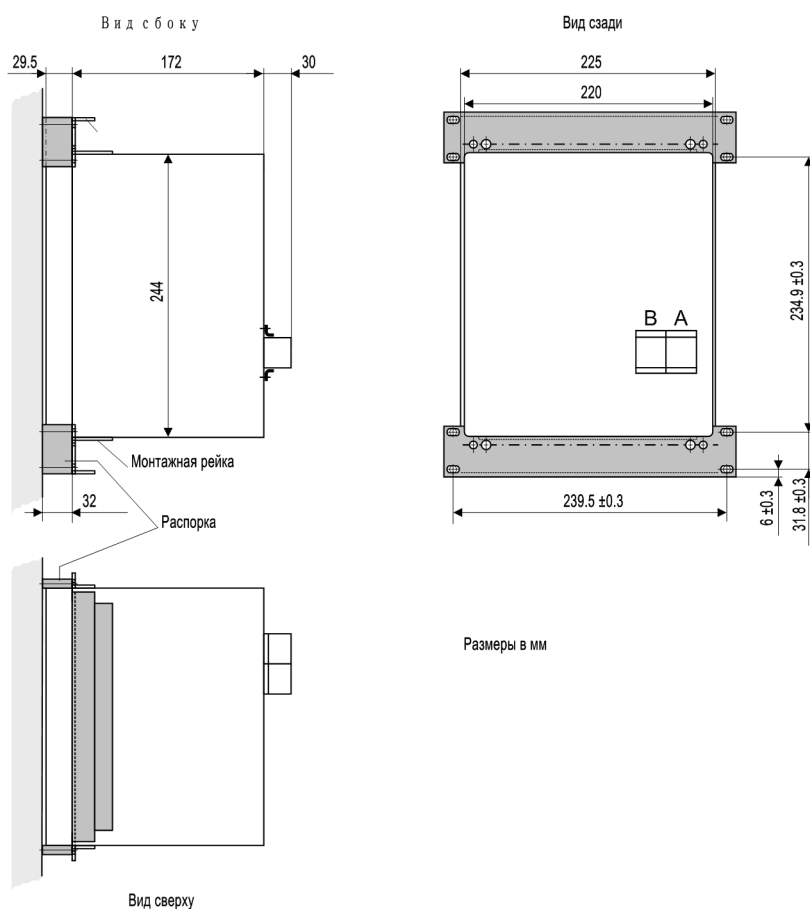


Рисунок 4-28 Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 7ХТ3400-0ВА00 для навесного монтажа на панели

\*) Для навесного монтажа необходимы два квадратных зажима С73165-А63-С201-1 и 4 распорки С73165-А63-С203-1.

Зафиксируйте квадратные зажимы на монтажных рейках устройства при помощи винтов размера М4.

Установите резьбовые отверстия размера М6, винты размера М6 или болты, удерживающие шпонку, соответствующего размера в панель, в соответствии с приведенным выше чертежом.

Закрепите модуль 7ХТ34 при помощи квадратных зажимов на панели с помощью винтов диаметра 6 мм с обеспечением правильного расстояния при помощи распорок.

При использовании фиксированных винтов: поместите распорки на болтах и закрепите квадратные зажимы при помощи гаек.





# Приложение

# A

Приложение рассчитано на опытного пользователя. В этой части приводятся спецификации заказа устройства, схемы подключения, схемы подключения устройства к первичному оборудованию для многих типичных конфигураций энергосистем. Также представлены обзорные таблицы параметров устройства.

A.1	Спецификации заказа устройства и дополнительного оборудования	578
A.2	Назначение зажимов	587
A.3	Примеры схем подключения	591
A.4	Предупреждения	603
A.5	Зависимые от выбора коммуникационного протокола функции	610
A.6	Обзор функций	612
A.7	Сводная таблица параметров (уставок)	617
A.8	Сводная таблица сообщений	636
A.9	Группы аварийных сообщений	664
A.10	Измеряемые величины	665

## A.1 Спецификации заказа устройства и дополнительного оборудования

### A.1.1 Спецификации заказа устройства

#### A.1.1.1 Коды заказа

Многофункциональ ное защитное реле с местным управлением	7	U	M	6	2	6	7	—	8	9	10	11	12	—	13	14	15	0	+	17	18	19
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	----	----	----	---	---	----	----	----

Конструктивное исполнение, количество дискретных входов (ДВх) и выходов (ДВых)	Поз. 6
Корпус $1/2$ 19", 7 ДВх, 12 ДВых, 1 замкнутый контакт готовности	1
Корпус $1/4$ 19", 15 ДВх, 20 ДВых, 1 замкнутый контакт готовности	2
Графический дисплей, Корпус $1/2$ 19", 7 ДВх, 12 ДВых, 1 замкнутый контакт готовности	3

Номинальный ток	Поз. 7
$I_H = 1$ А, I <sub>ее</sub> (чувствит.)	1
$I_H = 5$ А, I <sub>ее</sub> (чувствит.)	5

Напряжение питания (источника питания, порог срабатывания дискретных входов)	Поз. 8
24 - 48 В пост.тока, порог срабатывания дискретных входов 19 В <sup>1)</sup>	2
60 - 125 В пост.тока, порог срабатывания дискретных входов 19 В <sup>1)</sup>	4
110 - 250 В пост.тока, 115 - 230 В перем. тока, порог срабатывания дискретных входов 88 В пост. тока <sup>1)</sup>	5
220 - 250 В пост.тока, 115 - 230 В перем. тока, порог срабатывания дискретных входов 176 В пост. тока <sup>1)</sup>	6

Монтаж устройства	Поз. 9
Навесной монтаж (на панель), зажимы "под винт" ряды верх/низ	B
Встраиваемый монтаж, клеммник со штепсельными разъемами (2/3-полюсный коннектор)	D
Встраиваемый монтаж, клеммная колодка "под винт" (непосредственное подключение / разъемы типа "кольцо" или "лопаточка")	E

Региональные языковые уставки по умолчанию и версии функций	Поз. 10
Регион Германия, 50 Гц, язык - немецкий (может быть изменен)	A
Регион - весь мир, 50/60 Гц, язык - английский (может быть изменен)	B
Регион США, 60 Гц, ANSI, язык - английский (вариант США) (может быть изменен)	C

Системные интерфейсы или аналоговый выход (порт В)	Поз. 11
Без системного интерфейса	0
МЭК протокол, электрический RS 232	1
МЭК протокол, электрический RS 485	2
МЭК протокол, оптический, 820 нм, ST-разъем	3
Аналоговые входы 2 x (0 - 20 мА)	7
см. также Дополнительную информацию L	9

1) для каждого дискретного входа диапазоны пороговых значений срабатывания - взаимозаменяемы с помощью штекерных перемычек

Дополнительная информация L	Поз. 17	Поз. 18	Поз. 19
(порт В)			
Profibus DP Ведомый, RS485	L	0	A
Profibus DP Ведомый, оптический 820 нм, двойное кольцо, ST-разъем	L	0	B <sup>1)</sup>
Modbus электрический RS485	L	0	D
Modbus, 820 нм, оптический, ST-разъем	L	0	E <sup>1)</sup>
DNP3.0, RS485	L	0	G
DNP3.0, 820 нм, оптический, ST-разъем	L	0	H <sup>1)</sup>
МЭК 61850 электрический с EN100, с разъемом RJ45	L	0	R
МЭК 61850, электрический с EN100, с ST-разъемом	L	0	S <sup>2)</sup>

1) Не поставляется при Поз. 9 = „В“. Если оптический интерфейс необходим, заказывайте RS485 и соответствующий преобразователь.

2) Не поставляется при Поз. 9 = „В“. Имеется только электрический EN100 (см. таблицу А-1)

Оптические интерфейсы не поставляются с устройствами в навесном корпусе. Пожалуйста, заказывайте в этом случае устройство с соответствующим электрическим интерфейсом RS485, а также дополнительные OLM-преобразователи согласно Таблице А-1.

Таблица А-1 Дополнительные устройства / модули для устройства, предназначенного для навесного монтажа

Протокол	Преобразовательный Модуль	№ заказа	Примечание
Profibus DP	SIEMENS OLM <sup>1)</sup>	6GK1502-2CB10	Для одиночного кольца
		6GK1502-3CB10	Для двойного кольца
Modbus	RS485/FO	7XV5651-0BA00	-
DNP 3.0 820 нм	RS485/FO		
МЭК 61850 (EN100)	EN100 электрический	C53207-A322-B155-1	не предназначен для преобразований электрический-оптический

1) OLM-преобразователь требует наличия рабочего напряжения 24 В пост. тока. Если рабочее напряжение > 24 В пост. тока, необходим дополнительный источник напряжения 7XV5810-0BA00.

Интерфейс обслуживания (порт С)	Поз. 12
DIGSI, модем RS232	1

<b>Интерфейс обслуживания (порт C)</b>	<b>Поз. 12</b>
DIGSI, модем / RTD блок RS485	2
с аналоговым выходным интерфейсом (порт D) см. Дополнительную информацию М	9

<b>Дополнительная информация М</b>	<b>Поз. 17</b>	<b>Поз. 18</b>	<b>Поз. 19</b>
(порт C)			
DIGSI, модем RS232	М	1	
DIGSI, модем / RTD блок RS485	М	2	
(порт D)	М		
RTD блок <sup>1)</sup> , оптический, 820 нм, ST-разъем <sup>2)</sup>	М		А
RTD блок <sup>1)</sup> , электрический RS 485	М		F
Аналоговые входы 2 x (0 - 20 мА)	М		К

<sup>1)</sup> RTD блок 7XV5662-\*AD10

<sup>2)</sup> Если Вы хотите использовать блок RTD с оптическим интерфейсом, Вам будет также необходим преобразователь RS485-FO 7XV5650-0\*A00.

<b>Измерительные функции</b>	<b>Поз. 13</b>
без дополнительных возможностей измерения	0
Минимальные/Максимальные значения, Учет электроэнергии	3



Перечень функций			Поз. 14
Основной набор функций защиты генератора, включая:		№ согласно ANSI	А
МТЗ с независимой выдержкой времени ( $I>/I>>$ ) (с пуском по понижению напряжения)	$I> +U<$	51	
МТЗ, направленная	$I>>, dir.$	50/51/67	
МТЗ с инверсной выдержкой времени	$t=f(I) +U<$	51V	
Защита от термической перегрузки	$I^2t$	49	
Защита от несимметричной нагрузки (обратная последовательность)	$I_2>, t=f(I_2)$	46	
Дифференциальная защита	$\Delta I$	87G/87M/87T	
Защита от потери возбуждения	$1/xd$	40	
Защита от обратного направления мощности	$-P$	32R	
Контроль протекания мощности в прямом направлении	$P>, P<$	32F	
Защита от понижения напряжения	$U<, t=f(U)$	27	
Защита от повышения напряжения	$U>$	59	
Защита по частоте	$f<, f>$	81	
Защита от перевозбуждения	$U/f$	24	
Защита статора от замыканий на землю, ненаправленная / направленная	$U_0>, 3I_0>, \angle U_0, 3I_0$	59N, 64G, 67G	
Чувствительное обнаружение замыкания на землю (также в качестве защиты ротора от замыкания на землю)	$I_{EE}>$	50/51GN,( 64R)	
Чувствительная защита от замыкания на землю $I_{EE-B}$ (в качестве защиты от подшипниковых токов)	$I_{EE-B}>, I_{EE-B}<$	50/51GN	
Защита ротора от замыканий на землю (R, fn)	$R_E<$	64R (fn)	
Контроль времени пуска двигателя	$I_{start}^2t$	48	
УРОВ	$I_{min}>$	50BF	
Контроль порядка чередования фаз	$L1; L2; L3$	47	
4 внешние команды отключения	Внеш. откл.	—	
Контроль цепи отключения	TC mon	74TC	
Блокировка при неисправностях цепей напряжения	$U_2/U_1; I_1/I_2$	60FL	
Контроль пороговых величин			
Функция ограничения числа пусков	$I^2t$	66, 49 Ротор	
Стандартный набор функций защиты генератора, включая:		№ согласно ANSI	В
Основной набор функций защиты генератора и дополнительно:			
Дистанционная защита	$Z<$	21	
Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике	$U_0$ (3rd harm.)	59TN 27TN3.H	
Защита от витковых КЗ	$U_{\text{межвитк.}}>$	64S (межвитк.)	
Ошибочное включение	$I>, U<$	50/27	
Полный набор функций защиты генератора, включая:		№ согласно ANSI	С
Стандартный набор функций защиты генератора и дополнительно:			
Защита от выпадения из синхронизма	$\Delta Z/\Delta t$	78	
Защита постоянного тока / напряжения	$U_{dc}>/I_{dc}>$	59N (DC)/51N (DC)	
МТЗ при пуске	$I>$	51	
Дифференциальная защита от замыкания на землю	$\Delta I_0$	87N	

Перечень функций		Поз. 14
Набор функций защиты двигателя, включая:	№ согласно ANSI	F
Основной набор функций защиты генератора, но <u>без</u> функции защиты от потери возбуждения, защиты от перевозбуждения и защиты ротора от замыканий на землю (R, fn)		
Основной набор функций защиты трансформатора, включая:	№ согласно ANSI	H
Основной набор функций защиты генератора, но <u>без</u> функции защиты от потери возбуждения, защиты от несимметричной нагрузки, контроля времени пуска двигателя и защиты ротора от замыканий на землю (R, fn)		

Перечень функций / дополнительные функции	№ согласно ANSI	Поз. 15
<u>Без</u>		A
<u>Защиты ротора от замыканий на землю</u> с приложением прямоугольного напряжения 1-3 Гц, $R_e < 80 \text{ к}\Omega$  <u>и 100% Защита статора от замыканий на землю</u> с приложением напряжения 20 Гц	64R (1 Гц - 3 Гц)  64G (100 %)	B
<u>Дифференциальной защиты от замыкания на землю</u>	87N	C
<u>Функции деления сети (df/dt и скачок вектора)</u>	81R	E
<u>все дополнительные функции</u>		G

Пример заказа:

7UM6211-4EA99-0BA0 + L0A + M1K

здесь: Поз. 11 = 9 - L0A, т.е. модификация с портом Profibus DP Slave system (ведом.) на задней панели устройства, RS485

здесь: Поз. 12 = 9 - M1K, т.е. модификация с задним сервисным портом DIGSI, модемом RS232 и аналоговыми входами 2 x (0 - 20 мА)

## А.1.2 Дополнительное оборудование

### Заменяемые модули интерфейсов

Наименование	№ заказа
RS232	C73207-A351-D641-1
RS 485	C73207-A351-D642-1
FO 820 нм	C73207-A351-D643-1
Profibus DP RS485	C53207-A351-D611-1
Profibus DP двойное кольцо	C53207-A351-D613-1
Modbus RS 485	C53207-A351-D621-1
Modbus опт. 820 нм	C53207-A351-D623-1
DNP3.0 RS485	C53207-A351-D631-3
DNP3.0 820 нм	C53207-A351-D633-3
Ethernet электрический (EN 100)	C53207-A351-D675-1
Ethernet оптический (EN 100)	C53207-A322-B150-1
Аналоговый выход AN20	C53207-A351-D661-1

### Крышка рядов зажимов

Крышка клеммной колодки в зависимости от типа	№ заказа
Зажимы напряжения 18 пол., токовые зажимы 12 пол.	C73334-A1-C31-1
Зажимы напряжения 12 пол., токовые зажимы 8 пол.	C73334-A1-C32-1

### Перемычки для зажимов

Перемычки для зажимов в зависимости от типа контакта	№ заказа
Зажимы напряжения (18 пол. или 12 пол.)	C73334-A1-C34-1
Токовые зажимы (12 пол. или 8 пол.)	C73334-A1-C33-1

### Корпус разъема

Разъем	№ заказа
2-полюсный	C73334-A1-C35-1
3-полюсный	C73334-A1-C36-1

### Монтажная рейка 19"

Наименование	№ заказа
2 монтажных зажима	C73165-A63-C200-1

**Батарея**

Литиевая батарея 3 В / 1 А час, тип CR 1/2 AA	№ заказа
VARTA	6127 101 501

**Блок связи**

Блок связи для защиты ротора от замыканий на землю ( $R, f_N$ )	№ заказа
Блок связи для навесного монтажа	7XR6100-0CA00
Блок связи для встраиваемого монтажа	7XR6100-0BA00

**Последовательное сопротивление**

Последовательное сопротивление для защиты ротора от замыканий на землю ( $R, f_N$ )	№ заказа
Последовательное сопротивление ( $2 \times 105 \Omega$ )	3PP1336-0DZ-K2Y

**Делитель напряжения**

Делитель напряжения	№ заказа
Делитель напряжения 5:1; 5:2	3PP1336-1CZ-K2Y
Делитель напряжения 10:1; 20:1	3PP1326-0BZ-K2Y

**Последовательные устройства**

Последовательное устройство для защиты ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	№ заказа
В корпусе для навесного монтажа с контактами с обеих сторон	7XT7100-0BA00
В корпусе с контактами на задней крышке	7XT7100-0EA00

**Блок сопротивления**

Блок сопротивления для защиты ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	№ заказа
В корпусе для навесного монтажа с винтовыми контактами	7XR6004-0BA00
В корпусе с винтовыми контактами	7XR6004-0CA00

**Генератор напряжения 20 Гц**

Генератор напряжения 20 Гц	№ заказа
В корпусе для навесного монтажа с винтовыми контактами	7XT3300-0BA00
В корпусе с винтовыми контактами	7XR3300-0CA00

**Фильтр полосы пропускания 20 Гц**

Фильтр полосы пропускания 20 Гц	№ заказа
В корпусе для навесного монтажа с винтовыми контактами	7XT3400-0BA00
В корпусе с винтовыми контактами	7XR3400-0CA00

**Интерфейсный кабель**

Интерфейсный кабель SIPROTEC и ПК	№ заказа
Кабель с 9 пол. гнездом / 9 пол. штекером	7XV5100-4

**Программа обслуживания DIGSI**

Программное обеспечение для настройки и обслуживания устройств защиты DIGSI	№ заказа
DIGSI, базовая версия с лицензией на 10 инсталляций	7XS5400-0AA00
DIGSI, полная версия со всеми дополнительными опциями	7XS5402-0AA00

**Программа графического анализа SIGRA**

Программа графического анализа SIGRA	№ заказа
Полная версия с лицензией на 10 инсталляций	7XS5410-0AA00

**Graphic Tools**

Программное обеспечение для создания и редактирования кривых характеристик (опция полного пакета DIGSI)	№ заказа
Graphic Tools 4; полная версия с лицензией на 10 инсталляций	7XS5430-0AA00

**DIGSI REMOTE 4**

Программное обеспечение для реализации удаленного обслуживания устройства через модем (с
--

возможностью использования коммутатора типа  
“звезда”) с использованием DIGSI (опция полного  
пакета DIGSI)

№ заказа

DIGSI REMOTE 4; полная версия с лицензией на 10  
инсталляций; язык - немецкий

7XS5440-1AA00

#### **SIMATIC CFC 4**

Программное обеспечение для реализации в  
графическом режиме блокирующих логических  
условий и дополнительных функций (опция полного  
пакета DIGSI)

№ заказа

SIMATIC CFC 4; полная версия с лицензией на 10  
инсталляций

7XS5450-0AA00

## A.2 Назначение зажимов

### A.2.1 Конструктивное исполнение для утепленного монтажа на панель или монтажа в шкаф

7UM621/623\*-\*D/E

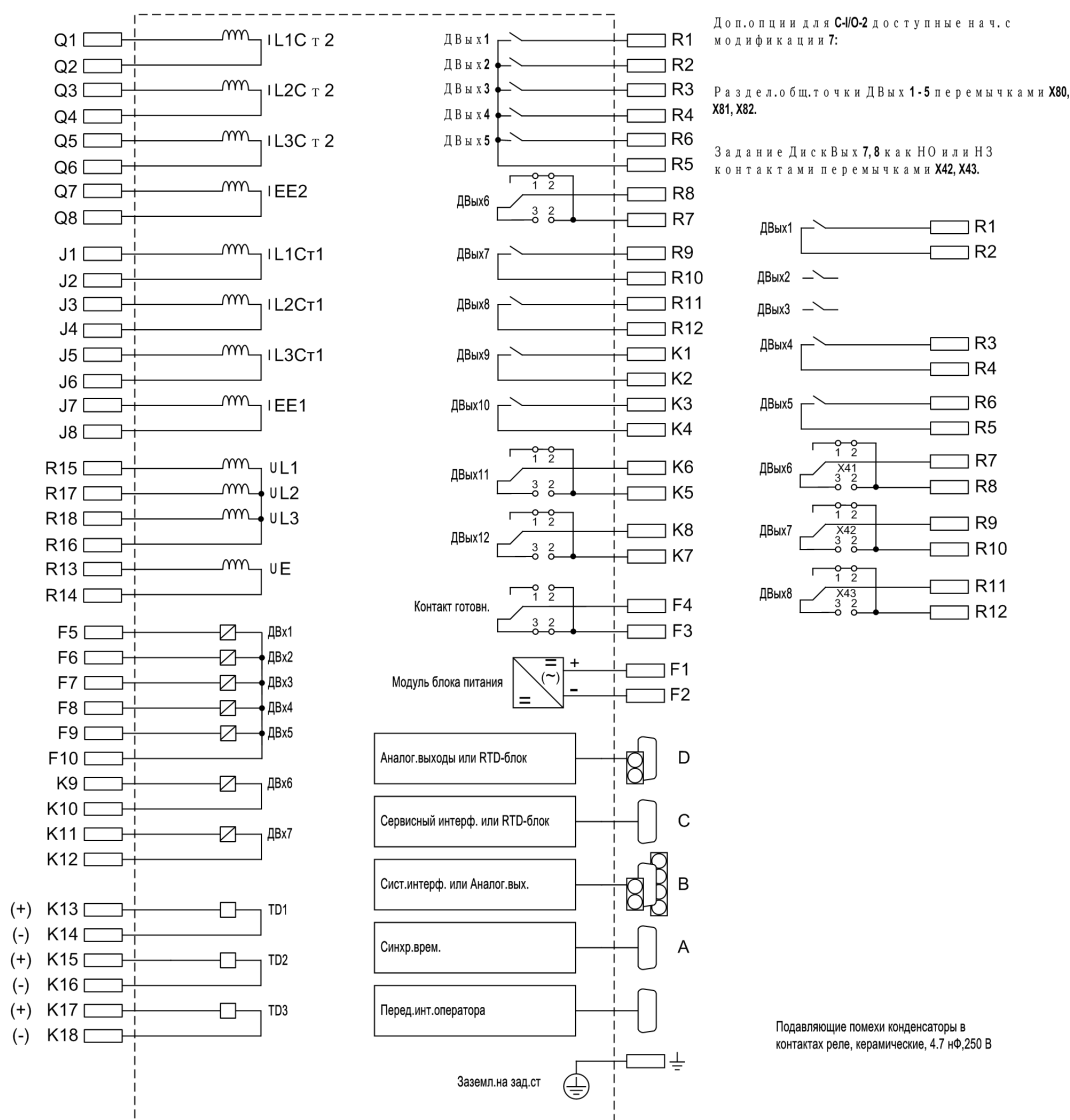


Рисунок А-1 Общая схема для модификации 7UM621/623\*-\*D/E (утепленный монтаж на панель или монтаж в шкаф)

7UM622\*-\*D/E

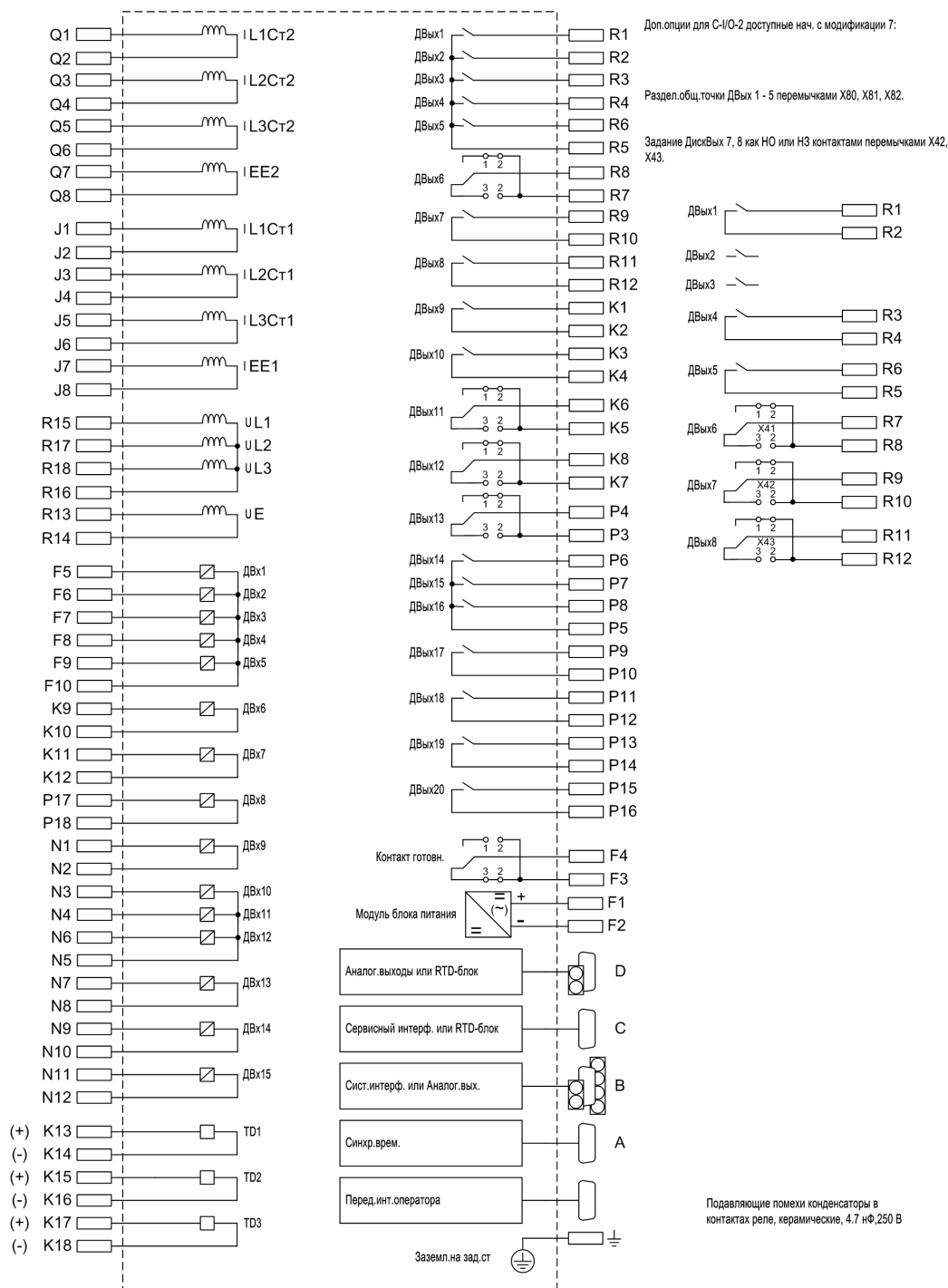


Рисунок А-2 Общая схема для модификации 7UM621/623\*-\*D/E (утопленный монтаж на панель или монтаж в шкаф)



## A.2.2 Конструктивное исполнение для навесного монтажа на панели

### 7UM621/623\*-\*B

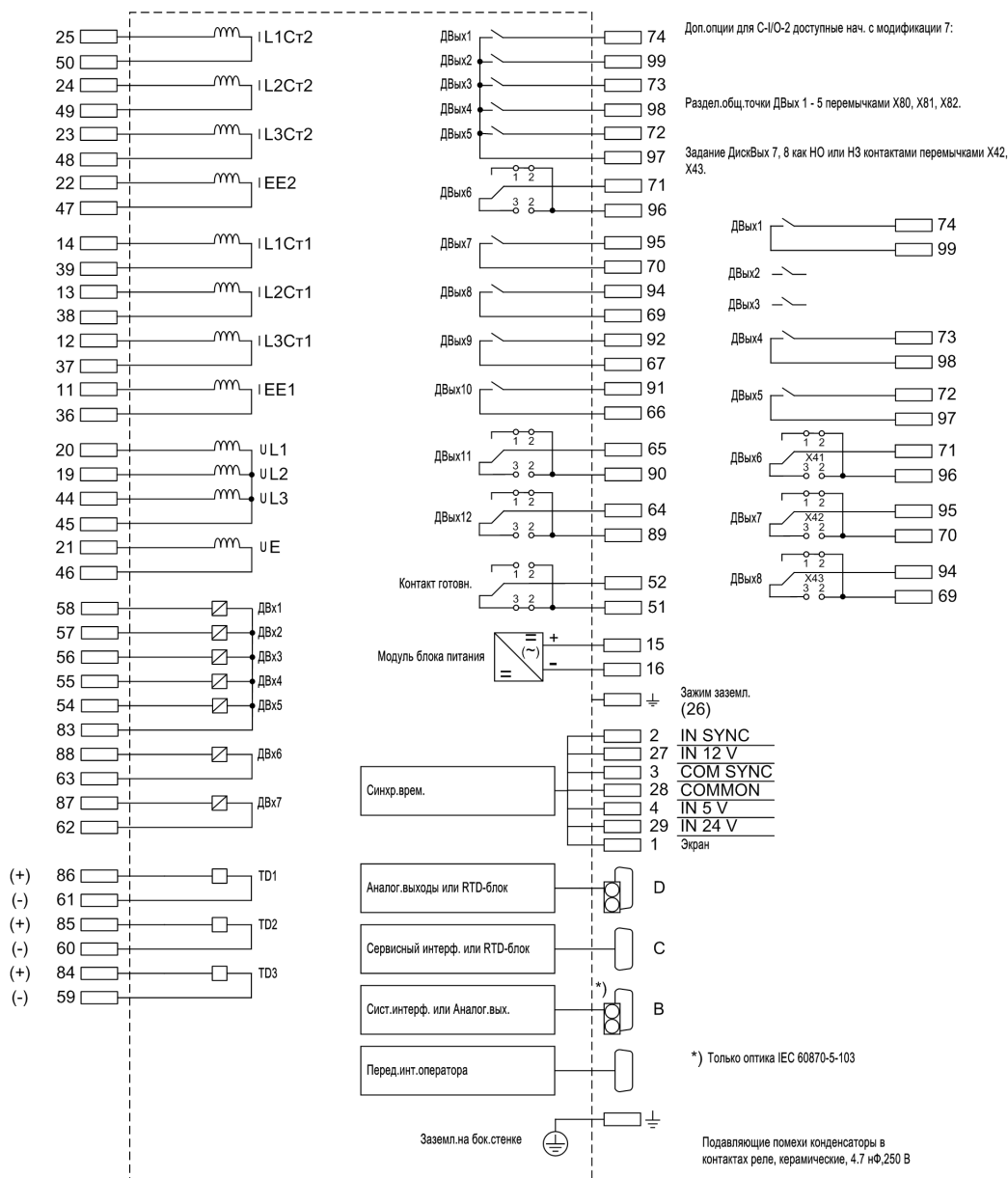


Рисунок А-3 Общая схема для модификации 7UM621/623\*-\*B (навесной монтаж на панели)

7UM622\*-\*В

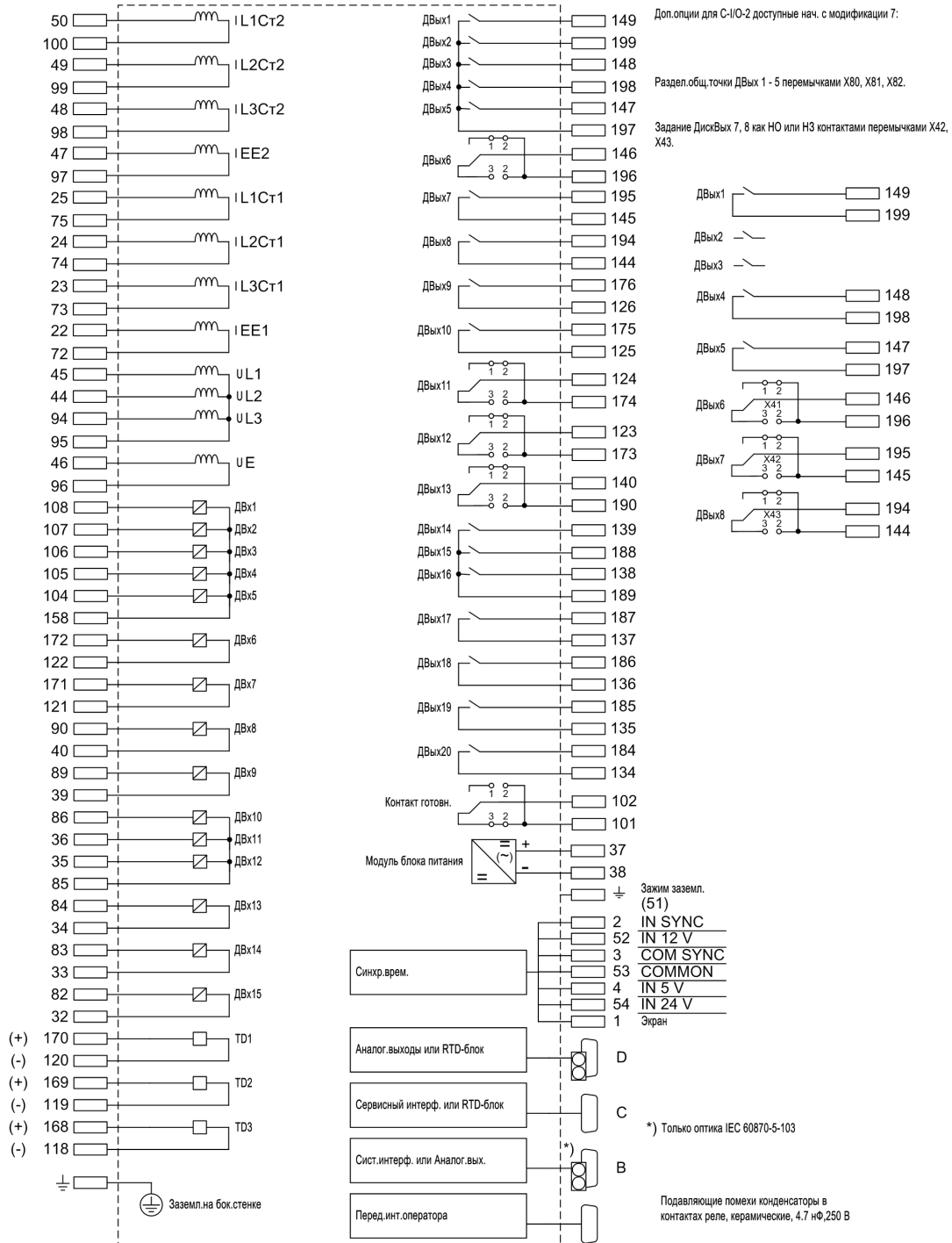


Рисунок А-4 Общая схема для модификации 7UM622\*-\*В (навесной монтаж на панели)

## А.3 Примеры схем подключения

### А.3.1 7UM62 - Примеры схем подключения

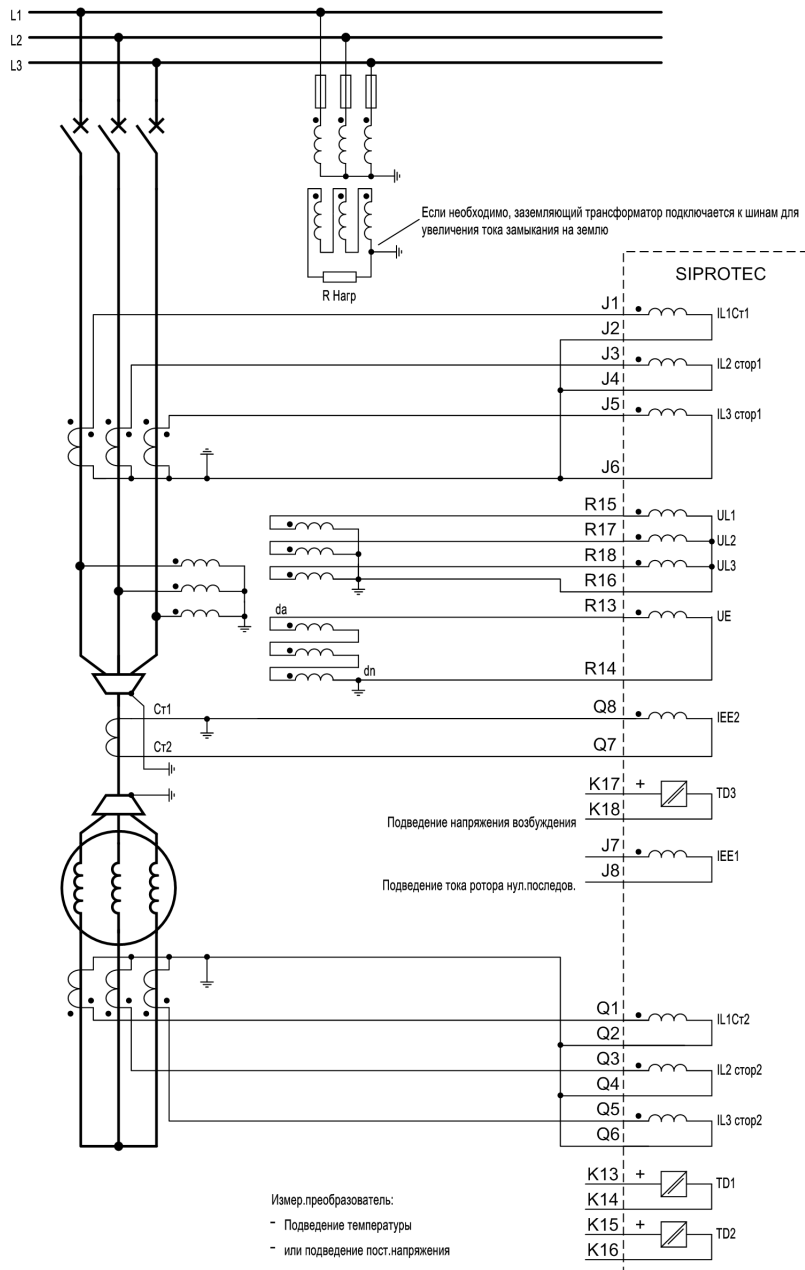


Рисунок А-5 Подключение к шинам Подключения тока и напряжения на три трансформатора (напряжения "фаза-земля"), и в каждом случае трех ТТ, тока замыкания на землю с дополнительного суммирующего трансформатора для чувствительного обнаружения замыкания на землю; измерения напряжения смещения на подключенной разомкнутым треугольником обмотке (da-dn).

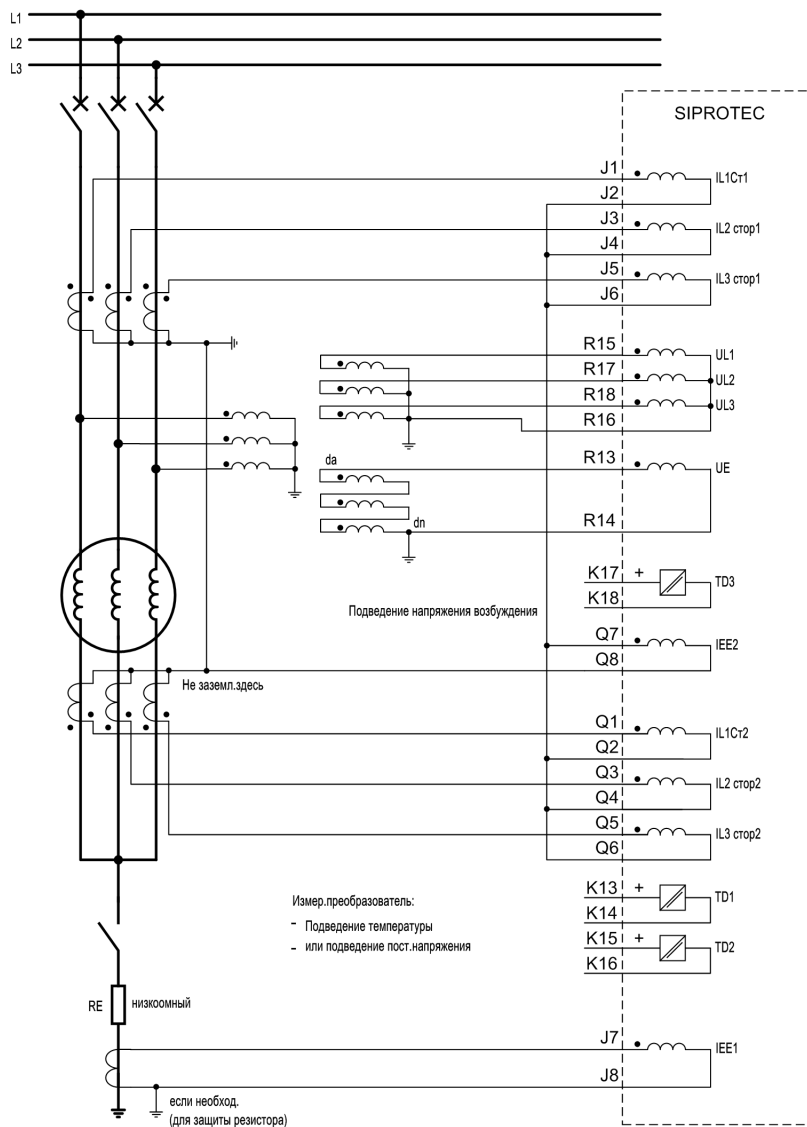


Рисунок А-6 Система шин с низкоомным заземлением Подключение к трем трансформаторам напряжения (напряжения "фаза-земля") и в каждом случае трех ТТ - для обнаружения тока замыкания на землю как дифференциального тока, измеряемого двумя группами ТТ; измерение напряжения смещения на подключенной разомкнутым треугольником обмотке (da-dn) в качестве дополнительного критерия.

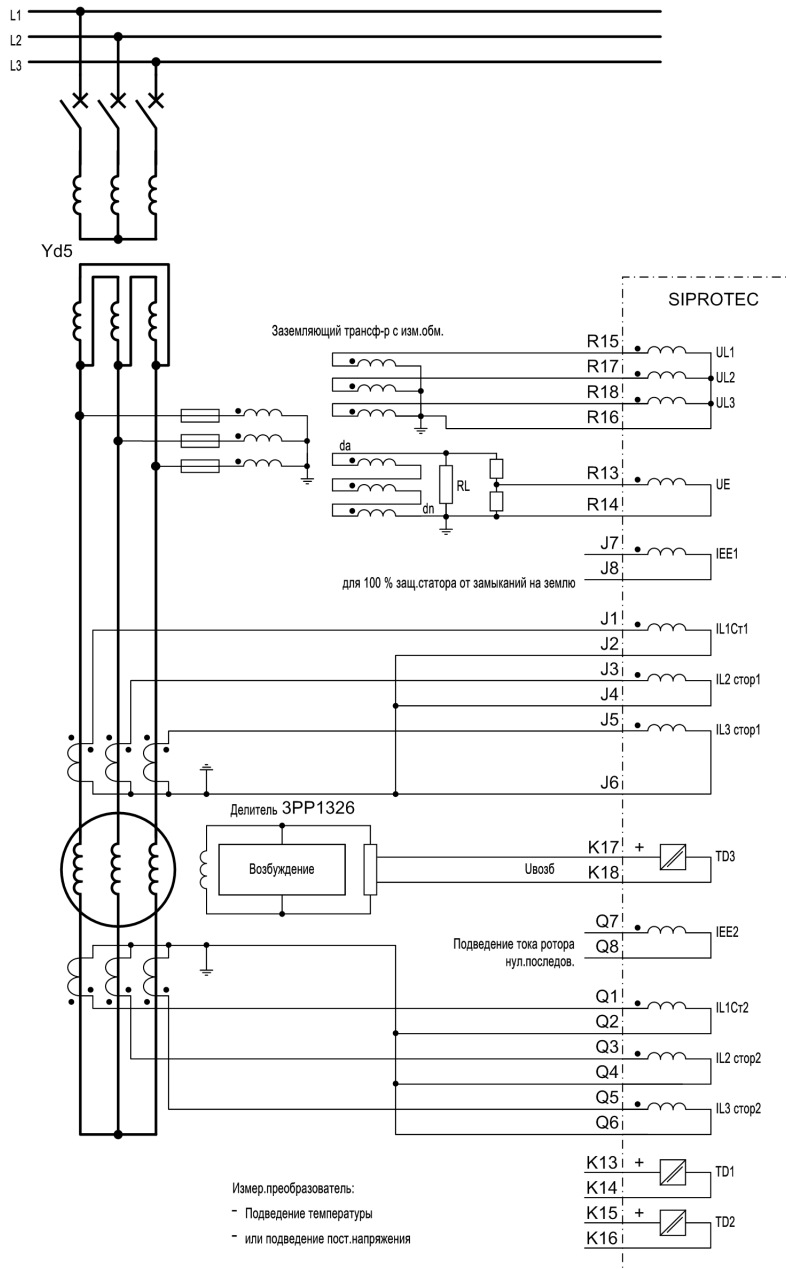


Рисунок А-7 **Подключение блочного трансформатора с изолированной нейтралью** Подключение к трем трансформаторам напряжения (напряжения "фаза-земля") и в каждом случае трех ТТ, функция дифференциальной защиты используется только для генератора; Измерение напряжения смещения на подключенной разомкнутым треугольником обмотке (da-dn).

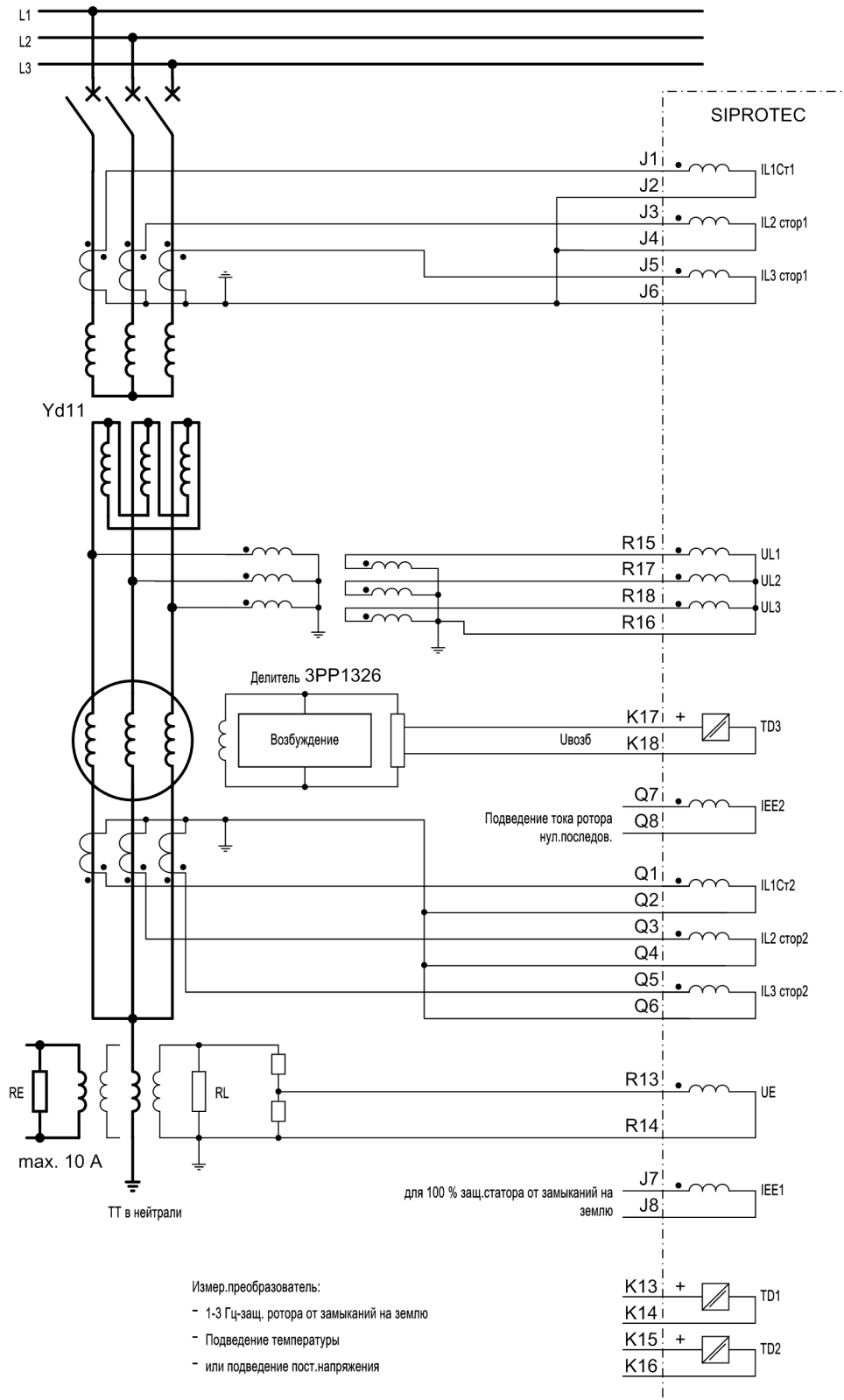


Рисунок А-8 **Блочное подключение с заземляющим трансформатором в нейтрали** Подключение к трем трансформаторам напряжения (напряжения "фаза-земля") и в каждом случае трех ТТ, функция дифференциальной защиты подключается через генератор и блочный трансформатор; Нагрузочное сопротивление подключается или непосредственно к нейтрали схемы, или через согласующие трансформаторы.

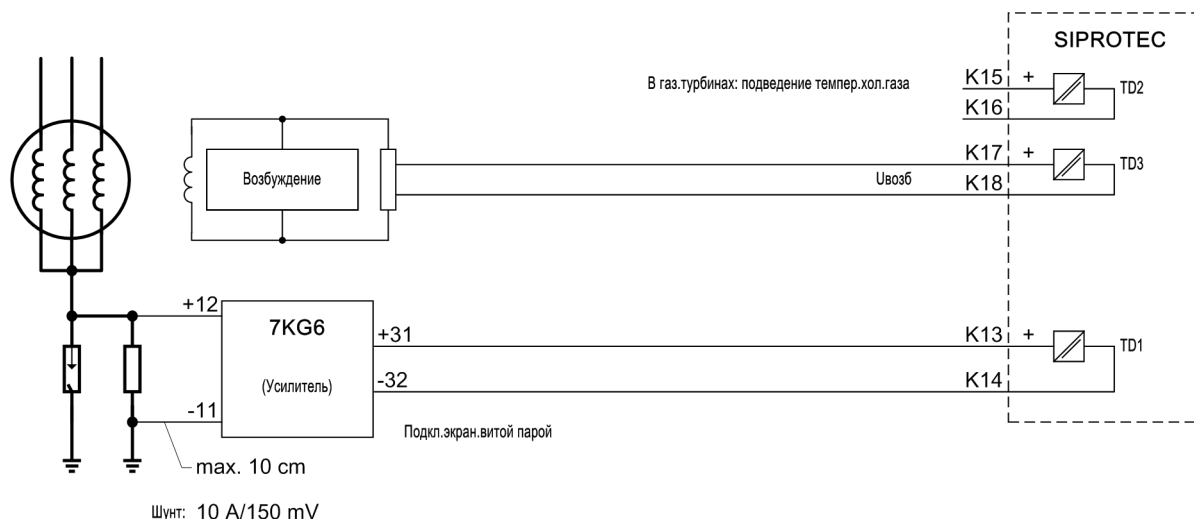


Рисунок А-9 **Функция защиты от замыкания на землю при пуске двигателя** Подключение входа постоянного напряжения TD1 к последовательно подключенному усилителю 7KG6 для систем с пусковым преобразователем

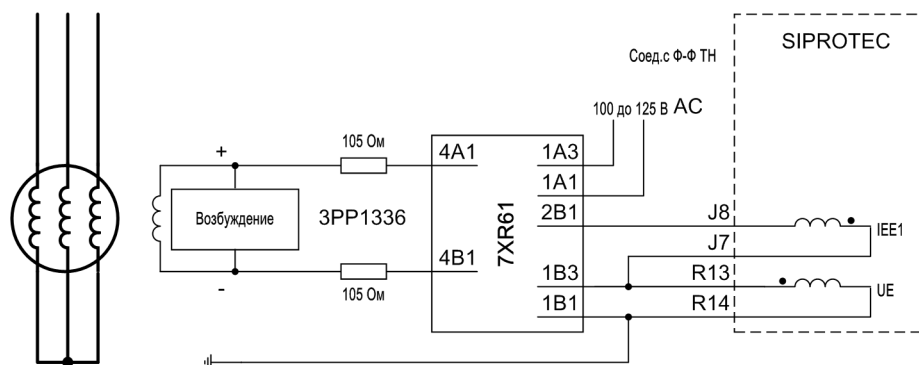


Рисунок А-10 **Защита ротора от замыканий на землю** – с дополнительным устройством 7XR61 для подачи напряжения номинальной частоты в схему ротора с использованием последовательного сопротивления 3PP1336

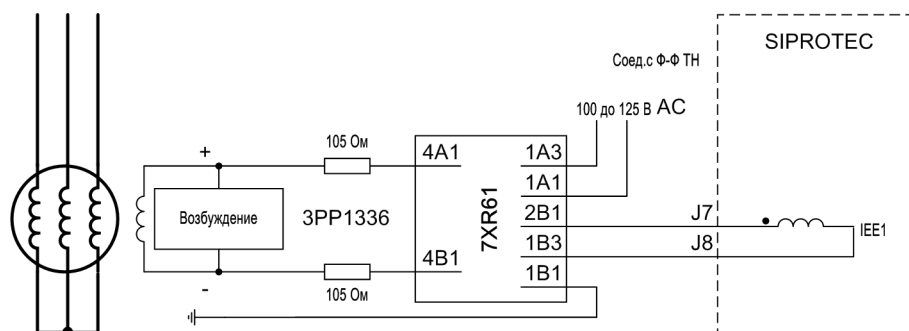


Рисунок А-11 **Защита ротора от замыканий на землю** – с последовательным устройством 7XR61 для подачи напряжения номинальной частоты в схему ротора, если используется чувствительный вход тока на землю

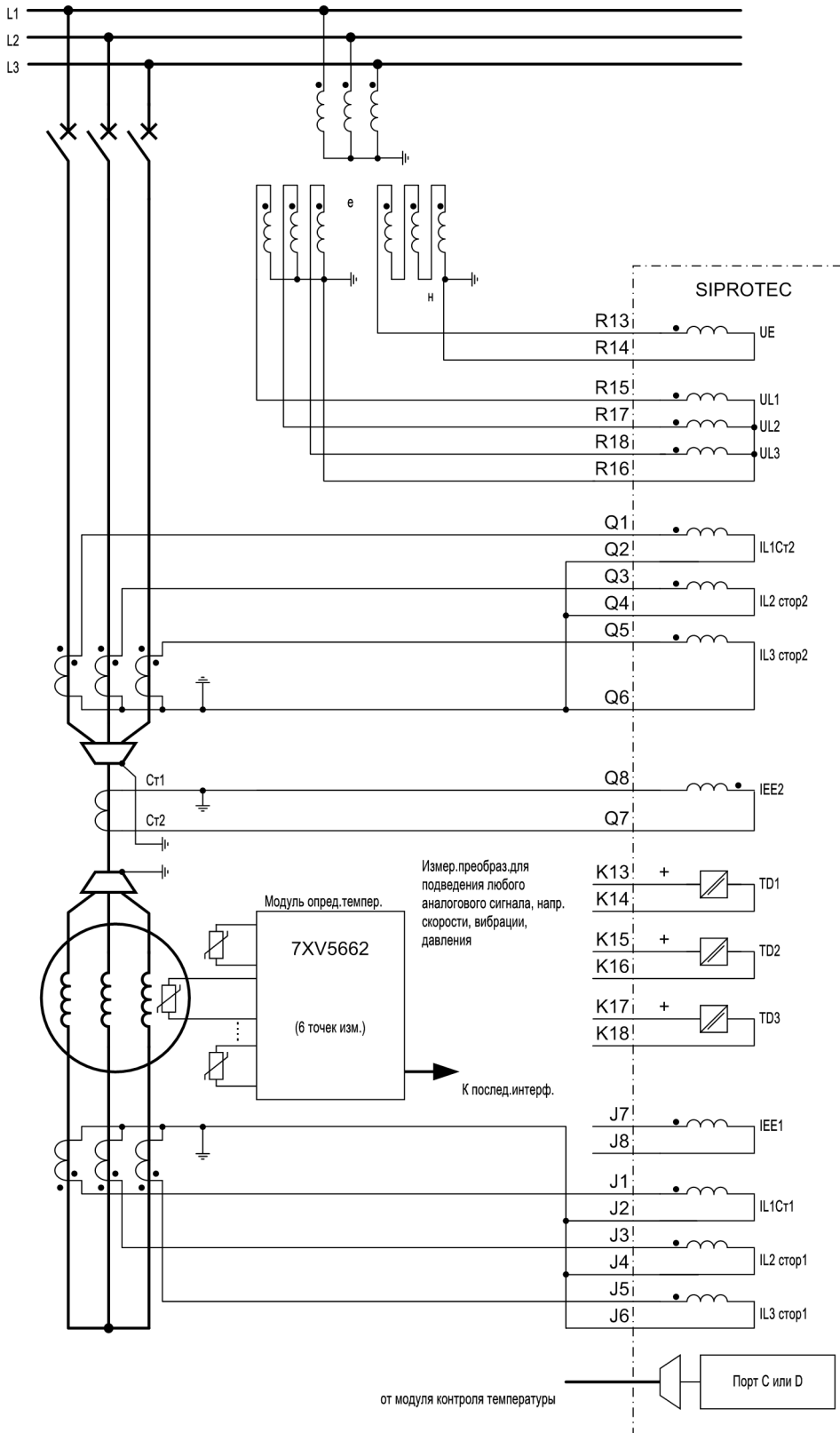


Рисунок А-12 **Асинхронный двигатель**: Подключение к трем ТН (напряжения "фаза-земля", обычно с шин); Измерение напряжения смещения на подключенной разомкнутым треугольником обмотке, три ТТ на каждой стороне; Обнаружение замыканий на землю с использованием тороидальных ТТ.



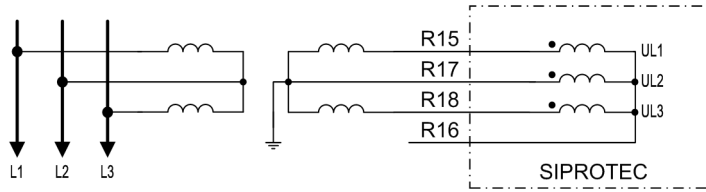


Рисунок А-13 Подключение трансформатора напряжения к двум ТН разомкнутым треугольником (V подключение)

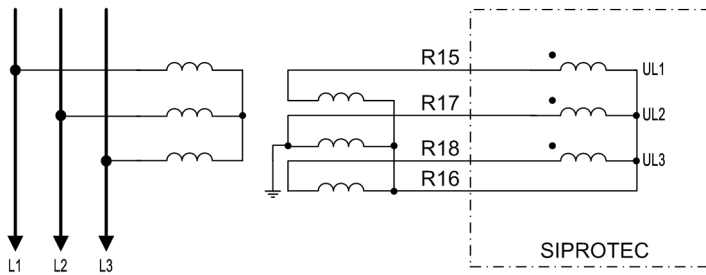


Рисунок А-14 Подключение трансформатора напряжения с заземленной L2 на вторичной стороне

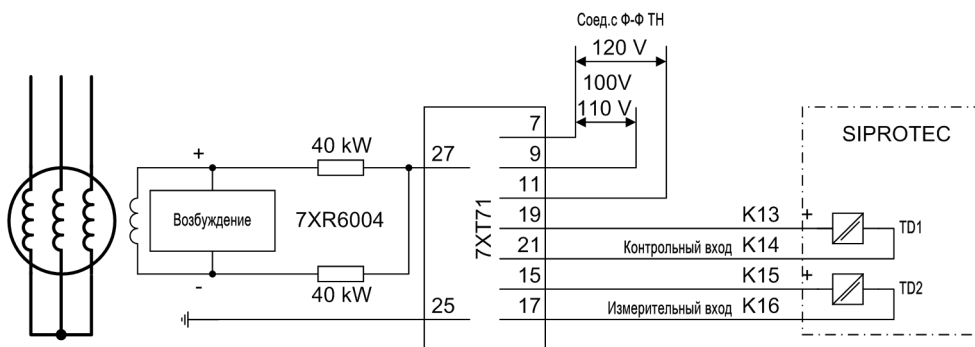


Рисунок А-15 **Защита ротора от замыканий на землю 1-3 Гц** – с использованием генератора 1-3 Гц 7XT71 и блока сопротивления 7XR6004.

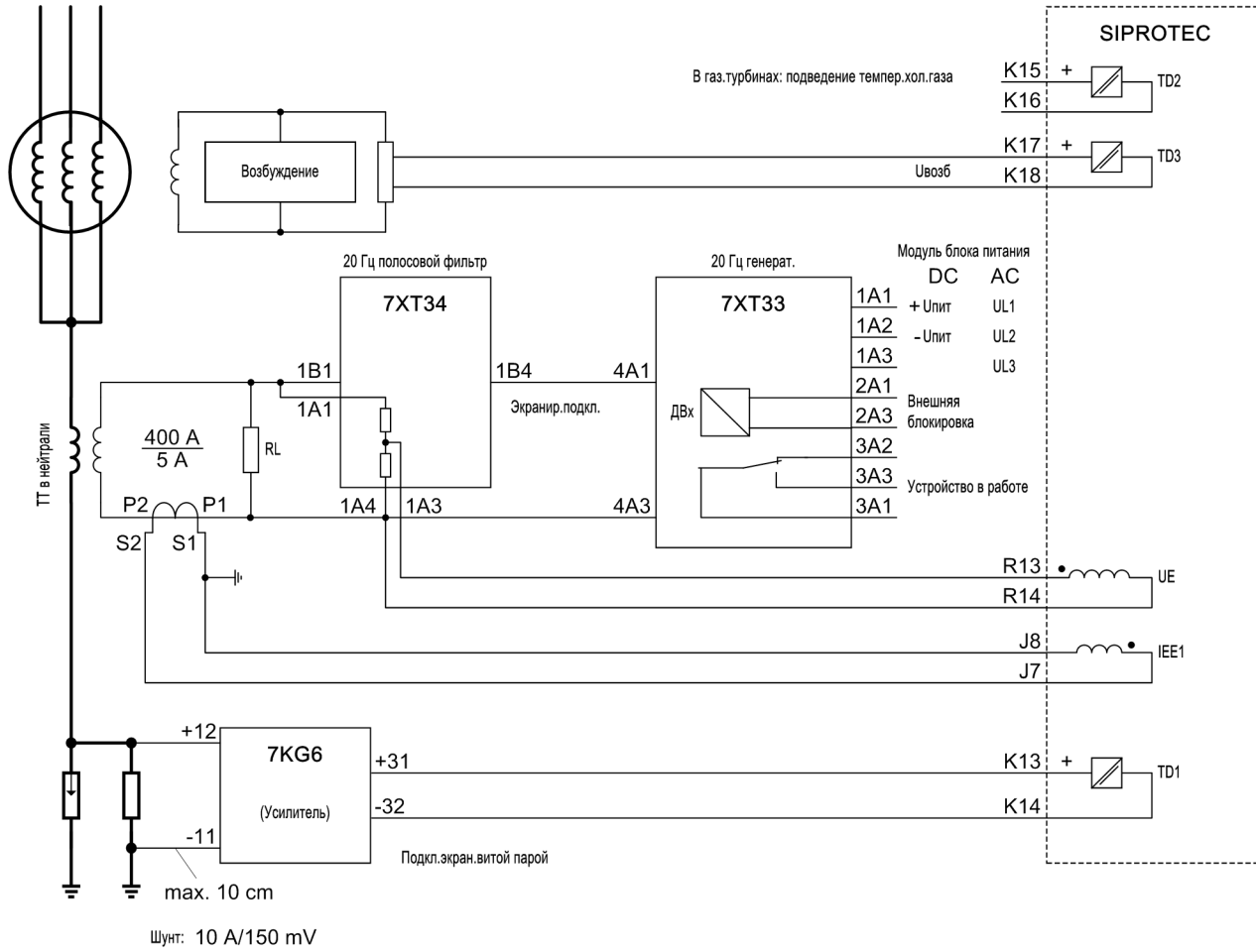


Рисунок А-16 100 % Защита статора от замыканий на землю – с использованием генератора напряжения 20 Гц 7XT33, полосового фильтра 7XT34 и защита пусковых режимов двигателя - с использованием шунтирующего сопротивления 10 A/150 мВ и измерительного преобразователя 7KG6.

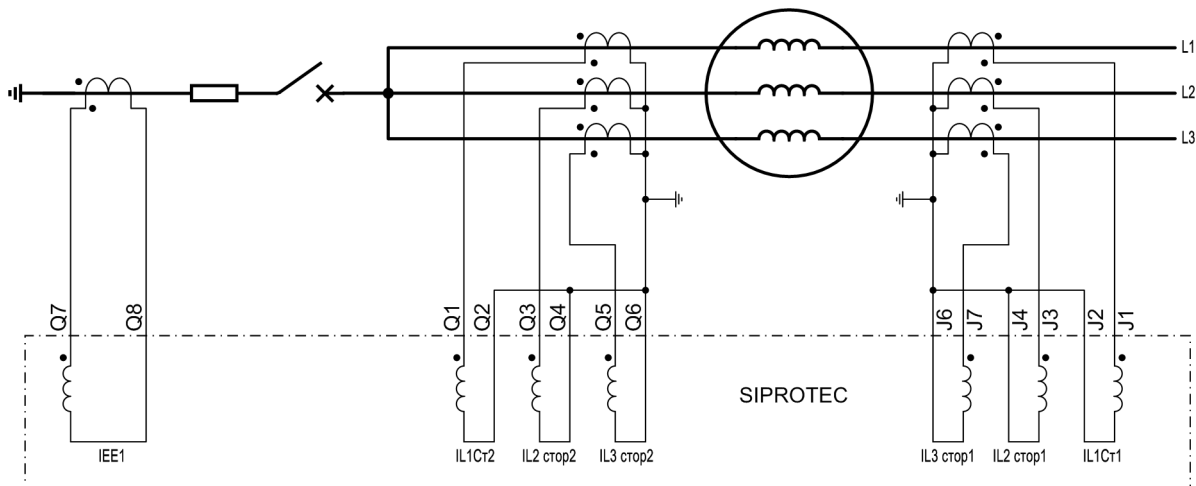


Рисунок А-17 Дифференциальная защита от замыкания на землю (генератора)

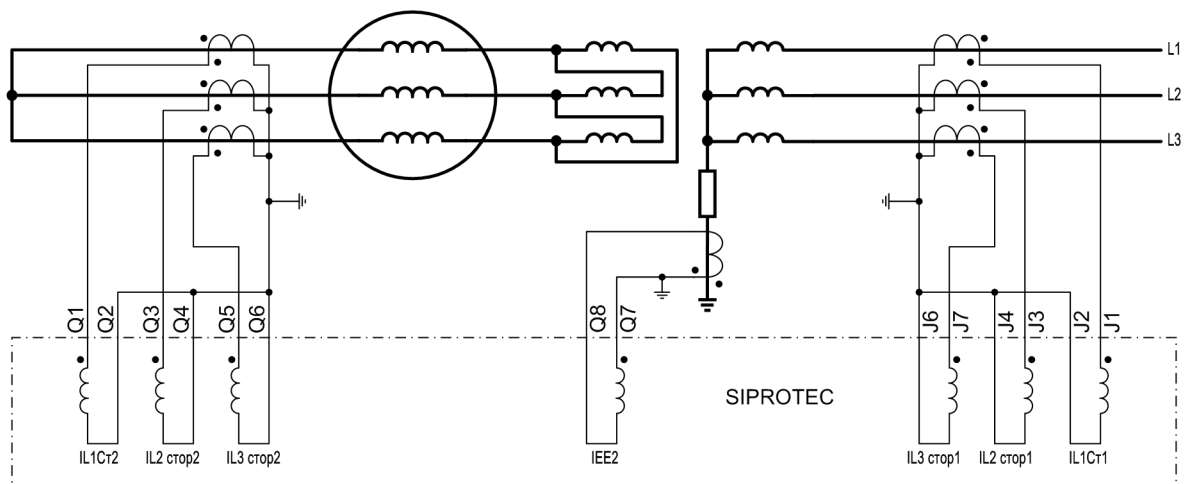


Рисунок А-18 Дифференциальная защита от замыкания на землю (генератора)

### А.3.2 Примеры схем подключения RTD-блока

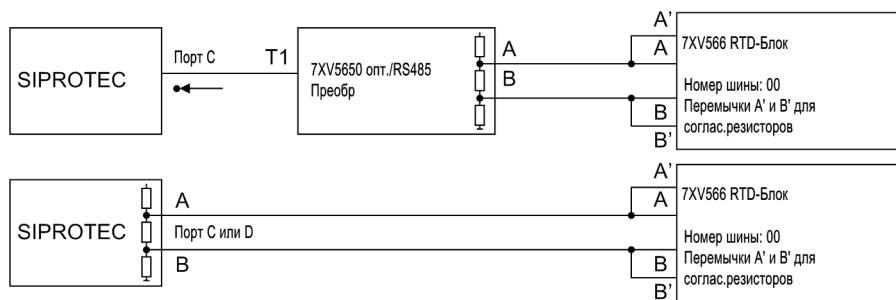


Рисунок А-19 Симплексная схема с одним RTD-блоком

вверху: оптический вариант (1 O/B)

внизу: схема с RS485

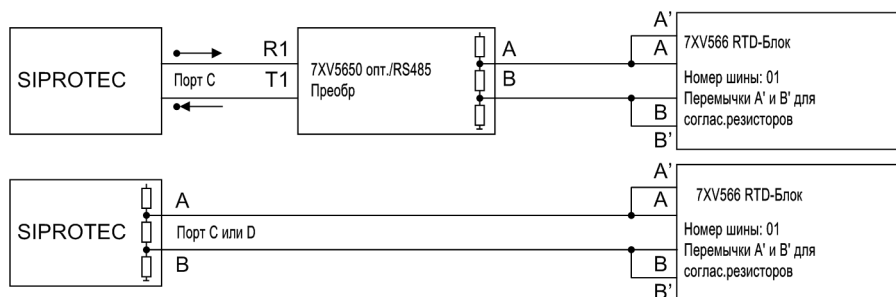


Рисунок А-20 Полудуплексная схема с одним RTD-блоком

вверху: оптический вариант (2 O/B)

внизу: схема с RS485

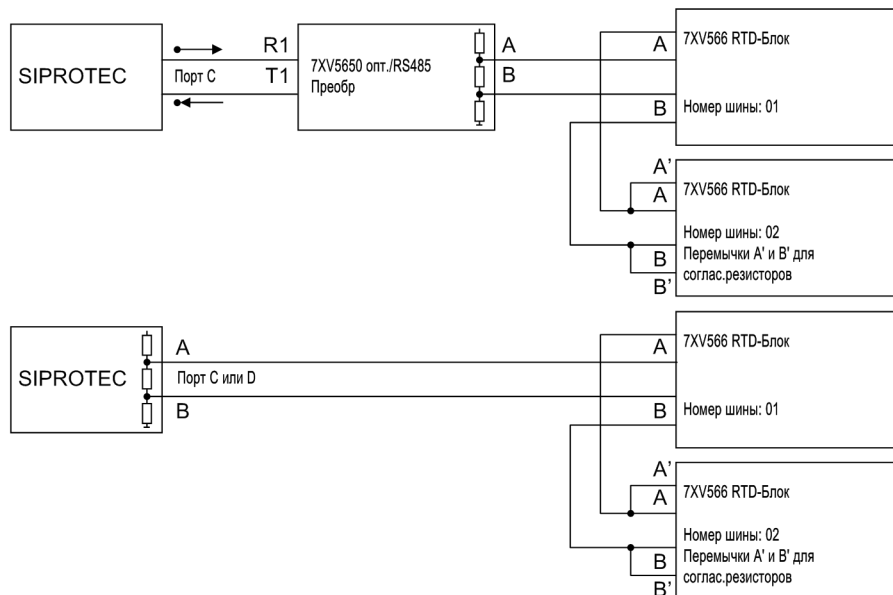


Рисунок А-21 Полудуплексная схема с двумя RTD-блоками  
 вверху: оптический вариант (2 О/В)  
 внизу: схема с RS485

### А.3.3 Принципиальные схемы дополнительного оборудования

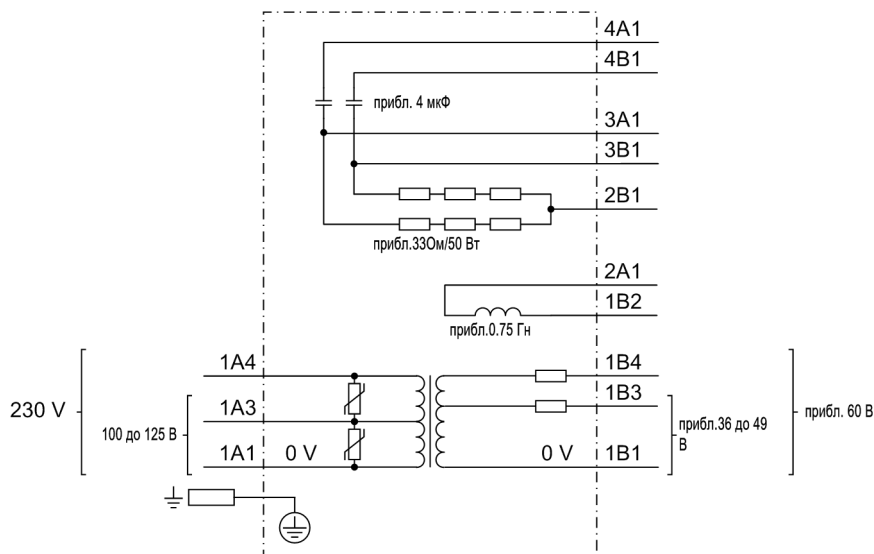


Рисунок А-22 Принципиальная схема блока связи 7XR6100-0\*A00 для защиты ротора от замыкания на землю



Рисунок А-23 Принципиальная схема последовательного сопротивления 3PP1336-0DZ-K2Y

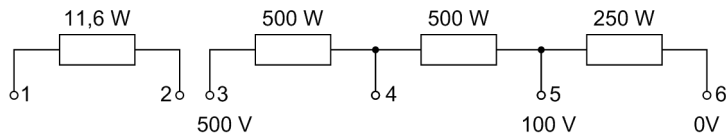


Рисунок А-24 Принципиальная схема делителя напряжения 5:1; 5:2; 3PP1336-1CZ-K2Y

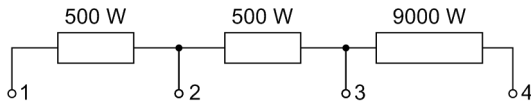


Рисунок А-25 Принципиальная схема делителя напряжения 10:1; 20:1; 3PP1336-1CZ-K2Y

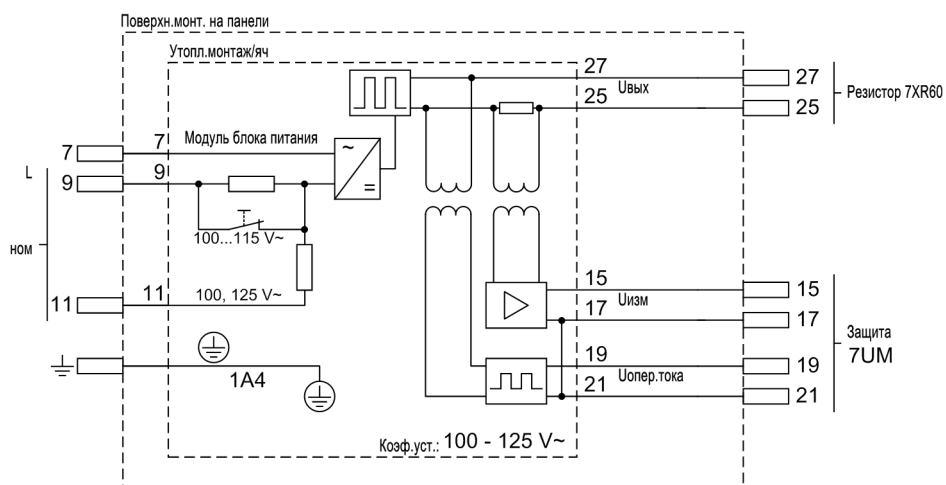


Рисунок А-26 Общая схема последовательного устройства 7XT7100-0\*A00

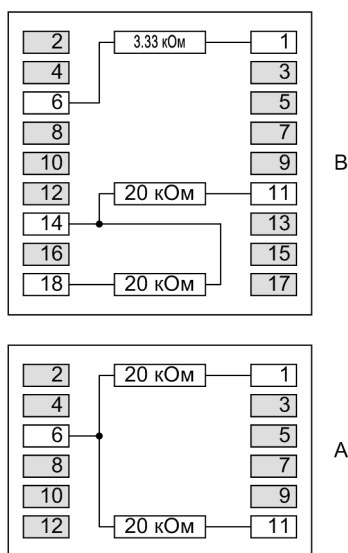


Рисунок А-27 Общая схема блока сопротивления 7XR6004-0\*A00

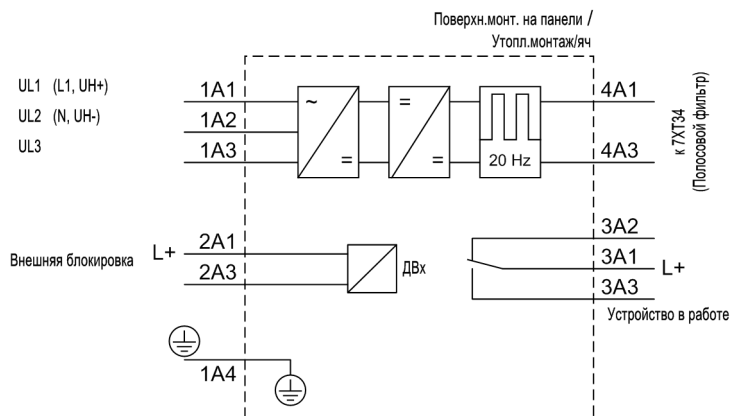


Рисунок А-28 Общая схема генератора напряжения 20 Гц 7ХТ3300-0\*А00

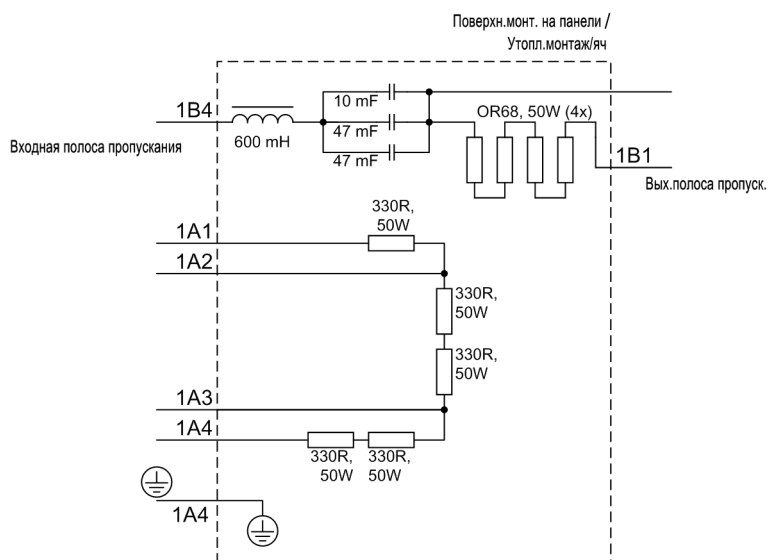


Рисунок А-29 Общая схема фильтра полосы пропускания 20 Гц 7ХТ3400-0\*А00

## А.4 Предустановки

При поставке устройства задается большое количество функций светодиодных индикаторов, дискретных входов и выходов, а также уставки функциональных клавиш. Вся эта информация содержится в следующей таблице.

### А.4.1 Светодиодные индикаторы (LED)

Таблица А-2 Предустановки для светодиодных индикаторов

Светодиодный индикатор (LED)	Заданная функция	Номер функции	Описание
LED1	ОБЩЕЕ ОТКЛ	511	Общее отключение устройства
LED2	ОБЩИЙ ПУСК	501	Общий пуск защиты
LED3	I> Поврежд. L1	1811	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L1
LED4	I> Поврежд. L2	1812	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L2
LED5	I> Поврежд. L3	1813	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L3
LED6	Чув33 IEE> ОТК	1226	Отключение ступ.чувс.защиты от зз IEE>
	U0> Откл	5187	Защ.стат.от зам.на земл:U0> Откл
	ЗащСтат33 Откл	5193	Защ.стат.от зам.на земл Откл
LED7	Неиспр БлПитан	147	Неисправность блока питания
	Неисп Батарея	177	Неисправность: Разряд батареи
LED8	ДиффЗащ ОТКЛ	5671	Дифф.защита: Отключение
LED9	ЗащРевМощн ОТКЛ	5097	Защ.от реверса мощн.: отключение
	РевМощнОТКЛСт оп	5098	Защ.от реверса мощн.: отключ.со стоп.эл.
LED10	3.Недовзб<3 Отк	5343	Защ.от недовозб.хар.3 Откл
	3.Недовзб<1 Отк	5344	Защ.от недовозб.хар.1 Откл
	3.Недовзб<2 Отк	5345	Защ.от недовозб.хар.2 Откл
	3.Недвзб<U<ОТКЛ	5346	Защ.от недовозб.хар.+U< ОТКЛ
LED11	ЗащНесимОтклIст	5160	ЗащНесим:ОТКЛ от токовой ступени I2>>
	ЗащНесимОтклТст	5161	ЗащНесим:ОТКЛ от термической ступени
LED12	f1 ОТКЛ	5236	Отключение ступеню f1 частотной защиты
	f2 ОТКЛ	5237	Отключение ступеню f2 частотной защиты
	f3 ОТКЛ	5238	Отключение ступеню f3 частотной защиты
LED13	f4 ОТКЛ	5239	Отключение ступеню f4 частотной защиты
LED14	U> ОТКЛ.	6570	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>
	U>> ОТКЛ	6573	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>>

## А.4.2 Дискретные входы

Таблица А-3 Предустановки дискретных входов (для всех модификаций устройств и вариантов заказа)

Дискретный вход	Заданная функция	Номер функции	Описание
ДВх1	>Быстр, ЗРМ	5086	>Защита от реверса мощности, быстр
ДВх2	>U обнар.отказ	5328	>Защ.от недовозб.напряж обнар.отказа
ДВх3	>f1 Блок	5206	>Блокировать ступень f1 частотной защиты
	>БЛК U<	6506	>Блокир.ступ.защиты от пониж.напряж. U<
	>Выв ЗащСтат33	5176	>Выв.опред.тока(защ.стат.замык.на земл) <sup>1)</sup>
ДВх4	>Автом ТН: откл	361	>Неисп: автомат ТН отключен
	>УдержУ Блок.	1950	>МТЗ: блокировать удерживание по напр.
	>БЛК U<(<)	6503	>Блокировать защиту от пониж.напряжения
ДВх5	>ВнешнОткл 1	4526	>Отключение внешней команды 1
ДВх6	>ВнешнОткл 2	4546	>Отключение внешней команды 2
ДВх7	>ПУСК Регистр	4	>Запуск регистрации аварийных режимов
ДВх8 ... 15	Нет заданных функций (резерв)	-	- <sup>2)</sup>

1) Только на присоединении шин

2) Только для 7UM622



### А.4.3 Дискретные выходы

Таблица А-4 Предустановки выходных реле (для всех модификаций устройств и вариантов заказа)

Дискретный выход	Заданная функция	Номер функции	Описание
ДВых1	Неиспр БлПитан	147	Неисправность блока питания
	Неиспр Батарея	177	Неисправность: Разряд батареи
ДВых2	ОБЩЕЕ ОТКЛ	511	Общее отключение устройства
ДВых3	МТЗ I> ОТКЛ	1815	Отключение ступенью МТЗ I>
	ДиффЗащ ОТКЛ	5671	Дифф.защита: Отключение
	Дист.Z1<Откл	3977	Дист: Z1< отключение
	Дист.Z1В<Откл	3978	Дист: Z1В< отключение
	Дист.Z2<Откл	3979	Дист: Z2< отключение
	Дист.Z3<Откл	3980	Дист: Z3< отключение
	I>> Откл	1809	Отключение от ступени МТЗ I>>
ДВых4	МТЗ Iр Откл	1900	Отключение от ступени МТЗ Iр
	ЧувЗЗ IЕЕ>> ОТК	1223	Отключение ступ.чувс.защ. от зз IЕЕ>>
	U0> Откл	5187	Защ.стат.от зам.на земл:U0> Откл
ДВых5	ЗащСтатЗЗ Откл	5193	Защ.стат.от зам.на земл Откл
	U< ОТКЛ	6539	Отключение ступ.защ. от пониж. напр. U<
	U> ОТКЛ. U>> ОТКЛ	6570 6573	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U> Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>>
ДВых6	f1 ОТКЛ	5236	Отключение ступенью f1 частотной защиты
	f2 ОТКЛ	5237	Отключение ступенью f2 частотной защиты
ДВых7	З.Недовзб<З Отк	5343	Защ.от недовозб.хар.З Откл
	З.Недовзб<U<ОТКЛ	5346	Защ.от недовозб.хар.+U< ОТКЛ
ДВых8	МТЗ I> ОТКЛ	1815	Отключение ступенью МТЗ I> <sup>1)</sup>
	ЗащСтатЗЗ Откл	5193	Защ.стат.от зам.на земл Откл <sup>1)</sup>
	U>> ОТКЛ	6573	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>> <sup>1)</sup>
	f1 ОТКЛ	5236	Отключение ступенью f1 частотной защиты <sup>1)</sup>
	f2 ОТКЛ	5237	Отключение ступенью f2 частотной защиты <sup>1)</sup>
	З.Недовзб<З Отк	5343	Защ.от недовозб.хар.З Откл <sup>1)</sup>
	З.Недовзб<U<ОТКЛ	5346	Защ.от недовозб.хар.+U< ОТКЛ <sup>1)</sup>
	ЗащРевМощн ОТКЛ	5097	Защ.от реверса мощн.: отключение <sup>1)</sup>
	РевМощнОТКЛСт оп	5098	Защ.от реверса мощн.: отключ.со стоп.эл. <sup>1)</sup>
	ЗащНесимОтклТст	5161	ЗащНесим:ОТКЛ от термической ступени <sup>1)</sup>
ДиффЗащ ОТКЛ	5671	Дифф.защита: Отключение <sup>1)</sup>	

Дискретный выход	Заданная функция	Номер функции	Описание
ДВых9	MT3 I> ОТКЛ	1815	Отключение ступенью MT3 I> <sup>2)</sup>
	ЗащСтат33 Откл	5193	Защ. стат. от зам. на земл Откл <sup>2)</sup>
	U>> ОТКЛ	6573	Защ. от повыш. напр.: откл от ст. U>> <sup>2)</sup>
	f2 ОТКЛ	5237	Отключение ступенью f2 частотной защиты <sup>2)</sup>
	3.Недовзб<3 Отк	5343	Защ. от недовозб. хар. 3 Откл <sup>2)</sup>
	3.Недвзб<U<ОТКЛ	5346	Защ. от недовозб. хар. +U< ОТкл <sup>2)</sup>
	РевМощнОТКЛСт оп	5098	Защ. от реверса мощн.: отключ. со стоп. эл. <sup>2)</sup>
ЗащНесимОтклТст	5161	ЗащНесим:ОТКЛ от термической ступени <sup>2)</sup>	
	ДиффЗащ ОТКЛ	5671	Дифф. защита: Отключение <sup>2)</sup>
ДВых10	MT3 I> ОТКЛ	1815	Отключение ступенью MT3 I> <sup>3)</sup>
	ЗащСтат33 Откл	5193	Защ. стат. от зам. на земл Откл <sup>3)</sup>
	f2 ОТКЛ	5237	Отключение ступенью f2 частотной защиты <sup>3)</sup>
	ЗащНесимОтклТст	5161	ЗащНесим:ОТКЛ от термической ступени <sup>2)</sup>
	ДиффЗащ ОТКЛ	5671	Дифф. защита: Отключение <sup>3)</sup>
ДВых11	Нет заданных функций (резерв)	-	-
ДВых12	зарезервирован для УРОВ	-	-
ДВых13 ... 20	Нет заданных функций (резерв)	-	- <sup>4)</sup>

- 1) Силовой выключатель генератора
- 2) Развозбуждение
- 3) Аварийное отключение
- 4) Только для 7UM622

#### А.4.4 Функциональные клавиши

Таблица А-5 Предустановки (для всех модификаций устройств и вариантов заказа)

Функциональные клавиши	Заданная функция	Номер функции	Описание
F1	Отображение на дисплее рабочих сообщений	-	-
F2	Отображение на дисплее рабочих величин	-	-
F3	Просмотр последних 8-ми повреждений в сети	-	-
F4	Просмотр меню сброса мин/макс величин	-	-

## А.4.5 Начальное состояние дисплея

### 4-строчный дисплей

Таблица А-6 Варианты конфигурируемой стартовой страницы

Страница 1	<table border="1"> <tr> <td>I1 : 0.50kA</td> <td>cosφ: 0.80</td> </tr> <tr> <td>U : 6.30kV</td> <td>f: 50.00Hz</td> </tr> <tr> <td>P : 4361.4kW</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Q : -3286.8kVAR</td> <td></td> </tr> </table>	I1 : 0.50kA	cosφ: 0.80	U : 6.30kV	f: 50.00Hz	P : 4361.4kW		Q : -3286.8kVAR					
I1 : 0.50kA	cosφ: 0.80												
U : 6.30kV	f: 50.00Hz												
P : 4361.4kW													
Q : -3286.8kVAR													
Страница 2	<table border="1"> <tr> <td>1 0.50kA</td> <td>12 6.30kV</td> </tr> <tr> <td>2 0.50kA</td> <td>23 6.30kV</td> </tr> <tr> <td>3 0.50kA</td> <td>31 6.30kV</td> </tr> <tr> <td>E 0.0A</td> <td>E 0V</td> </tr> </table>	1 0.50kA	12 6.30kV	2 0.50kA	23 6.30kV	3 0.50kA	31 6.30kV	E 0.0A	E 0V				
1 0.50kA	12 6.30kV												
2 0.50kA	23 6.30kV												
3 0.50kA	31 6.30kV												
E 0.0A	E 0V												
Страница 3	<table border="1"> <tr> <td>Pri</td> <td>Сторона 1</td> <td>Сторона 2</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>0.50kA</td> <td>0.50kA</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>0.50kA</td> <td>0.50kA</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>0.50kA</td> <td>0.50kA</td> </tr> </table>	Pri	Сторона 1	Сторона 2	L1	0.50kA	0.50kA	L2	0.50kA	0.50kA	L3	0.50kA	0.50kA
Pri	Сторона 1	Сторона 2											
L1	0.50kA	0.50kA											
L2	0.50kA	0.50kA											
L3	0.50kA	0.50kA											
Страница 4	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Дифф</td> <td>Тормож.</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>0.00</td> <td>2.08</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>0.00</td> <td>2.09</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>0.00</td> <td>2.06</td> </tr> </table>		Дифф	Тормож.	L1	0.00	2.08	L2	0.00	2.09	L3	0.00	2.06
	Дифф	Тормож.											
L1	0.00	2.08											
L2	0.00	2.09											
L3	0.00	2.06											

### Графический дисплей

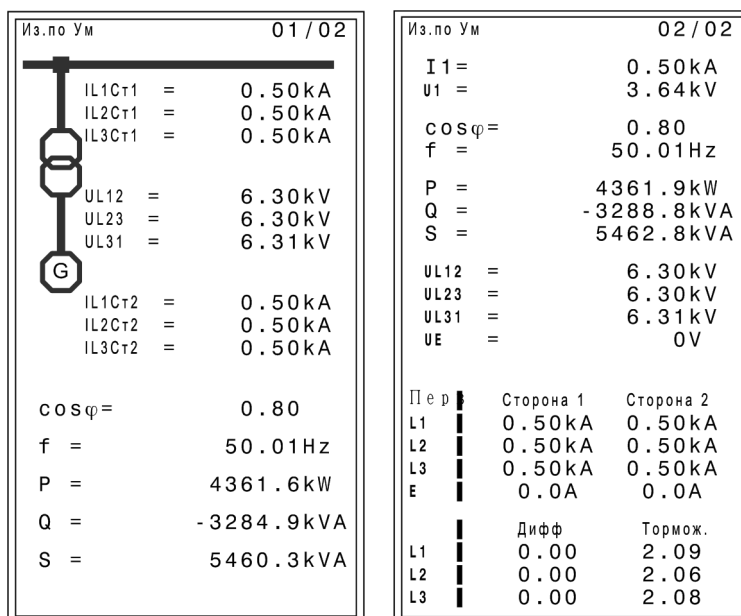


Рисунок А-30 Предустановки графического дисплея

### Спонтанные сообщения о повреждениях на дисплее

Спонтанные сообщения появляются автоматически на дисплее, после общего пуска устройства защиты 7UM62/ Наиболее важные данные о повреждении появляются в указанной на следующем рисунке последовательности.

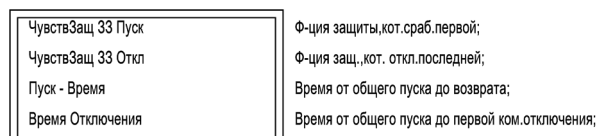


Рисунок А-31 Отображение спонтанных сообщений на дисплее - пример

### Спонтанные сообщения о повреждениях на графическом дисплее

Все устройства, снабженные графическим дисплеем, предлагают выбирать - просматривать или нет наиболее важные данные о повреждении после общего опроса.

## А.4.6 Предварительно определенные схемы свободно программируемой логики CFC

Некоторые логические схемы CFC могут быть уже загружены в устройство защиты SIPROTEC:

### Логика устройства и системы

Однопозиционный сигнал „DataStop“ , который может быть передан через дискретные входы, при помощи элемента НЕ конвертируется в сигнал „UnlockDT“, который можно обработать внутренне (внутренний однопозиционный сигнал, IntSP) и передан на выход. Этого нельзя сделать непосредственно, т.е. без использования дополнительного блока.

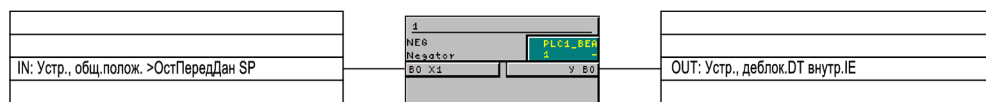


Рисунок А-32 Пример построения связи между входом и выходом для блока передачи

### Обработка предельных значений

Используя модули последовательности "обработка измеренных величин", вводится процедура контроля понижения значения тока для трех токов фаз. Выходное сообщение выдается сразу, как только один из трех токов фаз опустится ниже заданного порогового значения:

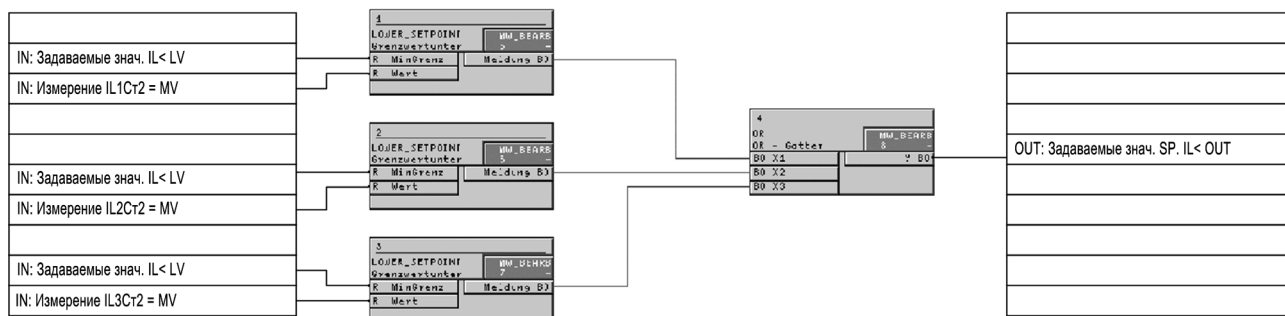


Рисунок А-33 Контроль понижения значения тока

## А.5 Зависимые от выбора коммуникационного протокола функции

Протокол	МЭК 60870-5-103	МЭК 61850 Ethernet (EN-100)	Profibus DP	DNP3.0	Modbus ASCII/RTU	Дополнительный интерфейс обслуживания (опционально)
Функция						
Рабочие измеряемые величины	Да (фиксированные величины)	Да	Да	Да	Да	Да
Metered value (Посчитанное значение)	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Запись повреждений	Да	Да	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Да
Удаленная настройка устройства	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Нет. Только через дополнительный интерфейс обслуживания	Да
Пользовательские сообщения и объекты управления	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Синхронизация времени	Через протокол; DCF77/IRIG B; Интерфейс; Дискретный вход	Через протокол (NTP); Через DCF77/IRIG B; Интерфейс; Дискретный вход	Через DCF77/IRIG B; Интерфейс; Дискретный вход Протокол	Через протокол; DCF77/IRIG B; Интерфейс; Дискретный вход	Через DCF77/IRIG B; Интерфейс; Дискретный вход Протокол	—
Метки времени событий	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да
Возможности при пуско-наладке						
Блокировка передачи измеренных значений	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Генерация тестовых сообщений	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Физический режим	Асинхронный	Синхронный	Асинхронный	Асинхронный	Асинхронный	—
Режим передачи	Циклический / событийный	Циклический / событийный	Циклический	Циклический / событийный	Циклический	—

Скорость передачи (в Бод)	4800 - 38400	до 100 МБод	до 1.5 МБод	4800 - 19200	2400 - 19200	4800 - 115200
Тип	RS232 RS485 Оптическ.	Ethernet TP	RS485 Оптическ.; Двойное кольцо	RS485 Оптическ.	RS485 Оптическ.	RS232 RS485

## А.6 Обзор функций

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
103	Переключ Группы	Выведено Введено	Выведено	Опция переключения группы уставок
104	Значения Поврежд	Выведено МгновЗнач СреднеквадрЗнач	МгновЗнач	Значения при повреждении
112	МТЗ I>	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Сторона 2	МТЗ I>
113	МТЗ I>>	Выведено Ненаправл Стор1 Ненапр Стр2 НаправлСтр1 Направл Стр2	Ненапр Стр2	МТЗ I>>
114	МТЗ Ip	Выведено МЭК хар-ка Стр1 ANSI хар-каСтр1 МЭКхар-ка Стр2 ANSIхар-ка Стр2	Выведено	МТЗ с завис выдержкой времени
116	ТермЗащПерегруз	Выведено Введено	Введено	Защита от термической перегрузки
117	Несимм Нагрузка	Выведено Введено	Введено	Несимметр.нагрузка (обратная последов.)
118	Пуск МТЗ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Выведено	Пуск МТЗ
120	ДиффЗащита	Выведено Генерат/Двигат 3-фТрансформ	Генерат/Двигат	Дифференциальная защита
121	Огр 33	Выведено Ген/Двиг с IEE2 Ген/Дв с 3IОСт2 Стр1 Трансформ Стр2 Трансформ	Выведено	Огранич земл. защита
130	Защ от Недовозб	Выведено Введено	Введено	Защита от недовозбуждения
131	ЗащРевМощн	Выведено Введено	Введено	Защита от реверса мощности
132	КонтрМощнВперед	Выведено Введено	Введено	Контроль протекания мощн. в напр. вперед
133	ДистЗащ	Выведено Введено	Введено	Дистанционная защита
135	ЗащАсинхрХод	Выведено Введено	Введено	Защита от асинхронного хода
140	ЗащПонижНапр	Выведено Введено	Введено	Защита от понижения напряжения
141	ЗащПовышНапр	Выведено Введено	Введено	Защита от повышения напряжения
142	ЧастотнаяЗащита	Выведено Введено	Введено	Защита от повышения/понижения частоты



Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
143	ЗащОтПеревозб	Выведено Введено	Введено	Защита от перевозбуждения (U/f)
144	ЗащПонижНапрUp<	Выведено Введено	Введено	Степень Up< с ИВВ ЗащПонижНапр
145	Защита df/dt	Выведено 2 ступени df/dt 4 ступени df/dt	2 ступени df/dt	Защита по скорости изменения частоты
146	Скачок Вектора	Выведено Введено	Введено	Скачок вектора напряжения
150	ЗащСтат 3З	Выведено Ненапр.U0 Ненапр.U0 и I0 Направленная	Ненапр.U0 и I0	Защита статора от замык.на землю
151	МТЗ Iee>	Выведено с Iee1 с Iee2	с Iee2	Чувствительная МТЗ Iee>
152	ЗащСтат 3гарм	Выведено Введено	Введено	Защ.статора от замык.на землю по 3 гарм.
153	100% ЗащСтат3З	Выведено Введено	Введено	100%защита статора от замыканий на землю
154	ЧувЗемМТЗ IEE-B	Выведено с Iee1 с Iee2	с Iee2	Чувствительная МТЗ В от замык. на землю
155	ЗащВиткКЗ	Выведено Введено	Введено	Защита от витковых замыканий
160	ЗащРотЗамЗемл	Выведено Введено	Введено	Защита ротора от зам.на землю (R, fn)
161	ЗащРот(1-3 Гц)	Выведено Введено	Введено	Защ.ротора от зам.на землю (1-3 Гц)
165	Контр Врем Пуск	Выведено Введено	Введено	Контроль времени пуска
166	Запр Повт Пуска	Выведено Введено	Введено	Запрет повторного пуска двигателя
170	УРОВ	Выведено Сторона 1 Сторона 2	Сторона 2	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
171	ЗащСлучВключ	Выведено Введено	Введено	Защита от случайного включения
172	ЗащПостНапр/Ток	Выведено Введено	Введено	Защита по постоянному напряжению/току

Адрес	Параметр	Варианты уставки	Значение по умолчанию	Комментарии
173	АналогВыходВ1/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]  P  [%]  Q  [%]  S  [%] f [%] U/f [%] φ [%]   КоэффМощн   [%] ΘR/ΘRмакс [%] Θ/Θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход В1/1 (Порт В)
174	АналогВыходВ2/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]  P  [%]  Q  [%]  S  [%] f [%] U/f [%] φ [%]   КоэффМощн   [%] ΘR/ΘRмакс [%] Θ/Θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход В2/1 (Порт В)

Адрес	Параметр	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
175	АналогВыходD1/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]  P  [%]  Q  [%]  S  [%] f [%] U/f [%] φ [%]  КоэффМощн  [%] θR/θRмакс [%] θ/θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход D1/1 (Порт D)
176	АналогВыходD2/1	Выведено I1 [%] I2 [%] IEE1 [%] IEE2 [%] U1 [%] U0 [%] U0 3 гарм [%]  P  [%]  Q  [%]  S  [%] f [%] U/f [%] φ [%]  КоэффМощн  [%] θR/θRмакс [%] θ/θоткл [%] RE ЗащРот [%] RE Рот 1-3Гц[%] REЗащСтат100[%]	Выведено	Аналоговый выход D2/1 (Порт D)
180	БНН	Выведено Введено	Введено	Блокировка неисправных цепей напряжения
181	КонтрИзмерВелич	Выведено Введено	Введено	Контроль измеряемых величин
182	Контр.цепи откл	Выведено 2 ДискрВхода 1 ДискрВход	Выведено	Контроль цепи отключения
185	КонтрПорогЗнач	Выведено Введено	Введено	Контроль порогового значения
186	ВнешнОткл1	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 1
187	ВнешнОткл2	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 2

Адрес	Параметр	Варианты уставки	Значение по умолчанию	Комментарии
188	ВнешнОткл3	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 3
189	ВнешнОткл4	Выведено Введено	Введено	Внешнее отключение, функция 4
190	Вх Датчика Темп	Выведено Порт С Порт D	Выведено	Вход внешнего датчика температуры
191	ТИП ПОДКЛ RTD	6RTDсимплекс 6RTDполудупл 12RTDполудупл	6RTDсимплекс	Тип подключения RTD-блока
200	АналогВыходВ1/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход В1/2 (порт В)
201	АналогВыходВ2/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход В2/2 (порт В)
202	АналогВыходD1/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход D1/2 (порт D)
203	АналогВыходD2/2	Выведено P [%] Q [%] S [%] f [%] cosφ [%] φ [%] U1 [%] I2 [%] I1 [%]	Выведено	Аналоговый выход D2/2 (порт D)

## А.7 Сводная таблица параметров (уставок)

Адреса, помеченные литерой "А", могут быть изменены только с использованием DIGSI (опция Дополнительные параметры)).

Таблица содержит уставки региональной специфики, в колонке С - значения соответствующего вторичного номинального тока трансформатора тока.

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
201	ОбщТчТТ->Об Ст1	Данные ЭС1		ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ Стор.1 в направлении объекта
202	Ин-перв ТТ Ст1	Данные ЭС1		1 .. 100000 А	500 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 1
203	Ин-втор ТТ Ст1	Данные ЭС1		1А 5А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 1
204	ТТ угол W0	Данные ЭС1		-5.00 .. 5.00 °	0.00 °	Угол корректировки ТТ W0
205	Коефф IEE1	Данные ЭС1		1.0 .. 100000.0	60.0	Коефф ТТ Перв/Втор IEE1
210	ОбщТчТТ->Об Ст2	Данные ЭС1		ДА НЕТ	ДА	Общ Точк ТТ Стор.2 в направлении объекта
211	Ин-перв ТТ Ст2	Данные ЭС1		1 .. 100000 А	500 А	Номинальный первичный ток ТТ стороны 2
212	Ин-втор ТТ Ст2	Данные ЭС1		1А 5А	1А	Номинальный вторичный ток ТТ стороны 2
213	Коефф IEE2	Данные ЭС1		1.0 .. 100000.0	60.0	Коефф ТТ Перв/Втор IEE2
214	КлемЗаземл IEE2	Данные ЭС1		Клемма Q7 Клемма Q8	Клемма Q7	Клемма заземления ТТ IEE2
221	Уном Перич	Данные ЭС1		0.10 .. 800.00 кВ	6.30 кВ	Первичное номинальное напряжение
222	Уном Вторич	Данные ЭС1		100 .. 125 В	100 В	Вторичное номинальное напряжение
223	Подключ UE	Данные ЭС1		ТН в нейтр РазомкнТреуг Не подключен Любой ТН Ротор НагрузСопр Уеп-обм	ТН в нейтр	Подключение UE
224	Коефф UE	Данные ЭС1		1.0 .. 2500.0	36.4	Коефф. тран ТН Перв/Втор Ue
225А	Уф / Утреуг	Данные ЭС1		1.00 .. 3.00	1.73	Коеффициент согласования Уф к Утреуг.
241	Ун перв Ст1	Данные ЭС1		0.40 .. 800.00 кВ	20.00 кВ	Номин. первич. напряжение стороны 1
242	Общ.Тч Ст1	Данные ЭС1		Изолированная Глухозаземл	Изолированная	Нейтраль стороны 1
243	Ун первич Ст2	Данные ЭС1		0.40 .. 800.00 кВ	6.30 кВ	Номин. первич. напряжение стороны 2
244	Общ.Тч Ст2	Данные ЭС1		Изолированная Глухозаземл	Изолированная	Нейтраль стороны 2
246	ГрСоедОбмСт2	Данные ЭС1		0 .. 11 30°	0 30°	Группа соединения обмоток стороны 2
249	Sn Трансф	Данные ЭС1		0.20 .. 5000.00 МВА	5.30 МВА	Ном.полная мощность трансформатора
251	Ун Ген/Двиг	Данные ЭС1		0.40 .. 800.00 кВ	6.30 кВ	Ном. напряжение генератора/двигателя
252	Sn Ген/Двиг	Данные ЭС1		0.20 .. 5000.00 МВА	5.27 МВА	Ном.полная мощность генератора/двигателя
270	Номин Частота	Данные ЭС1		50 Гц 60 Гц	50 Гц	Номинальная частота
271	Чередование фаз	Данные ЭС1		А В С А С В	А В С	Порядок чередования фаз
272	Схема	Данные ЭС1		Сборные Шины БлокТранс	Сборные Шины	Конфигурация схемы
274А	ATEX100	Данные ЭС1		ДА НЕТ	НЕТ	Сохранение температур при откл. напряжения

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
275	Коефф R ЗащСтат	Данные ЭС1		1.0 .. 200.0	37.0	Коефф. Перв/Втор для R ЗащСтат33
276	Ед измер темп	Данные ЭС1		Град Цельсия Град Фаренгейта	Град Цельсия	Единица измерения температуры
280	Тмин Ком Откл	Данные ЭС1		0.01 .. 32.00 сек	0.15 сек	Мин. длительность команды отключения
281	Имин ВЫКЛ: Вкл	Данные ЭС1	5А	0.20 .. 5.00 А	0.20 А	Контроль влчк полож выключателя по Iмин
			1А	0.04 .. 1.00 А	0.04 А	
295	ИзмерПреобраз1	Данные ЭС1		10 В 4-20 мА 20 мА	10 В	Измерительный преобразователь 1
296	ИзмерПреобраз2	Данные ЭС1		10 В 4-20 мА 20 мА	10 В	Измерительный преобразователь 2
297	ИзмерПреобраз3	Данные ЭС1		С фильтрацией Без фильтрации	С фильтрацией	Измерительный преобразователь 3
302	Изменить группу	Измен Группы		Группа А Группа В Дискретный вход Протокол	Группа А	Активировать другую группу уставок
401	Запуск Регистр	Рег Авар Реж		Сохран. при ПУСК Сохран. при ОТКЛ. Пуск при ОТКЛ	Сохран. при ПУСК	Запуск регистрации повреждений
403	Макс время Рег	Рег Авар Реж		0.30 .. 5.00 сек	1.00 сек	Максимальное время записи повреждения
404	Время до Нач	Рег Авар Реж		0.05 .. 4.00 сек	0.20 сек	Время записи до начала регистрации
405	Врем после Повр	Рег Авар Реж		0.05 .. 0.50 сек	0.10 сек	Время записи после повреждения
406	ВремяЗаписи ДВх	Рег Авар Реж		0.10 .. 5.00 сек; ∞	0.50 сек	Время записи при пуске через дискр.вход
610	ИндПовр СД/Дсп	Устройство		Сообщ. при ПУСК Сообщ. при ОТКЛ	Сообщ. при ПУСК	Индикация повреждений: светодиод/дисплей
611	СпонтОтобрПовр	Устройство		ДА НЕТ	НЕТ	Спонтанное отображ.сообщений о поврежд.
615	Тмин удерж LED	Устройство		0 .. 60 мин	5 мин	Мин. время удержания Пуск светодиода
640	Дисп по Умолч	Устройство		ОснЭкран 1 ОснЭкран 2 ОснЭкран 3 ОснЭкран 4	ОснЭкран 1	Дисплей по умолчанию
1108	Акт Мощность	Параметры ЭС2		Генератор Двигатель	Генератор	Измерение активной мощности для
1201	MT3 I>	MT3 I>		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	MT3 I>
1202	I>	MT3 I>	1А	0.05 .. 20.00 А	1.35 А	Уставка по току ступени MT3 I>
			5А	0.25 .. 100.00 А	6.75 А	
1203	T I>	MT3 I>		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени MT3 I>
1204	U< Удерж	MT3 I>		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Состояние удерживания ЗащПонижНапр
1205	U<	MT3 I>		10.0 .. 125.0 В	80.0 В	Действие удерживания ЗащПонижНапр
1206	Тудерж	MT3 I>		0.10 .. 60.00 сек	4.00 сек	Длительность удерживания ЗащПонижНапр
1207A	КоеффВозвр I>	MT3 I>		0.90 .. 0.99	0.95	Коефф. возврата для I>
1301	MT3 I>>	MT3 I>>		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	MT3 I>>
1302	I>>	MT3 I>>	1А	0.05 .. 20.00 А	4.30 А	Уставка по току ступени MT3 I>>
			5А	0.25 .. 100.00 А	21.50 А	
1303	T I>>	MT3 I>>		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выдержка времени ступени MT3 I>>

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1304	Направленность	MT3 I>>		В прям напр В обратн напр	В обратн напр	Направленность MT3 ф:
1305	Угол Линии	MT3 I>>		-90 .. 90 °	60 °	Угол линии
1401	MT3 Ip	MT3 Ip		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	MT3 Ip
1402	Ip	MT3 Ip	1A	0.10 .. 4.00 A	1.00 A	Уставка по току ступени MT3 Ip
			5A	0.50 .. 20.00 A	5.00 A	
1403	T Ip	MT3 Ip		0.05 .. 3.20 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени ступени MT3 Ip
1404	TD Ip	MT3 Ip		0.50 .. 15.00 ; ∞	5.00	Кэфф. времени TD ст. Ip
1405	Характер МЭК	MT3 Ip		Нормал.-инверсн Сильно-инверсн. Предел.-инверс.	Нормал.-инверсн	Характеристические кривые МЭК (МЭК)
1406	Характер ANSI	MT3 Ip		Сильно-инверсн. Инверсная Умерен.-инверсн Предел.-инверс. Равн.-инверсн.	Сильно-инверсн.	Характеристические кривые ANSI
1407	ВлияниеНапряж	MT3 Ip		без КонтрНапряжение ЗависНапряж	без	Влияние напряжения на HVB MT3
1408	U<	MT3 Ip		10.0 .. 125.0 В	75.0 В	Уставка U< для разрешения действия Ip
1601	Защ Терм Перегр	ТермЗащПерегр		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано Только Сигнал	ОТКЛ	Защита от термической перегрузки
1602	Кэффициент К	ТермЗащПерегр		0.10 .. 4.00	1.11	Кэффициент К
1603	Пост Времени	ТермЗащПерегр		30 .. 32000 сек	600 сек	Постоянная времени
1604	Сигн Терм Ступ	ТермЗащПерегр		70 .. 100 %	90 %	Сигнальная термическая ступень
1605	ПовышТемпПри_In	ТермЗащПерегр		40 .. 200 °C	100 °C	Повышение температуры при ном.втор. токе
1606	ПовышТемпПри_In	ТермЗащПерегр		104 .. 392 °F	212 °F	Повышение температуры при ном.втор. токе
1607	ВходИзмТемпер	ТермЗащПерегр		Выведено 4-20 mA PROFIBUS RTD1	Выведено	Вход для измерения температуры
1608	ТемперМасштаб	ТермЗащПерегр		40 .. 300 °C	100 °C	Температура для масштабирования
1609	ТемперМасштаб	ТермЗащПерегр		104 .. 572 °F	212 °F	Температура для масштабирования
1610A	Iсигн	ТермЗащПерегр	5A	0.50 .. 20.00 A	5.00 A	Уставка по току сигн.ст.защиты от перегр
			1A	0.10 .. 4.00 A	1.00 A	
1612A	Кт- Кэффф	ТермЗащПерегр		1.0 .. 10.0	1.0	Кэффф. Кт при останове двигателя
1615A	Iмакс ТеплМод	ТермЗащПерегр	5A	2.50 .. 40.00 A	16.50 A	Максимальный ток для тепловой модели
			1A	0.50 .. 8.00 A	3.30 A	
1616A	Тавар	ТермЗащПерегр		10 .. 15000 сек	100 сек	Время возврата после аварийного пуска
1701	Несимм Нагрузка	Несимм Нагрузка		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Несимметр. нагрузка (обратная последов.)
1702	I2>	Несимм Нагрузка		3.0 .. 30.0 %	10.6 %	Длительно допустимый ток I2
1703	Тсигнал	Несимм Нагрузка		0.00 .. 60.00 сек; ∞	20.00 сек	Выдержка времени сигнализации
1704	КэфффК	Несимм Нагрузка		1.0 .. 100.0 сек; ∞	18.7 сек	Кэффициент обратной последовательности
1705	Тохлажд	Несимм Нагрузка		0 .. 50000 сек	1650 сек	Время охлаждения для термической модели
1706	I2>>	Несимм Нагрузка		10 .. 200 %	60 %	Уставка по току ступени I2>>

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
1707	Т I2>>	Несимм Нагрузка		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени I2>>
1801	Пуск МТЗ	МТЗ Пуск Двиг		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Пуск МТЗ
1802	Пуск I>	МТЗ Пуск Двиг	5А	0.50 .. 100.00 А	6.50 А	Пуск I>
			1А	0.10 .. 20.00 А	1.30 А	
1803	Пуск Т I>	МТЗ Пуск Двиг		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени для I>
2001	ДиффЗащита	ДиффЗащита		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Дифференциальная защита
2005	УВ.ХАР.Пск.ПУСК	ДиффЗащита		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Увелич. хар-ки срабатыв при пуске
2006	ТормТокНам2ГАРМ	ДиффЗащита		ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Торм.при броске тока намагнич.по 2 гарм.
2007	Торм.п-ГАРМ	ДиффЗащита		ОТКЛ 3-я Гармоника 5-я Гармоника	ОТКЛ	Торможение по п-ной гармонике
2021	I-Дифф>	ДиффЗащита		0.05 .. 2.00 I/ИНО	0.20 I/ИНО	Уставка по току Iдифф>
2026А	Т I-ДИФФ>	ДиффЗащита		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка времени ступени Пуск I-ДИФФ>
2031	I-Дифф>>	ДиффЗащита		0.5 .. 12.0 I/ИНО; ∞	7.5 I/ИНО	Уставка по току Iдифф>>
2036А	Т I-ДИФФ>>	ДиффЗащита		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка времени ступени Пуск I-ДИФФ>>
2041А	УголНаклона1	ДиффЗащита		0.10 .. 0.50	0.25	Угол наклона 1 хар-ки срабатывания
2042А	Базовая Точка1	ДиффЗащита		0.00 .. 2.00 I/ИНО	0.00 I/ИНО	Баз. точка первого наклона х-ки пуск
2043А	УголНаклона2	ДиффЗащита		0.25 .. 0.95	0.50	Угол наклона 2 хар-ки срабатывания
2044А	БазоваяТочка2	ДиффЗащита		0.00 .. 10.00 I/ИНО	2.50 I/ИНО	Базовая точка второго наклона хар-ки
2051А	I-ТОРМ ПУСКА	ДиффЗащита		0.00 .. 2.00 I/ИНО	0.10 I/ИНО	Порог I-Торм. для обнаружения пуска
2052А	КОЭФ УВЕЛ ХАР	ДиффЗащита		1.0 .. 2.0	1.0	Кoeff. увеличения хар-ки при пуске
2053	Т ПУСК МАКС	ДиффЗащита		0.0 .. 180.0 сек	5.0 сек	Максимальное время пуска
2061А	I-ДОП ТОРМ	ДиффЗащита		2.00 .. 15.00 I/ИНО	4.00 I/ИНО	Порог Iторм. для дополнит. торможения
2062А	Т-ДОП ТОРМ	ДиффЗащита		2 .. 250 1*П; ∞	15 1*П	Длит. доп. тормож. при внешн. поврежд.
2063А	Т ПЕР БЛОК Торм	ДиффЗащита		2 .. 1000 1*П; 0; ∞	15 1*П	Время перекр.блокировки при доп. тормож.
2071	2-ая_Гармоника	ДиффЗащита		10 .. 80 %	15 %	Содержание 2 гармоник в токе I-Дифф
2072А	ВрПерекрБлок	ДиффЗащита		2 .. 1000 1*П; 0; ∞	3 1*П	Длит.перекрестной блокир. для 2 гарм.
2076	п-ая ГАРМОНИКА	ДиффЗащита		10 .. 80 %	30 %	Доля п-ной гармоник в I-ДИФФ
2077А	ДЛ БЛК. п-ГАРМ	ДиффЗащита		2 .. 1000 1*П; 0; ∞	0 1*П	Длит. перекрестной блокировки по п-гарм.
2078А	IдифМакс п Гарм	ДиффЗащита		0.5 .. 12.0 I/ИНО	1.5 I/ИНО	Макс. дифф. ток для для торм. по п-гарм.
2101	Огр 33	Огранич 33		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Огранич земл. защита
2102	ЗащРот I> Блок	Огранич 33		1.0 .. 2.5 I/ИНО	1.5 I/ИНО	Блокир. по фазному току Пуск ЗащРот 33
2103	ЗащРот U0> Разр	Огранич 33		1.0 .. 100.0 В; 0	5.0 В	Разреш. Пуск ЗащРот 33 U0>
2110	I-Дифф33>	Огранич 33		0.05 .. 2.00 I/ИНО	0.10 I/ИНО	Порог срабатыв. Дифф3 от замыканий на землю
2112	Т I-Дифф33>	Огранич 33		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка врем. Дифф3 от замыканий на землю



Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
2113A	Наклон Характ	Огранич ЗЗ		0.00 .. 0.95	0.25	Наклон характеристик. I-ДифЗЗ> = f(I-СУМ)
2114A	Базовая Точка	Огранич ЗЗ		0.00 .. 2.00 I/InO	0.00 I/InO	Базовая точка наклона характеристики
3001	ЗащОтНедовозб	ЗащОтНедовозб		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от недовозбуждения
3002	1/xd Хар-ка 1	ЗащОтНедовозб		0.20 .. 3.00	0.41	Пересечение проводимости и хар-ки 1
3003	Угол 1	ЗащОтНедовозб		50 .. 120 °	80 °	Угол наклона характеристики 1
3004	T хар-ка 1	ЗащОтНедовозб		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдержка времени характеристики 1
3005	1/xd Хар-ка 2	ЗащОтНедовозб		0.20 .. 3.00	0.36	Пересечение проводимости и хар-ки 2
3006	Угол 2	ЗащОтНедовозб		50 .. 120 °	90 °	Угол наклона характеристики 2
3007	T хар-ка 2	ЗащОтНедовозб		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдержка времени характеристики 2
3008	1/xd Хар-ка 3	ЗащОтНедовозб		0.20 .. 3.00	1.10	Пересечение проводимости и хар-ки 3
3009	Угол 3	ЗащОтНедовозб		50 .. 120 °	90 °	Угол наклона характеристики 3
3010	T хар-ка 3	ЗащОтНедовозб		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.30 сек	Выдержка времени характеристики 3
3011	Tбыстр Увозб<	ЗащОтНедовозб		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд. времени быстр ст.(хар-ка и Увозб<)
3012	КонтрНапрВозб	ЗащОтНедовозб		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Состояние контроля напряжения возбужд.
3013	Увозб<	ЗащОтНедовозб		0.50 .. 8.00 В	2.00 В	Уставка контроля напряжения возбуждения
3014A	Uмин	ЗащОтНедовозб		10.0 .. 125.0 В	25.0 В	Сниж.напряжение блокирует Пуск
3101	Защ Рев Мощн	ЗащРевМощн		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от реверса мощности
3102	P>ПускРевМощн	ЗащРевМощн		-30.00 .. -0.50 %	-1.93 %	Уставка P> Пускзащ.от реверса мощности
3103	T БезЗапКлапана	ЗащРевМощн		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Время Выдержки (без запорного клапана)
3104	T сЗапКлапаном	ЗащРевМощн		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Время Выдержки (с запорным клапаном)
3105A	T ПодхвПуск	ЗащРевМощн		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Длительность подхвата срабатывания
3201	КонтрМощнВперед	КонтрМощнВперед		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Контроль протекания мощн. в напр. вперед
3202	Pвпер<ПускКонт	КонтрМощнВперед		0.5 .. 120.0 %	9.7 %	Уставка P-Впер< контроля
3203	Pвпер>ПускКонт	КонтрМощнВперед		1.0 .. 120.0 %	96.6 %	Уставка P-Впер> контроля
3204	T Пуск Pвпер<	КонтрМощнВперед		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдерж. Пуск контроля для P-Впер<
3205	T Пуск Pвпер>	КонтрМощнВперед		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдерж. Пуск контроля для P-Впер>
3206A	Способ Измер	КонтрМощнВперед		Точность БыстрМетод	Точность	Способ Измер
3301	ДистЗащ	ДистЗащ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Дистанционная защита
3302	I> ДетектПовр	ДистЗащ	5A	0.50 .. 100.00 A	6.75 A	Ток I> Уставка детектора повреждений
			1A	0.10 .. 20.00 A	1.35 A	
3303	U< Статус	ДистЗащ		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Статус удерживания ЗащПонижНапр
3304	U<	ДистЗащ		10.0 .. 125.0 В	80.0 В	Уставка удерживания ЗащПонижНапр

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
3305	Тудерж	ДистЗащ		0.10 .. 60.00 сек	4.00 сек	Время удерживания ЗащПонижНапр
3306	Ступень Z1	ДистЗащ	5A	0.01 .. 26.00 Ом	0.58 Ом	Ступень Z1 дистанционной защиты
			1A	0.05 .. 130.00 Ом	2.90 Ом	
3307	T Z1	ДистЗащ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выд.врем. ступени Z1 дист. защиты
3308	Ступень Z1B	ДистЗащ	5A	0.01 .. 13.00 Ом	0.99 Ом	Ступень Z1B дистанционной защиты
			1A	0.05 .. 65.00 Ом	4.95 Ом	
3309	T Z1B	ДистЗащ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выд.врем. ступени Z1B дист. защиты
3310	Ступень Z2	ДистЗащ	5A	0.01 .. 13.00 Ом	0.83 Ом	Ступень Z2 дистанционной защиты
			1A	0.05 .. 65.00 Ом	4.15 Ом	
3311	T Z2	ДистЗащ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд.врем. ступени Z2 дист. защиты
3312	Токонч	ДистЗащ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Токонч: окончательная выдержка времени
3313	КачанияМощности	ДистЗащ		ВКЛ ОТКЛ	ОТКЛ	Блокировка при обнаруж.качаний мощн.
3314	РассХарКач-Откл	ДистЗащ	5A	0.02 .. 6.00 Ом	1.60 Ом	Расст.между хар-ками качания и отключен.
			1A	0.10 .. 30.00 Ом	8.00 Ом	
3315	dZ/dt	ДистЗащ	5A	0.2 .. 120.0 Ом/с	60.0 Ом/с	Скорость изменения dZ/dt
			1A	1.0 .. 600.0 Ом/с	300.0 Ом/с	
3316A	КачМощ ОтмБлк	ДистЗащ		Z1 Z2	Z1	Снятие условий блокировки при КачМощ
3317A	Tдейст КачМощ	ДистЗащ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Время действия ф-ции обнаруж.кач.мощн.
3501	ЗащАсинхрХод	ЗащАсинхрХод		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от асинхронного хода
3502	I1> Разреш	ЗащАсинхрХод		20.0 .. 400.0 %	120.0 %	Ток Пуск для разрешения измерений I1>
3503	I2< Разреш	ЗащАсинхрХод		5.0 .. 100.0 %	20.0 %	Ток Пуск для разрешения измерений I2<
3504	Za	ЗащАсинхрХод	5A	0.04 .. 26.00 Ом	0.90 Ом	Акт.сопр. За многоуг.хар- ки,ширина
			1A	0.20 .. 130.00 Ом	4.50 Ом	
3505	Zв	ЗащАсинхрХод	5A	0.02 .. 26.00 Ом	2.40 Ом	Реакт.сопр. Zв многоуг.хар- ки,напр.назад
			1A	0.10 .. 130.00 Ом	12.00 Ом	
3506	Zс	ЗащАсинхрХод	5A	0.02 .. 26.00 Ом	0.72 Ом	Реакт.сопр. Zс многоуг.хар.вперед,хар-ка1
			1A	0.10 .. 130.00 Ом	3.60 Ом	
3507	Zd-Zс	ЗащАсинхрХод	5A	0.00 .. 26.00 Ом	1.28 Ом	Разн.реакт.сопр. ,хар-ка1-хар- ка2,вперед
			1A	0.00 .. 130.00 Ом	6.40 Ом	
3508	ФиМногоугХар-ки	ЗащАсинхрХод		60.0 .. 90.0 °	90.0 °	Угол наклона многоугольной хар-ки
3509	Кол КачМощ Хар1	ЗащАсинхрХод		1 .. 10	1	Количество качаний мощности: хар-ка 1
3510	Кол КачМощ Хар2	ЗащАсинхрХод		1 .. 20	4	Количество качаний мощности: хар-ка 2
3511	T-удерж	ЗащАсинхрХод		0.20 .. 60.00 сек	20.00 сек	Время удерживания для детектора поврежд.
3512	T-сигнал	ЗащАсинхрХод		0.02 .. 0.15 сек	0.05 сек	Мин.время сигнализации для Хар-ки 1/2
4001	Защ Пониж Напр	Пониж Напряж		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от понижения напряжения
4002	U<	Пониж Напряж		10.0 .. 125.0 В	75.0 В	Уставка по напряжению ступени U< (Ф-з)
4003	T U<	Пониж Напряж		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени U<
4004	U<<	Пониж Напряж		10.0 .. 125.0 В	65.0 В	Уставка по напряжению ступени U<<(Ф-з)
4005	T U<<	Пониж Напряж		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени ступени U<<

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4006A	КоэффВозвр U<	Пониж Напряж		1.01 .. 1.20	1.05	Коэфф. возврата для U<
4101	Защ Повыш Напр	Повыш Напряж		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от повышения напряжения
4102	U>	Повыш Напряж		30.0 .. 170.0 В	115.0 В	Уставка по напряжению ступени U> (ф-з)
4103	T U>	Повыш Напряж		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени ступени U>
4104	U>>	Повыш Напряж		30.0 .. 170.0 В	130.0 В	Уставка по напряжению U>>
4105	T Зад U>>	Повыш Напряж		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка времени U>>
4106A	КоэффВозвр U>	Повыш Напряж		0.90 .. 0.99	0.95	Коэфф. возврата для U>
4107A	ИзмерВел U>	Повыш Напряж		Уф-ф Уф-з	Уф-ф	Измеряемые величины для U>
4201	ЧастотнаяЗащита	Част Защита		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от повышения/понижения частоты
4202	f1 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	48.00 Гц	Уставка пуск 1-й ступ.частот.защиты
4203	f1 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	58.00 Гц	Уставка пуск 1-й ступ.частот.защиты
4204	T f1	Част Защита		0.00 .. 600.00 сек	1.00 сек	Выдержка времени 1-й ступ.частот.защиты
4205	f2 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	47.00 Гц	Уставка пуск 2-й ступ.частот.защиты
4206	f2 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	57.00 Гц	Уставка пуск 2-й ступ.частот.защиты
4207	T f2	Част Защита		0.00 .. 100.00 сек	6.00 сек	Выдержка времени 2-й ступ.частот.защиты
4208	f3 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	49.50 Гц	Уставка пуск 3-й ступ.частот.защиты
4209	f3 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	59.50 Гц	Уставка пуск 3-й ступ.частот.защиты
4210	T f3	Част Защита		0.00 .. 100.00 сек	20.00 сек	Выдержка времени 3-й ступ.частот.защиты
4211	f4 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	52.00 Гц	Уставка пуск 4-й ступ.частот.защиты
4212	f4 Пуск	Част Защита		40.00 .. 66.00 Гц	62.00 Гц	Уставка пуск 4-й ступ.частот.защиты
4213	T f4	Част Защита		0.00 .. 100.00 сек	10.00 сек	Выдержка времени 4-й ступ.частот.защиты
4214	Порог f4	Част Защита		Автоматически f> f<	Автоматически	Работа с пороговым значением f4
4215	Uмин	Част Защита		10.0 .. 125.0 В; 0	65.0 В	Минимальное рабочее напряжение
4301	ЗащОтПеревозб	ЗащОтПеревозб		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от перевозбуждения (U/f)
4302	U/f >	ЗащОтПеревозб		1.00 .. 1.20	1.10	Пуск предупред. U/f>
4303	T U/f >	ЗащОтПеревозб		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выдержка времени для U/f>
4304	U/f >>	ЗащОтПеревозб		1.00 .. 1.40	1.40	Пуск U/f>>
4305	T U/f >>	ЗащОтПеревозб		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдержка времени для U/f>>
4306	τ(U/f=1.05)	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	20000 сек	Время Выдержки при U/f=1.05
4307	τ(U/f=1.10)	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	6000 сек	Выдержка времени при U/f=1.10
4308	τ(U/f=1.15)	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	240 сек	Выдержка времени при U/f=1.15
4309	τ(U/f=1.20)	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	60 сек	Выдержка времени при U/f=1.20
4310	τ(U/f=1.25)	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	30 сек	Выдержка времени при U/f=1.25
4311	τ(U/f=1.30)	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	19 сек	Выдержка времени при U/f=1.30

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4312	$t(U/f=1.35)$	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	13 сек	Выдержка времени при $U/f=1.35$
4313	$t(U/f=1.40)$	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	10 сек	Выдержка времени при $U/f=1.40$
4314	T Охлажд	ЗащОтПеревозб		0 .. 20000 сек	3600 сек	Время охлаждения для термической модели
4401	ЗащПонижНапрUp<	ЗащПонижНапрИнв		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Степень Up< с ИВВ ЗащПонижНапр
4402	Up< Пуск.	ЗащПонижНапрИнв		10.0 .. 125.0 В	75.0 В	Пуск Up<
4403	Множ.Т	ЗащПонижНапрИнв		0.10 .. 5.00 сек; 0	1.00 сек	Множитель времени для хар-ки
4404	T Up<	ЗащПонижНапрИнв		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выд. времени для Up<
4501	Защита df/dt	Защита df/dt		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита по скорости изменения частоты
4502	df1/dt >/<	Защита df/dt		-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df1/dt >/<)
4503	Степень df1/dt	Защита df/dt		0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	1.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df1/dt
4504	T df1/dt	Защита df/dt		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд. времени для ступени df1/dt
4505	df1/dt "И" f1	Защита df/dt		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логическое "И" при Пускступени f1
4506	df2/dt >/<	Защита df/dt		-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df2/dt >/<)
4507	Степень df2/dt	Защита df/dt		0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	1.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df2/dt
4508	T df2/dt	Защита df/dt		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд. времени для ступени df2/dt
4509	df2/dt "И" f2	Защита df/dt		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логическое "И" при Пускступени f2
4510	df3/dt >/<	Защита df/dt		-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df3/dt >/<)
4511	Степень df3/dt	Защита df/dt		0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	4.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df3/dt
4512	T df3/dt	Защита df/dt		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выд. времени для ступени df3/dt
4513	df3/dt И f3	Защита df/dt		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логика И при Пускступени f3
4514	df4/dt >/<	Защита df/dt		-df/dt +df/dt	-df/dt	Режим порог.значения (df4/dt >/<)
4515	Степень df4/dt	Защита df/dt		0.1 .. 10.0 Гц/с; ∞	4.0 Гц/с	Величина Пуск ступени df4/dt
4516	T df4/dt	Защита df/dt		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выд. времени для ступени df4/dt
4517	df4/dt "И" f4	Защита df/dt		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Логическое "И" при Пускступени f4
4518	U мин	Защита df/dt		10.0 .. 125.0 В; 0	65.0 В	Минимальное рабочее напряжение U мин
4519А	df1/2 Гистерез.	Защита df/dt		0.02 .. 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с	Гистерезис для df1/dt и df2/dt
4520А	df1/2 ИнтИзмер	Защита df/dt		1 .. 25 1*П	5 1*П	Интервал измерения для df1/dt и df2/dt
4521А	df3/4 Гистерез.	Защита df/dt		0.02 .. 0.99 Гц/с	0.40 Гц/с	Гистерезис для df3/dt и df4/dt
4522А	df3/4 ИнтИзмер	Защита df/dt		1 .. 25 1*П	5 1*П	Интервал измерения для df3/dt и df4/dt
4601	Скачок Вектора	Скачок Вектора		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Скачок вектора напряжения
4602	Δφ	Скачок Вектора		2 .. 30 °	10 °	Скачок вектора Дельта Фи
4603	T Δφ	Скачок Вектора		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.00 сек	Выдержка времени вектора Дельта Фи
4604	Твозвр	Скачок Вектора		0.10 .. 60.00 сек; ∞	5.00 сек	Время возврата после отключения
4605А	Uмин	Скачок Вектора		10.0 .. 125.0 В	80.0 В	Минимальное рабочее напряжение U мин

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
4606А	Uмакс	Скачок Вектора		10.0 .. 170.0 В	130.0 В	Максимальное рабочее напряжение U макс
4607А	Тблок	Скачок Вектора		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.10 сек	Выдержка блокировки
5001	ЗащСтат 3З	ЗащСтат 3З		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита статора от замык.на землю
5002	U0>	ЗащСтат 3З		2.0 .. 125.0 В	10.0 В	Уставка U0> (90% защита от 3З)
5003	3I0>	ЗащСтат 3З		2 .. 1000 мА	5 мА	Уставка 3I0> (90% защита от 3З)
5004	УголНапр	ЗащСтат 3З		0 .. 360 °	15 °	Угол для определения направления
5005	Т ЗащСтат 3З	ЗащСтат 3З		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.30 сек	Выд.врем.для защ.статора от зам.на землю
5101	МТЗ Iee>	ЧувствЗащ3З		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	МТЗ Iee>
5102	IEE>	ЧувствЗащ3З		2 .. 1000 мА	10 мА	Уставка по току ступени IEE>
5103	Т IEE>	ЧувствЗащ3З		0.00 .. 60.00 сек; ∞	5.00 сек	Выдержка времени ступени IEE>
5104	IEE>>	ЧувствЗащ3З		2 .. 1000 мА	23 мА	Уставка по току ступени IEE>>
5105	Т IEE>>	ЧувствЗащ3З		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдержка времени ступени IEE>>
5106	IEE<	ЧувствЗащ3З		1.5 .. 50.0 мА; 0	0.0 мА	Iee< Пуск (обрыв цепи)
5201	ЗащСтат 3гарм	ЗащСтат 3 гарм		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защ.статора от замык.на землю по 3 гарм.
5202	U0 3 гарм <	ЗащСтат 3 гарм		0.2 .. 40.0 В	1.0 В	Пуск ступ. U0 3 гарм>
5203	U0 3гарм >	ЗащСтат 3 гарм		0.2 .. 40.0 В	2.0 В	Пуск ступ. U0 3 гарм<
5204	Т ЗащСтат 3гарм	ЗащСтат 3 гарм		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд.врем.для ЗащСтат.от ЗамНаЗемлю 3гарм
5205	Рмин>	ЗащСтат 3 гарм		10 .. 100 %; 0	40 %	Ввод порогового значения Рмин>
5206	U1мин>	ЗащСтат 3 гарм		50.0 .. 125.0 В; 0	80.0 В	Ввод порогового значения U1мин>
5207	U03гарм(U/100%)	ЗащСтат 3 гарм		-40.0 .. 40.0	0.0	Поправочный коэфф. для (U/100%)
5301	100% ЗащСтат3З	100%ЗащСтат3З		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	100%защита статора от замыканий на землю
5302	R<ЗащСтат Сигн	100%ЗащСтат3З		20 .. 700 Ом	100 Ом	Вел.Пуск сигнализ.ступени R< ЗащСтат 3З
5303	R<<ЗащСтат Откл	100%ЗащСтат3З		20 .. 700 Ом	20 Ом	Вел.Пуск отключ.ступени R< ЗащСтат 3З
5304	Т ЗащСтат Сигн	100%ЗащСтат3З		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выд.врем.сигнализ.ступени R< ЗащСтат 3З
5305	Т ЗащСтат Откл	100%ЗащСтат3З		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выд.врем.отключ.ступени R< ЗащСтат 3З
5306	ЗащСтат I>>	100%ЗащСтат3З		0.02 .. 1.50 А	0.40 А	Вел.Пуск ступени ЗащСтат3З I>>
5307	U20 мин	100%ЗащСтат3З		0.3 .. 15.0 В	1.0 В	Пускбллок.знач.20 Гц для ЗащПонижНапр
5308	I20 мин	100%ЗащСтат3З		5 .. 40 мА	10 мА	Пускбллок.знач.20 Гц для ЗащПонижТок
5309	φI ЗащСтат 3З	100%ЗащСтат3З		-60 .. 60 °	0 °	Поправочный угол для I 100%ЗащСтат3З
5310А	ЗащСтат Rps	100%ЗащСтат3З		0.0 .. 700.0 Ом	0.0 Ом	Сопротивление Rps
5311А	Rпарал нагр	100%ЗащСтат3З		20 .. 700 Ом; ∞	∞ Ом	Активное сопрот. параллельной нагрузки
5401	ЧувЗемМТЗ IEE-В	Чув МТЗ 3З В		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано Только Сигнал	ОТКЛ	Чувствительная МТЗ В
5402	IEE-В>	Чув МТЗ 3З В		0.3 .. 1000.0 мА	5.0 мА	Пуск IEE-В>

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
5403	T IEE-B>	Чув МТЗ 33 В		0.00 .. 60.00 сек; ∞	3.00 сек	Выдержка времени для IEE-B>
5404	IEE-B<	Чув МТЗ 33 В		0.3 .. 500.0 мА; 0	0.0 мА	Уставка IEE-B<
5405	T IEE-B<	Чув МТЗ 33 В		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдержка времени для IEE-B<
5406	МетодИзмерения	Чув МТЗ 33 В		Основная гарм. 3-я Гармоника 1 и 3 гарм.	Основная гарм.	Выбор метода измерения
5407A	T ЗапСр IEE-B>	Чув МТЗ 33 В		0.00 .. 60.00 сек	0.00 сек	Время удерживания срабатывания IEE-B>
5408A	T ЗапСр IEE-B<	Чув МТЗ 33 В		0.00 .. 60.00 сек	0.00 сек	Время удерживания срабатывания IEE-B<
5501	ЗащВиткКЗ	ЗащВиткКЗ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от витковых замыканий
5502	Uвитк>	ЗащВиткКЗ		0.3 .. 130.0 В	2.0 В	Уставка Uвитк>
5503	T Uвитк>	ЗащВиткКЗ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выдержка ком.отключения для Uвитк>
5504	КоэффВозвр	ЗащВиткКЗ		50 .. 95 %	80 %	Коэфф. возврата для Uвитк>
6001	ЗащРот 33	ЗащРот 33		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита ротора от зам.на землю (R, fn)
6002	RE< Сигнал	ЗащРот 33		3.0 .. 30.0 кОм	10.0 кОм	Уставка ступени сигнализации Re<
6003	RE<< Отключ	ЗащРот 33		1.0 .. 5.0 кОм	2.0 кОм	Уставка ступени отключения Re<<
6004	T RE< Сигнал	ЗащРот 33		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выд. времени ступени сигнализации Re<
6005	T RE<< Отключ	ЗащРот 33		0.00 .. 60.00 сек; ∞	0.50 сек	Выд. времени ступени отключения Re<<
6006	X связи	ЗащРот 33		-100 .. 800 Ом	398 Ом	Реактивное сопротивление связи
6007	Rпослед	ЗащРот 33		0 .. 999 Ом	50 Ом	Последоват.акт.сопр.(напр.,ветви измер.)
6008	I RE <	ЗащРот 33		1.0 .. 50.0 мА; 0	2.0 мА	Уставка обнаружения отказа Ie<
6009	φI RE	ЗащРот 33		-15.0 .. 15.0 °	0.0 °	Угловая поправка для IRe
6101	ЗащРот(1-3 Гц)	ЗащРот33 1-3Гц		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защ.ротора от зам.на землю (1-3 Гц)
6102	RE< Предупр	ЗащРот33 1-3Гц		5.0 .. 80.0 кОм	40.0 кОм	Знач.Пуск предупредительной ступени Re<
6103	RE<< Отключ	ЗащРот33 1-3Гц		1.0 .. 10.0 кОм	5.0 кОм	Знач.Пуск отключающей ступени Re<<
6104	T RE< Предупр	ЗащРот33 1-3Гц		0.00 .. 60.00 сек; ∞	10.00 сек	Выд.врем. для предупред. ступени Re<
6105	T RE<< Отключ	ЗащРот33 1-3Гц		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выд.врем. для отключающей ступени Re<<
6106	Qc<	ЗащРот33 1-3Гц		0.00 .. 1.00 мАс	0.02 мАс	Велич.Пускпри разомкн.цепи ротора (Qc)
6107A	ИспытРезиСт	ЗащРот33 1-3Гц		1.0 .. 10.0 кОм	3.3 кОм	Испытательный резистор
6501	Контр Врем Пуск	Контр Врем Пуск		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Контроль времени пуска
6502	Макс Пуск Ток	Контр Врем Пуск	5A	0.50 .. 80.0 А	15.60 А	Максимальный пусковой ток
			1A	0.10 .. 16.0 А	3.12 А	
6503	Время Пуска	Контр Врем Пуск		1.0 .. 180.0 сек	8.5 сек	Время пуска
6504	T БЛК РОТОР	Контр Врем Пуск		0.5 .. 120.0 сек; ∞	6.0 сек	Допуст. время блокировки ротора
6505	Iпуск Двигателя	Контр Врем Пуск	5A	3.00 .. 50.0 А	8.00 А	Пусковой ток двигателя (блок. ЗащПерегр)
			1A	0.60 .. 10.0 А	1.60 А	
6601	Запр Повт Пуска	Число пусков		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Запрет повторного пуска двигателя
6602	Iпуск/Iдвиг.ном	Число пусков		1.5 .. 10.0	4.9	I пуск. / I ном. двигателя

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
6603	Т Пуск Макс	Число пусков		3.0 .. 320.0 сек	8.5 сек	Макс. допустимая длительность пуска
6604	Т выравн	Число пусков		0.0 .. 320.0 мин	1.0 мин	Время выравнивания температуры ротора
6606	Макс Горяч Пуск	Число пусков		1 .. 4	2	Макс. число горячих пусков двигателя
6607	Хол-Горяч Пуск	Число пусков		1 .. 2	1	Разница числа "хол." и "горяч." пусков
6608	Кт при Останов	Число пусков		1.0 .. 100.0	5.0	Увел. постоянн. времени при остановке
6609	Кт при РабРеж	Число пусков		1.0 .. 100.0	2.0	Увел. постоянн. времени в рабоч. режиме
6610	Тмин БЛОК АПВ	Число пусков		0.2 .. 120.0 мин	6.0 мин	Минимальное время блокирования АПВ
7001	УРОВ	УРОВ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Устр. резерв. отказа выключателя (УРОВ)
7002	Внутр Пуск	УРОВ		ОТКЛ ДискрВых12 СФС	ОТКЛ	Внутренний пуск УРОВ
7003	УРОВ I>	УРОВ	1А	0.04 .. 2.00 А	0.20 А	Уставка тока контроля УРОВ
			5А	0.20 .. 10.00 А	1.00 А	
7004	Т откл	УРОВ		0.06 .. 60.00 сек; ∞	0.25 сек	Выдержка времени УРОВ
7101	ЗащСлучВключ	ЗащСлучВключ		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита от случайного включения
7102	Пуск Ступ I	ЗащСлучВключ	5А	0.5 .. 100.0 А; ∞	1.5 А	Пуск ступени I
			1А	0.1 .. 20.0 А; ∞	0.3 А	
7103	Разреш U1<	ЗащСлучВключ		10.0 .. 125.0 В; 0	50.0 В	Разреш.Пуск с порогом напр. U1<
7104	ТПуск U1<	ЗащСлучВключ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	5.00 сек	Выд.врем. на Пуск для U1<
7105	Твозвр U1<	ЗащСлучВключ		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выд.врем. на возврат для U1<
7201	ЗащПостНапр/Ток	Защ Разъед		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Защита по постоянному напряжению/току
7202	МетодИзмер	Защ Разъед		СреднееЗначение СреднеквадрЗнач	СреднееЗначение	Метод измер.(средн./среднеквадрат.з нач.)
7203	Защ U= >/<	Защ Разъед		Разъед> Разъед<	Разъед>	Принцип работы (Защ Пост Напр/Ток >/<)
7204	U= ><	Защ Разъед		0.1 .. 8.5 В	2.0 В	Величина Пуск постоянного напряжения
7205	I Защ U= ><	Защ Разъед		0.2 .. 17.0 мА	4.0 мА	Величина Пуск постоянного тока
7206	Т Защ U=	Защ Разъед		0.00 .. 60.00 сек; ∞	2.00 сек	Выд.врем.на откл.для защ.пост.тока/напр.
7301	20 мА (В1/1) =	Аналог. Выходы		10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (В1/1) соответствует
7302	Мин Знач (В1/1)	Аналог. Выходы		0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (В1/1) мин значение
7303	20 мА (В2/1) =	Аналог. Выходы		10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (В2/1) соответствует
7304	Мин Знач (В2/1)	Аналог. Выходы		0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (В2/1) мин значение
7305	20 мА (D1/1) =	Аналог. Выходы		10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (D1/1) соответствует
7306	Мин Знач (D1/1)	Аналог. Выходы		0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (D1/1) мин значение
7307	20 мА (D2/1) =	Аналог. Выходы		10.0 .. 1000.0 %	200.0 %	20 мА (D2/1) соответствует
7308	Мин Знач (D2/1)	Аналог. Выходы		0.0 .. 5.0 мА	1.0 мА	Выходной сигнал (D2/1) мин значение
7310	МинЗнач(В1/2)	Аналог. Выходы		-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (В1/2)
7311	МинВелич(В1/2)	Аналог. Выходы		0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(В1/2)

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
7312	МаксЗнач(B1/2)	Аналог. Выходы		10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (B1/2)
7313	МаксВелич(B1/2)	Аналог. Выходы		10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(B1/2)
7320	МинЗнач(B2/2)	Аналог. Выходы		-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (B2/2)
7321	МинВелич(B2/2)	Аналог. Выходы		0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(B2/2)
7322	МаксЗнач(B2/2)	Аналог. Выходы		10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (B2/2)
7323	МаксВелич(B2/2)	Аналог. Выходы		10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(B2/2)
7330	МинЗнач(D1/2)	Аналог. Выходы		-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (D1/2)
7331	МинВелич(D1/2)	Аналог. Выходы		0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(D1/2)
7332	МаксЗнач(D1/2)	Аналог. Выходы		10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (D1/2)
7333	МаксВелич(D1/2)	Аналог. Выходы		10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(D1/2)
7340	МинЗнач(D2/2)	Аналог. Выходы		-200.00 .. 100.00 %	0.00 %	Мин. выходное значение в % (D2/2)
7341	МинВелич(D2/2)	Аналог. Выходы		0 .. 10 мА	4 мА	Мин. выходное значение тока(D2/2)
7342	МаксЗнач(D2/2)	Аналог. Выходы		10.00 .. 200.00 %	100.00 %	Макс. выходное значение в % (D2/2)
7343	МаксВелич(D2/2)	Аналог. Выходы		10 .. 22 мА; 0	20 мА	Макс. выходное значение тока(D2/2)
8001	БНН	Контроль		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Блокировка при неиспр. цепей напряжения
8101	Контр Измерений	Контроль Измер.		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль измеряемых величин
8102	Симм.У ПорогПск	Контроль Измер.		10 .. 100 В	50 В	Симметрия напряжений: порог срабатывания
8103	Симм.У КрутХар	Контроль Измер.		0.58 .. 0.90	0.75	Симметрия напряжений: крутизна характер.
8104	Симм. I Ст1	Контроль Измер.	1А	0.10 .. 1.00 А	0.50 А	Контроль симметрии токов для стороны 1
			5А	0.50 .. 5.00 А	2.50 А	
8105	КэффСимм I Ст1	Контроль Измер.		0.10 .. 0.90	0.50	Кэфф. симметрии токов для стороны 1
8106	Симм. I Ст2	Контроль Измер.	5А	0.50 .. 5.00 А	2.50 А	Контроль симметрии токов для стороны 2
			1А	0.10 .. 1.00 А	0.50 А	
8107	КэффСимм I Ст2	Контроль Измер.		0.10 .. 0.90	0.50	Кэфф. симметрии токов для стороны 2
8108	Сумм U	Контроль Измер.		10 .. 200 В	10 В	Контроль симметрии U: уставка
8109	Сумм U	Контроль Измер.		0.60 .. 0.95 ; 0	0.75	Контроль симметрии U: наклон хар-ки
8110	Порог ΣI Ст1	Контроль Измер.	1А	0.05 .. 2.00 А	0.10 А	Сумма I на Стороне 1: уставка
			5А	0.25 .. 10.00 А	0.50 А	
8111	Кэфф ΣI Ст1	Контроль Измер.		0.00 .. 0.95	0.10	Сумма I на Стороне 1: коэф наклона хар-к
8112	Порог ΣI Ст2	Контроль Измер.	5А	0.25 .. 10.00 А	0.50 А	Сумма I на Стороне 2: уставка
			1А	0.05 .. 2.00 А	0.10 А	
8113	Кэфф ΣI Ст2	Контроль Измер.		0.00 .. 0.95	0.10	Сумма I на Стороне 2: коэф наклона хар-к
8201	Контр Цепи Откл	КонтрЦепиОткл		ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль цепи отключения



Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8501	ВеличИзмер1>	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелиИзм1>
8502	ПорогВелиИзм1>	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелиИзм1>
8503	ВеличИзмер2<	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелиИзм2<
8504	ПорогВелиИзм2<	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелиИзм2<
8505	ВеличИзмер3>	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелиИзм3>
8506	ПорогВелиИзм3>	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелиИзм3>

Адрес	Параметр	Функция	C	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8507	ВеличИзмер4<	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КоэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм4<
8508	ПорогВелИзм4<	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм4<
8509	ВеличИзмер5>	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КоэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм5>
8510	ПорогВелИзм5>	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм5>
8511	ВеличИзмер6<	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КоэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм6<
8512	ПорогВелИзм6<	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм6<

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8513	ВеличИзмер7>	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КозффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для Порог Вел Изм 7>
8514	ПорогВелИзм7>	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для Порог Вел Изм 7>
8515	ВеличИзмер8<	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КозффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм8<
8516	ПорогВелИзм8<	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для Порог Вел Изм8<
8517	ВеличИзмер9>	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КозффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелИзм9>
8518	ПорогВелИзм9>	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелИзм9>

Адрес	Параметр	Функция	C	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
8519	ВеличИзмер10<	КонтрПорог		Выведено P Q ΔP UL1E UL2E UL3E UE U0 U1 U2 UE 3 гарм IEE1 IEE2 3I0 I1 I2 φ КоэффМощн ИзмерПреобр1	Выведено	Величина измер. для ПорогВелиИзм10<
8520	ПорогВелиИзм10<	КонтрПорог		-200 .. 200 %	100 %	Велич.Пуск для ПорогВелиИзм10<
8601	ВнешнОткл1	Внешние Откл		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 1
8602	T_ЗадВнешнОткл1	Внешние Откл		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем функции внешнего отключения1
8701	ВнешнОткл2	Внешние Откл		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 2
8702	T_ЗадВнешнОткл2	Внешние Откл		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем. функции внешнего отключения2
8801	ВнешнОткл3	Внешние Откл		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 3
8802	T_ЗадВнешнОткл3	Внешние Откл		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем. функции внешнего отключения3
8901	ВнешнОткл4	Внешние Откл		ОТКЛ ВКЛ РелеБлокировано	ОТКЛ	Внешнее отключение, функция 4
8902	T_ЗадВнешнОткл4	Внешние Откл		0.00 .. 60.00 сек; ∞	1.00 сек	Выдер.врем. функции внешнего отключения4
9011A	RTD 1 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Rt 100 Ом	RTD-блок 1: тип
9012A	RTD 1 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Обмотка	RTD-блок 1: место установки
9013	RTD 1 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 1
9014	RTD 1 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 1
9015	RTD 1 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 2
9016	RTD 1 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 1: темпер. срабатыв. ступени 2
9021A	RTD 2 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 2: тип
9022A	RTD 2 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 2: место установки
9023	RTD 2 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 1

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9024	RTD 2 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 1
9025	RTD 2 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 2
9026	RTD 2 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 2: темпер. срабатыв. ступени 2
9031A	RTD 3 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 3: тип
9032A	RTD 3 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 3: место установки
9033	RTD 3 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 1
9034	RTD 3 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 1
9035	RTD 3 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 2
9036	RTD 3 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 3: темпер. срабатыв. ступени 2
9041A	RTD 4 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 4: тип
9042A	RTD 4 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 4: место установки
9043	RTD 4 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 1
9044	RTD 4 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 1
9045	RTD 4 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 2
9046	RTD 4 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 4: темпер. срабатыв. ступени 2
9051A	RTD 5 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 5: тип
9052A	RTD 5 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 5: место установки
9053	RTD 5 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 1
9054	RTD 5 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 1
9055	RTD 5 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 2
9056	RTD 5 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 5: темпер. срабатыв. ступени 2
9061A	RTD 6 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 6: тип
9062A	RTD 6 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 6: место установки
9063	RTD 6 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 1

Адрес	Параметр	Функция	C	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9064	RTD 6 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 1
9065	RTD 6 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 2
9066	RTD 6 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 6: темпер. срабатыв. ступени 2
9071A	RTD 7 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 7: тип
9072A	RTD 7 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 7: место установки
9073	RTD 7 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 1
9074	RTD 7 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 1
9075	RTD 7 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 2
9076	RTD 7 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 7: темпер. срабатыв. ступени 2
9081A	RTD 8 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 8: тип
9082A	RTD 8 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 8: место установки
9083	RTD 8 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 1
9084	RTD 8 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 1
9085	RTD 8 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 2
9086	RTD 8 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 8: темпер. срабатыв. ступени 2
9091A	RTD 9 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 9: тип
9092A	RTD 9 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 9: место установки
9093	RTD 9 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 1
9094	RTD 9 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 1
9095	RTD 9 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 2
9096	RTD 9 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 9: темпер. срабатыв. ступени 2
9101A	RTD 10 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 10: тип
9102A	RTD10 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 10: место установки
9103	RTD 10 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 1

Адрес	Параметр	Функция	С	Варианты уставок	Значение по умолчанию	Комментарии
9104	RTD 10 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 1
9105	RTD 10 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 2
9106	RTD 10 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 10: темпер. срабатыв. ступени 2
9111A	RTD 11 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 11: тип
9112A	RTD11 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 11: место установки
9113	RTD 11 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 1
9114	RTD 11 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 1
9115	RTD 11 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 2
9116	RTD 11 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 11: темпер. срабатыв. ступени 2
9121A	RTD 12 тип	RTD-блок		Не подключен Pt 100 Ом Ni 120 Ом Ni 100 Ом	Не подключен	RTD-блок 12: тип
9122A	RTD12 место уст	RTD-блок		Масло Окруж среда Обмотка Подшипник Другое	Другое	RTD-блок 12: место установки
9123	RTD 12 ступень1	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	100 °C	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 1
9124	RTD 12 ступень1	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	212 °F	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 1
9125	RTD 12 ступень2	RTD-блок		-50 .. 250 °C; ∞	120 °C	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 2
9126	RTD 12 ступень2	RTD-блок		-58 .. 482 °F; ∞	248 °F	RTD-блок 12: темпер. срабатыв. ступени 2

## А.8 Сводная таблица сообщений

Сообщения, согласно стандарту МЭК 60 870-5-103, всегда сопровождаются признаком ON / OFF (ПРИШЛО / УШЛО), если они подлежат общему опросу согласно МЭК 60 870-5-103. Иначе - сопровождаются признаком ON.

Новые определяемые пользователем сообщения или только что ранжированные согласно МЭК 60 870-5-103 устанавливаются на ON/OFF и подлежат общему опросу, если их они не относятся к спонтанным сообщениям о повреждении („..\_Ev“). Дополнительная детальная информация о сообщениях содержится в Системном Описании SIPROTEC 4, номер заказа E50417-H1100-C151.

Для столбцов “Event Log” (список рабочих сообщений), “Trip Log” (список аварийных сообщений) и “Ground Fault Log” (сообщения о замыкании на землю):

Прописные буквы "ON/OFF": установлено окончательно, не ранжируется

строчные буквы "on/off": предустановлено, ранжируется

\*: нет предустановки, ранжируется

<пусто>: нет предустановки, не ранжируется

Для столбца “Marked in Oscill.Record” (запись в осциллограмму):

Прописная "M": установлено окончательно, не ранжируется

строчная "m": предустановлено, ранжируется

\*: нет предустановки, ранжируется

<пусто>: нет предустановки, не ранжируется

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103			
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных
-	Показания светодиодов квитировано (СветДиКвит)	Устройство	IntSP	on	*		*	LED			BO	70	19	1	No
-	Режим проверки (РежимПров.)	Устройство	IntSP	on off	*		*	LED			BO	70	21	1	Yes
-	Останов передачи данных (ДанныеСТОП)	Устройство	IntSP	on off	*		*	LED			BO	70	20	1	Yes
-	Деблокир. передачи данных через Дискр.вх (ДеблокПерД)	Устройство	IntSP				*								
-	>Подсветка включена (>Подсв ВКЛ)	Устройство	SP	on off	*		*	LED	BI		BO				
-	Синхронизация времени (СинхрВремя)	Устройство	IntSP _Ev	*	*		*	LED			BO				
-	Режим проверки аппаратного обеспечения (РежПрАППрл)	Устройство	IntSP	on off	*		*	LED			BO				



№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос	
-	Неисправность CFC (Неиспр CFC)	Устройство	OUT	on off	*			LED			BO						
-	Уставки Группы А активны (Группа А)	Измен Группы	IntSP	ON OFF	*		*	LED			BO	70	23	1	Yes		
-	Уставки Группы В активны (Группа В)	Измен Группы	IntSP	ON OFF	*		*	LED			BO	70	24	1	Yes		
-	Запуск регистрации повреждения (ПускРегист)	Рег Авар Реж	IntSP	ON OFF	*		*	LED			BO						
-	Переключение управления (ПереклУпрв)	Авториз Управл	DP	on off	*			LED			BO	101	85	1	Yes		
-	Режим управления МЕСТНОЕ (РежМЕСТНОЕ)	Авториз Управл	DP	on off	*			LED			BO	101	86	1	Yes		
-	Режим управления ДИСТАНЦИОННОЕ (РежДИСТАНЦ)	Авториз Управл	IntSP	on off	*			LED			BO						
-	Переключение управления (ПереклУпрв)	Авториз Управл	IntSP	on off	*			LED			BO						
-	Режим управления МЕСТНОЕ (РежМЕСТНОЕ)	Авториз Управл	IntSP	on off	*			LED			BO						
-	Сброс счетчика Минимум и Максимум (СбрсМинМах)	Мин/Макс Знач	IntSP_Ev	on	*			LED	BI		BO						
-	Сброс счетчика (Сброс Счет)	Энергия	IntSP_Ev	on	*			LED	BI		BO						
-	Системный интерфейс: Неисправность (ОшСистИнт)	Протокол	IntSP	on off	*			LED			BO						
1	Не конфигу. (Не конфигу.)	Устройство	SP														
2	Недоступна (Недоступна)	Устройство	SP														
3	>СинхВремени (>СинхВремени)	Устройство	SP_Ev	*	*		*	LED	BI		BO	135	48	1	No		
4	>Запуск регистрации аварийных режимов (>ПУСК Регистр)	Рег Авар Реж	SP	*	*		m	LED	BI		BO	135	49	1	Yes		
5	Сброс светодиодов (>СбросСветодиод)	Устройство	SP	*	*		*	LED	BI		BO	135	50	1	Yes		
7	>Выбор группы уставок (Бит 0) (>ГруУставок Бит0)	Измен Группы	SP	*	*		*	LED	BI		BO	135	51	1	Yes		
009.0100	Неисправность Модуля EN100 (Неиспр Модуль)	EN100-Модуль 1	IntSP	on off	*		*	LED			BO						
009.0101	Неисправность EN100 канал 1 (Неиспр канал 1)	EN100-Модуль 1	IntSP	on off	*		*	LED			BO						
009.0102	Неисправность EN100 канал 2 (Неиспр канал 2)	EN100-Модуль 1	IntSP	on off	*		*	LED			BO						
15	>Режим проверки (>Режим проверки)	Устройство	SP	*	*		*	LED	BI		BO	135	53	1	Yes		
16	>Блокир.функций регистрации и измерения (>Блок Рег/Изм)	Устройство	SP	*	*		*	LED	BI		BO	135	54	1	Yes		
51	Устройство исправно (Устройство ОК)	Устройство	OUT	ON OFF	*		*	LED			BO	135	81	1	Yes		

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103			
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных
52	Активна хотя бы одна защ. функция (Защ АКТИВ)	Устройство	IntSP	ON OFF	*	*	*	LED			VO	70	18	1	Yes
55	Сброс (Сброс)	Устройство	OUT	ON	*	*	*	LED			VO				
56	Инициализация (Инициализация)	Устройство	OUT	ON	*	*	*	LED			VO	70	5	1	No
67	Повторный пуск (Повт Пуск)	Устройство	OUT	ON	*	*	*	LED			VO				
68	Ошибка синхронизации времени (ОшибкаСинхВремени)	Контроль	OUT	ON OFF	*	*	*	LED			VO				
69	Летнее время (Летнее время)	Устройство	OUT	on off	*	*	*	LED			VO				
70	Идет загрузка уставок (ЗагрузкаУставок)	Устройство	OUT	ON OFF	*	*	*	LED			VO	70	22	1	Yes
71	Проверка уставок (ПроверкаУставок)	Устройство	OUT	*	*	*	*	LED			VO				
72	Изменение установок Уровня-2 (Измен.Уровня-2)	Устройство	OUT	ON OFF	*	*	*	LED			VO				
73	Местное изменение уставки (МестноеИзмен.)	Устройство	OUT	*	*	*	*								
110	Сообщения утеряны (Сообщ Утеряны)	Контроль	OUT_ Ev	ON	*	*	*	LED			VO	135	130	1	No
113	Метка утеряна (Метка утеряна)	Контроль	OUT	ON	*	*	m	LED			VO	135	136	1	Yes
125	Блокировка дребезга включена (Дребезг ВКЛ)	Устройство	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	135	145	1	Yes
140	Ошибка суммарной аварийной сигнализации (ОшСуммАварСинг)	Контроль	OUT	*	*	*	*	LED			VO				
147	Неисправность блока питания (Неиспр БлПитан)	Контроль	OUT	ON OFF	*	*	*	LED			VO				
160	Суммарное сигнализация (СуммарСигн)	Контроль	OUT	*	*	*	*	LED			VO	70	46	1	Yes
161	Неисправность: Общий контроль тока (Повр. Контр. I)	Контроль Измер.	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	70	32	1	Yes
164	Неисправн:контр.изм U,сумм сигнализац (Неис КонтрольU)	Контроль Измер.	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	70	33	1	Yes
165	Неисправн:суммирование напрФаза-Земля (Неиспр Σ Уф-з)	Контроль Измер.	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	135	184	1	Yes
167	Неисправность: Симметрия напряжения (Неисп Симметр.U)	Контроль Измер.	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	135	186	1	Yes
171	:: Чередование фаз (Неисп.Черед.Фаз)	Контроль Измер.	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	70	35	1	Yes
176	Неисправн.: Чередование фаз напряжения (Неисп Чер.Фаз U)	Контроль Измер.	OUT	on off	*	*	*	LED			VO	135	192	1	Yes
177	Неисправность: Разряд батареи (Неисп Батарея)	Контроль	OUT	ON OFF	*	*	*	LED			VO				
181	Неисправность: АЦП (Неиспр: АЦП)	Контроль	OUT	ON OFF	*	*	*	LED			VO				

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос	
185	Неисправность:Плата 3 (Неиспр:Плата 3)	Контроль	OUT	ON OFF													
187	Неисправность:Плата 5 (Неиспр:Плата 5)	Контроль	OUT	ON OFF													
188	Неисправность:Плата 6 (Неиспр:Плата 6)	Контроль	OUT	ON OFF													
190	Неисправность:Плата 0 (Неиспр:Плата 0)	Контроль	OUT	ON OFF													
191	Аппарат.неисправность: смещение (Неиспр: Смещен)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
193	Неиспр: калибровка аналого.входа неверна (ОшибкаКалибрДан)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
194	Ошибка: ТТ IE не совпад.с кодом MLFB (ТТ IE ошиб)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
197	Контроль измеряемых величин отключен (Контр.Изм: Откл)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		135	197	1	Yes		
203	Данные удалены (РегАварРеж: удал)	Рег Авар Реж	OUT_Ev	ON	*		*	LED		BO		135	203	1	No		
210	Ошиб:полож.перем.1А/5А отлич.от уст.Ст1 (Ош.1А/5А Ст1)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
211	Ошиб:полож.перем.1А/5А отлич.от уст.Ст2 (Ош.1А/5А Ст2)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
212	Ошибка: полож.перем. TD1 отлич.от уст. (Ош.Перем. TD1)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
213	Ошибка: полож.перем. TD2 отлич.от уст. (Ош.Перем. TD2)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
214	Ошибка: полож.перем. TD3 отлич.от уст. (Ош.Перем. TD3)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO							
230	Ошибка: сумма токов на стороне 1 (Ош. ΣI Ст1)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		135	155	1	Yes		
231	Ошибка: сумма токов на стороне 2 (Ош. ΣI Ст2)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		135	158	1	Yes		
264	Блок RTD1 неисправен (RTD 1 неисправ)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO		135	208	1	Yes		
265	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 1 (НеисЧерФазI Ст1)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		135	156	1	Yes		
266	Неиспр.:чередование фаз токов стороны 2 (НеисЧерФазI Ст2)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		135	157	1	Yes		
267	Блок RTD2 неисправен (RTD 2 неисправ)	Контроль	OUT	ON OFF	*		*	LED		BO		135	209	1	Yes		
272	Конт.точка Часов работы> (КнТчЧасыРаботы>)	КТ(Статист)	OUT	on off	*		*	LED		BO		135	229	1	Yes		
284	Контр.точка I< сигн. (КонтТчк I<)	Конт Тч(ИзВел)	OUT	*	*		*	LED		BO		135	244	1	Yes		

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
301	Повреждение в энергосистеме (Поврежд в ЭС)	Устройство	OUT	ON OFF	ON OFF		*						135	231	2	Yes
302	Аварийное событие (Авар.Событие)	Устройство	OUT	*	ON		*						135	232	2	Yes
320	Предупрежд, порог памяти данных превышен (ПредупрПамДанн)	Устройство	OUT	on off	*		*	LED		BO						
321	Предупрежд, порог памяти пар-ров превыш. (ПредупрПамПрл)	Устройство	OUT	on off	*		*	LED		BO						
322	Предупрежд, порог операц. памяти превыш. (ПредупрПамОбсл)	Устройство	OUT	on off	*		*	LED		BO						
323	Предупрежд, порог памяти NEW превышен (ПредупрПамNEW)	Устройство	OUT	on off	*		*	LED		BO						
361	>Неисп: автомат ТН отключен (>Автом ТН: откл)	Данные ЭС1	SP	on off	*		*	LED	BI	BO		150	38	1	Yes	
394	>Очистить буфер Мин/Макс UE 3 гарм. (>МиМаксUE 3гСбр)	Мин/Макс Знач	SP	on	*		*	LED	BI	BO						
396	>Очистить буфер I1 МИН/МАКС (>I1 МинМах Сбр)	Мин/Макс Знач	SP	on	*		*	LED	BI	BO						
399	>Очистить буфер U1 МИН/МАКС (>U1 МинМах Сбр)	Мин/Макс Знач	SP	on	*		*	LED	BI	BO						
400	>Очистить буфер P МИН/МАКС (>P МинМах Сброс)	Мин/Макс Знач	SP	on	*		*	LED	BI	BO						
402	>Очистить буфер Q МИН/МАКС (>Q МинМах Сброс)	Мин/Макс Знач	SP	on	*		*	LED	BI	BO						
407	>Очистить буфер Част. МИН/МАКС (>ЧастМинМах Сбр)	Мин/Макс Знач	SP	on	*		*	LED	BI	BO						
409	>Блокировать счетчик раб.времени ВЫКЛ (>БЛК РабСчетч)	Статистика	SP	on off	*		*	LED	BI	BO						
501	Общий пуск защиты (ОБЩИЙ ПУСК)	Параметры ЭС2	OUT	*	ON		m	LED		BO		150	151	2	Yes	
511	Общее отключение устройства (ОБЩЕЕ ОТКЛ)	Параметры ЭС2	OUT	*	ON		m	LED		BO		150	161	2	Yes	
545	Время от пуска до возврата (Т Пуск)	Устройство	VI													
546	Время от пуска до отключения (Т Откл)	Устройство	VI													
571	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 1 (Ош.симм.1 Ст1)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		150	196	1	Yes	
572	Ошибка:контроль симм.токов для стороны 2 (Ош.симм.1 Ст2)	Контроль Измер.	OUT	on off	*		*	LED		BO		150	197	1	Yes	
576	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 1 (IL1C1:)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF							150	193	4	No	
577	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 1 (IL2C1:)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF							150	194	4	No	

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос	
578	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 1 (IL3C1:)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF									150	195	4	No
579	Ток отключения (первичн) L1, Сторона 2 (IL1C2:)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF									150	190	4	No
580	Ток отключения (первичн) L2, Сторона 2 (IL2C2:)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF									150	191	4	No
581	Ток отключения (первичн) L3, Сторона 2 (IL3C2:)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF									150	192	4	No
916	Приращение активной энергии (W <sub>Δ</sub> )	Энергия	-														
917	Приращение реактивной энергии (W <sub>pΔ</sub> )	Энергия	-														
1020	Счетчик часов в работе установки (РабЧас=)	Статистика	VI														
1202	>Блокировать ступ. ИЕЕ>> чувс.защ. от зз (>БЛК ИЕЕ>>)	ЧувствЗащЗЗ	SP	on off	*		*	LED	BI		BO			151	102	1	Yes
1203	>Блокировать ступ. ИЕЕ> чувс.защ. от зз (>БЛК ИЕЕ>)	ЧувствЗащЗЗ	SP	on off	*		*	LED	BI		BO			151	103	1	Yes
1221	Пуск ступ.чувс.защ. от зз ИЕЕ>> (ЧувЗЗ ИЕЕ>> Пск)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	*	on off		*	LED			BO			151	121	2	Yes
1223	Отключение ступ.чувс.защ. от зз ИЕЕ>> (ЧувЗЗ ИЕЕ>> ОТК)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	*	on		*	LED			BO			151	123	2	Yes
1224	Пуск ступ.чувс.защ. от зз ИЕЕ> (ЧувЗЗ ИЕЕ> ПУСК)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	*	on off		*	LED			BO			151	124	2	Yes
1226	Отключение ступ.чувс.защиты от зз ИЕЕ> (ЧувЗЗ ИЕЕ> ОТК)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	*	on		*	LED			BO			151	126	2	Yes
1231	>Блокировать чувствительную защиту от ЗЗ (>ЧувствЗЗ Блок)	ЧувствЗащЗЗ	SP	*	*		*	LED	BI		BO						
1232	Чувствительная защита от ЗЗ выведена (ИЕЕ Выведена)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	on off	*		*	LED			BO			151	132	1	Yes
1233	Чувствительная защита от ЗЗ заблокирована (ИЕЕ Блок.)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	on off	on off		*	LED			BO			151	133	1	Yes
1234	Чувствительная защита от ЗЗ введена (ИЕЕ Введена)	ЧувствЗащЗЗ	OUT	on off	*		*	LED			BO			151	134	1	Yes
1403	>УРОВ: Блокировать (>УРОВ блок)	УРОВ	SP	*	*		*	LED	BI		BO						
1422	>Контакты выключателя (>КонтВыключ.)	УРОВ	SP	on off	*		*	LED	BI		BO			166	120	1	Yes
1423	>Внешний пуск 1 УРОВ (>ВшПуск1 УРОВ)	УРОВ	SP	on off	*		*	LED	BI		BO			166	121	1	Yes
1441	>Внешний пуск 2 УРОВ (>ВшПуск2 УРОВ)	УРОВ	SP	on off	*		*	LED	BI		BO			166	122	1	Yes
1442	>Внутренний пуск УРОВ (>ВнПуск УРОВ)	УРОВ	SP	on off	*		*	LED	BI		BO			166	123	1	Yes
1443	УРОВ запущен по внутр. каналу (ВнПуск УРОВ)	УРОВ	OUT	on off	*		*	LED			BO			166	190	1	Yes
1444	УРОВ I> (УРОВ I>)	УРОВ	OUT	on off	*		*	LED			BO			166	191	1	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
1451	УРОВ выключено (УРОВ Выкл)	УРОВ	OUT	on off	*		*	LED			BO		166	151	1	Yes
1452	УРОВ заблокировано (УРОВ БЛК)	УРОВ	OUT	on off	on off		*	LED			BO		166	152	1	Yes
1453	УРОВ активно (УРОВ АКТ)	УРОВ	OUT	on off	*		*	LED			BO		166	153	1	Yes
1455	УРОВ: обнаружение повреждения (УРОВ ОбнарПовр)	УРОВ	OUT	*	on off		*	LED			BO		166	155	2	Yes
1471	Отключение от УРОВ (УРОВ ОТК)	УРОВ	OUT	*	on		m	LED			BO		166	171	2	Yes
1503	>Блокировать защиту от терм. перегрузки (>ТермЗащ Блок)	ТермЗащПерегр	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
1506	>Сброс памяти для тепловой модели (>СбрПамТепМод Θ)	ТермЗащПерегр	SP	on off	*		*	LED	BI		BO					
1507	>Аварийный пуск двигателей (>Авар.ПУСК)	ТермЗащПерегр	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		167	7	1	Yes
1508	>Неиспр.входа для измерения температуры (>НеиспрВхТемп)	ТермЗащПерегр	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		167	8	1	Yes
1511	Защита от терм. перегрузки выведена (ЗащПерегр ВыВЕД)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	11	1	Yes
1512	Защита от терм. перегрузки заблокирована (ТермЗащПер БЛК)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	on off		*	LED			BO		167	12	1	Yes
1513	Защита от терм. перегрузки активна (ТермЗащПер АКТ)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	13	1	Yes
1514	Неиспр.входа для измерения температуры (НеиспрВхТемп)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	14	1	Yes
1515	Сигнал перегрузки по току от ТермЗащ (ТермЗащТокПерегр)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	15	1	Yes
1516	Сигнал:темп.близка к темп.откл.(ТермЗащ) (ТермЗащΘоткл)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	16	1	Yes
1517	Перегрузка обмотки (Перегрев обм.)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	17	1	Yes
1519	Сброс памяти для тепловой модели (СбрПамТеплМод Θ)	ТермЗащПерегр	OUT	on off	*		*	LED			BO		167	19	1	Yes
1521	Отключение защитой от терм. перегрузки (ТермЗащПер ОТКЛ)	ТермЗащПерегр	OUT	*	on		*	LED			BO		167	21	2	Yes
1720	>Блокир.направленность ступени I>> (>Блок направл.)	MT3 I>>	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		60	18	1	Yes
1721	>Блокировать ступень MT3 I>> (>БЛК MT3 I>>)	MT3 I>>	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
1722	>Блокировать ступень MT3 I> (>БЛК MT3 I>)	MT3 I>	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
1801	Обнар.повр.ступ.MT3 I>> в фазе L1 (I>> Поврежд. L1)	MT3 I>>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	46	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
1802	Обнар.повр.ступ.МТЗ I>> в фазе L2 (I>> Поврежд. L2)	МТЗ I>>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	47	2	Yes
1803	Обнар.повр.ступ.МТЗ I>> в фазе L3 (I>> Поврежд. L3)	МТЗ I>>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	48	2	Yes
1806	Направленность "вперед" для ступ.МТЗ I>> (I>> Вперед)	МТЗ I>>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	208	2	Yes
1807	Направленность "назад" для ступ.МТЗ I>> (I>> Назад)	МТЗ I>>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	209	2	Yes
1808	Пуск ступени МТЗ I>> (I>> Пуск)	МТЗ I>>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	210	2	Yes
1809	Отключение от ступени МТЗ I>> (I>> Откл)	МТЗ I>>	OUT	*	on		m	LED			BO		60	211	2	Yes
1811	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L1 (I> Поврежд. L1)	МТЗ I>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	50	2	Yes
1812	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L2 (I> Поврежд. L2)	МТЗ I>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	51	2	Yes
1813	Обнар.повр.ступ.МТЗ I> в фазе L3 (I> Поврежд. L3)	МТЗ I>	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	52	2	Yes
1815	Отключение ступенью МТЗ I> (МТЗ I> ОТКЛ)	МТЗ I>	OUT	*	on		m	LED			BO		60	71	2	Yes
1883	>Блокировать ступень МТЗ с ИВВ (>МТЗ Iр Блок.)	МТЗ Iр	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
1891	Ступень МТЗ Iр выведена (МТЗ Iр Вывед)	МТЗ Iр	OUT	on off	*		*	LED			BO		60	180	1	Yes
1892	Ступень МТЗ Iр заблокирована (МТЗ Iр Блок.)	МТЗ Iр	OUT	on off	on off		*	LED			BO		60	181	1	Yes
1893	Ступень МТЗ Iр введена (МТЗ Iр Введ)	МТЗ Iр	OUT	on off	*		*	LED			BO		60	182	1	Yes
1896	Обнар.повр.ступ.МТЗ Iр в фазе L1 (МТЗ Iр Повр.L1)	МТЗ Iр	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	184	2	Yes
1897	Обнар.повр.ступ.МТЗ Iр в фазе L2 (МТЗ Iр Повр.L2)	МТЗ Iр	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	185	2	Yes
1898	Обнар.повр.ступ.МТЗ Iр в фазе L3 (МТЗ Iр Повр.L3)	МТЗ Iр	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	186	2	Yes
1899	Пуск ступени МТЗ Iр (МТЗ Iр Пуск)	МТЗ Iр	OUT	*	on off		*	LED			BO		60	183	2	Yes
1900	Отключение от ступени МТЗ Iр (МТЗ Iр Откл)	МТЗ Iр	OUT	*	on		m	LED			BO		60	187	2	Yes
1950	>МТЗ: блокировать удержание по напр. (>УдержU Блок.)	МТЗ I>	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		60	200	1	Yes
1955	Ступень МТЗ I>> выведена (I>> Вывед)	МТЗ I>>	OUT	on off	*		*	LED			BO		60	205	1	Yes
1956	Ступень МТЗ I>> заблокирована (I>> Блок.)	МТЗ I>>	OUT	on off	on off		*	LED			BO		60	206	1	Yes
1957	Ступень МТЗ I>> введена (I>> Введ)	МТЗ I>>	OUT	on off	*		*	LED			BO		60	207	1	Yes
1965	Ступень МТЗ I> выведена (I> Вывед)	МТЗ I>	OUT	on off	*		*	LED			BO		60	215	1	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103			
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных
1966	Ступень МТЗ I> блокирована (I> Блок.)	МТЗ I>	OUT	on off	on off	*	*	LED		BO		60	216	1	Yes
1967	Ступень МТЗ I> введена (I> Введ)	МТЗ I>	OUT	on off	*	*	*	LED		BO		60	217	1	Yes
1970	Удерж. МТЗ по сниж.напряжения (U< Удерж.)	МТЗ I>	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		60	220	2	Yes
3953	>Блокировать дистанционную защиту (>БЛК Дист)	ДистЗащ	SP	*	*	*	*	LED	BI	BO					
3956	>Удлин.зоны ст.Z1В для дист.защ (>Удлин.Z1В)	ДистЗащ	SP	on off	*	*	*	LED	BI	BO		28	222	1	Yes
3958	>Дист:блокировать удерж. защ.от пониж.У (>ДистБЛК Удерж)	ДистЗащ	SP	on off	*	*	*	LED	BI	BO		28	30	1	Yes
3961	Дистанц. защита выведена (Дист.Вывед)	ДистЗащ	OUT	on off	*	*	*	LED		BO		28	226	1	Yes
3962	Дистанц. защита заблокирована (Дист.БЛК)	ДистЗащ	OUT	on off	on off	*	*	LED		BO		28	227	1	Yes
3963	Дистанц. защита активна (Дист.актив)	ДистЗащ	OUT	on off	*	*	*	LED		BO		28	228	1	Yes
3966	Пуск дистанционной защиты (ДистПуск)	ДистЗащ	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		28	229	2	Yes
3967	Дист: обнаруж.поврежд, фL1 (Дист.ПоврL1)	ДистЗащ	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		28	230	2	Yes
3968	Дист: обнаруж.поврежд, фL2 (Дист.ПоврL2)	ДистЗащ	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		28	231	2	Yes
3969	Дист: обнаруж.поврежд, фL3 (Дист.ПоврL3)	ДистЗащ	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		28	232	2	Yes
3970	Дист: МТЗ с удерж.от пониж напряж (Дист.МТЗ уд U)	ДистЗащ	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		28	233	2	Yes
3976	Функция обнаруж.качаний мощности (ОбнарКачаний)	ДистЗащ	OUT	*	on off	*	*	LED		BO		28	239	2	Yes
3977	Дист: Z1< отключение (Дист.Z1<Откл)	ДистЗащ	OUT	*	on		m	LED		BO		28	240	2	Yes
3978	Дист: Z1В< отключение (Дист.Z1В<Откл)	ДистЗащ	OUT	*	on		m	LED		BO		28	241	2	Yes
3979	Дист: Z2< отключение (Дист.Z2<Откл)	ДистЗащ	OUT	*	on		m	LED		BO		28	242	2	Yes
3980	Дист: Z3< отключение (Дист.Z3<Откл)	ДистЗащ	OUT	*	on		m	LED		BO		28	243	2	Yes
4523	>Блокирование внешнего отключения 1 (>БЛК Внешн1)	Внешние Откл	SP	*	*	*	*	LED	BI	BO					
4526	>Отключение внешней команды 1 (>ВнешнОткл 1)	Внешние Откл	SP	on off	*	*	*	LED	BI	BO		51	126	1	Yes
4531	Внешнее отключение 1 Выключено (ВнешнОткл1 Выкл)	Внешние Откл	OUT	on off	*	*	*	LED		BO		51	131	1	Yes
4532	Внешнее отключение 1 Блокировано (ВнешнОткл1 БЛОК)	Внешние Откл	OUT	on off	on off	*	*	LED		BO		51	132	1	Yes



№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
4533	Внешнее отключение 1 Включено (ВнешнОткл1 АКТ)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	133	1	Yes
4536	Внешнее отключение 1: Общий Пуск (ВнешнОткл1 Пуск)	Внешние Откл	OUT	*	on off		*	LED			BO		51	136	2	Yes
4537	Внешнее отключение 1: Общее отключение (ВнешнОткл1 ОТКЛ)	Внешние Откл	OUT	*	on		*	LED			BO		51	137	2	Yes
4543	>Блокирование внешнего отключения 2 (>БЛК ВнешнОтк 2)	Внешние Откл	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
4546	>Отключение внешней команды 2 (>ВнешнОткл 2)	Внешние Откл	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		51	146	1	Yes
4551	Внешнее отключение 2 Выключено (ВнешнОтк 2 Выкл)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	151	1	Yes
4552	Внешнее отключение 2 Блокировано (ВнешнОткл2 БЛОК)	Внешние Откл	OUT	on off	on off		*	LED			BO		51	152	1	Yes
4553	Внешнее отключение 2 Включено (ВнешнОткл2 АКТ)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	153	1	Yes
4556	Внешнее отключение 2: Общее Пуск (ВнешнОткл2 Пуск)	Внешние Откл	OUT	*	on off		*	LED			BO		51	156	2	Yes
4557	Внешнее отключение 2: Общее отключение (ВнешнОткл2 ОТКЛ)	Внешние Откл	OUT	*	on		*	LED			BO		51	157	2	Yes
4563	>Блокировать функц.внешнего отключ.3 (>БЛК ВнешнОткл3)	Внешние Откл	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
4566	>Пуск функции внешн.откл. 3 (>ПускВнешнОткл3)	Внешние Откл	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		51	166	1	Yes
4571	Внешнее отключение 3 Выключено (ВнешнОткл3 Выкл)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	171	1	Yes
4572	Внешнее отключение 3 Блокировано (ВнешнОткл3 БЛОК)	Внешние Откл	OUT	on off	on off		*	LED			BO		51	172	1	Yes
4573	Внешнее отключение 3 Включено (ВнешнОткл3 АКТ)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	173	1	Yes
4576	Внешнее отключение 2: Общее Пуск (ВнешнОткл3 Пуск)	Внешние Откл	OUT	*	on off		*	LED			BO		51	176	2	Yes
4577	Внешнее отключение 2: Общее отключение (ВнешнОткл3 ОТКЛ)	Внешние Откл	OUT	*	on		*	LED			BO		51	177	2	Yes
4583	>Блокировать функц.внешнего отключ.4 (>БЛК ВнешнОткл4)	Внешние Откл	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
4586	>Пуск функции внешн.откл. 4 (>ПускВнешнОткл4)	Внешние Откл	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		51	186	1	Yes
4591	Внешнее отключение 4 Выключено (ВнешнОткл4 Выкл)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	191	1	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
4592	Внешнее отключение 4 Блокировано (ВнешнОткл4 БЛОК)	Внешние Откл	OUT	on off	on off		*	LED			BO		51	192	1	Yes
4593	Внешнее отключение 4 Включено (ВнешнОткл4 АКТ)	Внешние Откл	OUT	on off	*		*	LED			BO		51	193	1	Yes
4596	Внешнее отключение 4: Общее Пуск (ВнешнОткл4 Пуск)	Внешние Откл	OUT	*	on off		*	LED			BO		51	196	2	Yes
4597	Внешнее отключение 4: Общее отключение (ВнешнОткл4 ОТКЛ)	Внешние Откл	OUT	*	on		*	LED			BO		51	197	2	Yes
4822	>Блокировать защиту при пуске двигателя (>БЛК ДвигПУСК)	Число пусков	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
4823	>Аварийный пуск (>Авар.ПУСК)	Число пусков	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		168	51	1	Yes
4824	Защита при пуске двигателя выключена (ЗащПускДв Выкл)	Число пусков	OUT	on off	*		*	LED			BO		168	52	1	Yes
4825	Защита при пуске двигателя блокирована (ЗащПускДв БЛК)	Число пусков	OUT	on off	*		*	LED			BO		168	53	1	Yes
4826	Защита при пуске двигателя активна (ЗащПускДв АКТ)	Число пусков	OUT	on off	*		*	LED			BO		168	54	1	Yes
4827	Отключение защитой при пуске двигателя (ЗащПускДв ОТК)	Число пусков	OUT	on	*		*	LED			BO		168	55	1	Yes
4828	>Сброс термической памяти ротора (>ЗащПускДв СБР)	Число пусков	SP	on off	*		*	LED	BI		BO					
4829	Память терм. пок-лей для ротора сброшена (ЗащПускДв СБРОС)	Число пусков	OUT	on off	*		*	LED			BO		168	50	1	Yes
4830	Порог для повт. вкл. двигателя превышен (РеПускТревога)	Число пусков	OUT	on off	*		*	LED			BO					
5002	Присутств.подходящих изм.велич. (Раб Усл)	Данные ЭС1	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	2	1	Yes
5010	>БНН блокирована (>БНН_БЛК)	Контроль	SP	on off	on off		*	LED	BI		BO		71	7	1	Yes
5011	>БНН внешн. Защ.от пониж напряж (>БНН U< внеш)	Контроль	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	8	1	Yes
5012	Напряж UL1E при отключ. (UL1E=)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF								71	38	4	No
5013	Напряж UL2E при отключ. (UL2E=)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF								71	39	4	No
5014	Напряж UL3E при отключ. (UL3E=)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF								71	40	4	No
5015	Активная мощность при отключ (P=)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF								71	41	4	No
5016	Реактивная мощность при отключ (Q=)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF								71	42	4	No
5017	Частота при отключении (f=)	Параметры ЭС2	VI	*	ON OFF								71	43	4	No

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос	
5053	>Блокировать защ.от ассинхр.реж (>БЛК ЗащАс)	ЗащАсинхрХод	SP	*	*		*	LED	BI		BO						
5061	Защ.от ассинхр.реж. Выведена (ЗащАс Выв)	ЗащАсинхрХод	OUT	on off	*		*	LED	BI		BO		70	56	1	Yes	
5062	Защ.от ассинхр.реж. Заблокирована (ЗащАс Блк)	ЗащАсинхрХод	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	57	1	Yes	
5063	Защ.от ассинхр.реж. Активна (ЗащАс актив)	ЗащАсинхрХод	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	58	1	Yes	
5067	Характер.1 защиты от ассинхр.реж (ЗащАс Хар 1)	ЗащАсинхрХод	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	60	2	Yes	
5068	Характер.2 защиты от ассинхр.реж (ЗащАс Хар 2)	ЗащАсинхрХод	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	61	2	Yes	
5069	Характер 1 пуск Защ.от ассинхр реж (ЗащАс Хар1 Пуск)	ЗащАсинхрХод	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	62	2	Yes	
5070	Характер 2 пуск Защ.от ассинхр реж (ЗащАс Хар2 Пуск)	ЗащАсинхрХод	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	63	2	Yes	
5071	Характ.откл.1 Защ.от ассинхр реж (ЗащАс ОтклХар1)	ЗащАсинхрХод	OUT	*	on		m	LED			BO		70	64	2	Yes	
5072	Характ.откл.2 Защ.от ассинхр реж (ЗащАс ОтклХар2)	ЗащАсинхрХод	OUT	*	on		m	LED			BO		70	65	2	Yes	
5083	>Защита от реверса мощности блокирована (>БЛК_ЗащРевМощн)	ЗащРевМощн	SP	*	*		*	LED	BI		BO						
5086	>Защита от реверса мощности, быстр (>Быстр, ЗРМ)	ЗащРевМощн	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	77	1	Yes	
5091	Защита от реверса мощности выведена (ЗащРевМощн_Выкл)	ЗащРевМощн	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	81	1	Yes	
5092	Защита от реверса мощности блокирована (ЗащРевМощн_БЛК)	ЗащРевМощн	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	82	1	Yes	
5093	Защита от реверса мощности активна (ЗащРевМощн_Акт)	ЗащРевМощн	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	83	1	Yes	
5096	Защ.от реверса мощн.: Пуск (ЗащРевМощн Пуск)	ЗащРевМощн	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	84	2	Yes	
5097	Защ.от реверса мощн.: отключение (ЗащРевМощн ОТКЛ)	ЗащРевМощн	OUT	*	on		m	LED			BO		70	85	2	Yes	
5098	Защ.от реверса мощн.: отключ.со стоп.эл. (РевМощнОТКЛСтоп)	ЗащРевМощн	OUT	*	on		m	LED			BO		70	86	2	Yes	
5113	>Блокир. контроль акт.мощн. вперед (>БЛОК_КонтРвпер)	КонтрМощнВперед	SP	*	*		*	LED	BI		BO						
5116	>Блокир.контроль акт.мощн.вперед ст.Р< (>БЛОК_Рвпер<)	КонтрМощнВперед	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	102	1	Yes	
5117	>Блокир.контроль акт.мощн.вперед ст.Р> (>БЛОК_Рвпер>)	КонтрМощнВперед	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	103	1	Yes	

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5121	Контроль акт. мощн. вперед отключен (КонтрРвпер ОТКЛ)	КонтрМощнВперед	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	106	1	Yes
5122	Контроль акт. мощн. вперед блокирован (КонтрРвпер БЛК)	КонтрМощнВперед	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	107	1	Yes
5123	Контроль акт. мощн. вперед активен (КонтрРвпер Акт)	КонтрМощнВперед	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	108	1	Yes
5126	Пуск ступени Рвпер< (Рвпер< Пуск)	КонтрМощнВперед	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	109	2	Yes
5127	Пуск ступени Рвпер> (Рвпер> Пуск)	КонтрМощнВперед	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	110	2	Yes
5128	Отключение от ступени Рвпер< (Рвпер< ОТКЛ)	КонтрМощнВперед	OUT	*	on		m	LED			BO		70	111	2	Yes
5129	Отключение от ступени Рвпер> (Рвпер> ОТКЛ)	КонтрМощнВперед	OUT	*	on		m	LED			BO		70	112	2	Yes
5143	>Блокировать защиту от несим.нагрузки I2 (>БЛК I2)	Несимм Нагрузка	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5145	>Обратное чередование фаз (>ОбрЧередФаз)	Данные ЭС1	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	34	1	Yes
5146	>Сброс памяти для тепловой модели I2 (>СбросПамМодI2)	Несимм Нагрузка	SP	on off	*		*	LED	BI		BO					
5147	Чередование фаз L1L2L3 (Черед.ФазL1L2L3)	Данные ЭС1	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	128	1	Yes
5148	Чередование фаз L1L3L2 (Черед.ФазL1L3L2)	Данные ЭС1	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	129	1	Yes
5151	Защита Несим Нагр Выведена (ЗащНесим Выкл)	Несимм Нагрузка	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	131	1	Yes
5152	Защита Несим Нагр блокирована (ЗащНесим БЛК)	Несимм Нагрузка	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	132	1	Yes
5153	Защита Несим Нагр Введена (ЗащНесимВВЕДЕНА)	Несимм Нагрузка	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	133	1	Yes
5156	Защ.несимм.нагр:сигнальн.ток овая ступ (I2> сигн)	Несимм Нагрузка	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	134	1	Yes
5158	Сброс памяти для тепловой модели I2 (СбросПамМодI2)	Несимм Нагрузка	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	137	1	Yes
5159	Пуск ступени I2>> (I2>> Пуск)	Несимм Нагрузка	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	138	2	Yes
5160	ЗащНесим:ОТКЛ от токовой ступени I2>> (ЗащНесимОтклIст)	Несимм Нагрузка	OUT	*	on		m	LED			BO		70	139	2	Yes
5161	ЗащНесим:ОТКЛ от термической ступени (ЗащНесимОтклТст)	Несимм Нагрузка	OUT	*	on		*	LED			BO		70	140	2	Yes
5165	Пуск ступени I2> (I2> Пуск)	Несимм Нагрузка	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	150	2	Yes
5173	>Блокир.Защ. статора от замык на земл (>БлкЗащСтат33)	ЗащСтат 33	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5176	>Выв.опред.тока(защ.стат.зам ык.на земл) (>Выв ЗащСтат33)	ЗащСтат 33	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	152	1	Yes
5181	Защ. статора от замык на земл вывод (ЗащСтат33 Выв)	ЗащСтат 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	156	1	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5182	Блокир.Защ.статора от замык на зем (ЗащСтат33 Блк)	ЗащСтат 33	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	157	1	Yes
5183	Защ. статора от замык на земл актив (ЗащСтат33 акт)	ЗащСтат 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	158	1	Yes
5186	Защ.стат.от зам.на земл:U0> Сраб (U0> Пуск)	ЗащСтат 33	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	159	2	Yes
5187	Защ.стат.от зам.на земл:U0> Откл (U0> Откл)	ЗащСтат 33	OUT	*	on		m	LED			BO		70	160	2	Yes
5188	Защ.стат.от зам.на земл:3I0> Сраб (3I0> Пуск)	ЗащСтат 33	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	168	2	Yes
5189	Замык. на землю в фазе L1 (Uземл L1)	ЗащСтат 33	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	169	2	Yes
5190	Замык. на землю в фазе L2 (Uземл L2)	ЗащСтат 33	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	170	2	Yes
5191	Замык. на землю в фазе L3 (Uземл L3)	ЗащСтат 33	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	171	2	Yes
5193	Защ.стат.от зам.на земл Откл (ЗащСтат33 Откл)	ЗащСтат 33	OUT	*	on		m	LED			BO		70	173	2	Yes
5194	Защ.стат.от зам.на земл:напр.Вперед (ЗащСтат Впер)	ЗащСтат 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	174	1	Yes
5203	>Блокировать частотную защиту (>БЛК ЧастЗащ)	Част Защита	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5206	>Блокировать ступень f1 частотной защиты (>f1 Блок)	Част Защита	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	177	1	Yes
5207	>Блокировать ступень f2 частотной защиты (>f2 Блок)	Част Защита	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	178	1	Yes
5208	>Блокировать ступень f3 частотной защиты (>f3 Блок)	Част Защита	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	179	1	Yes
5209	>Блокировать ступень f4 частотной защиты (>f4 Блок)	Част Защита	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		70	180	1	Yes
5211	Частотная защита выключена (Част.Защ. Выкл)	Част Защита	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	181	1	Yes
5212	Частотная защита блокирована (Част.Защ. БЛК)	Част Защита	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	182	1	Yes
5213	Частотная защита активна (Част.Защ. АКТ)	Част Защита	OUT	on off	*		*	LED			BO		70	183	1	Yes
5214	Блокир.част.защиты при снижении напряж. (БЛК ЧастЗащ СНУ)	Част Защита	OUT	on off	on off		*	LED			BO		70	184	1	Yes
5232	Пуск ступени f1 частотной защиты (f1 Пуск)	Част Защита	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	230	2	Yes
5233	Пуск ступени f2 частотной защиты (f2 Пуск)	Част Защита	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	231	2	Yes
5234	Пуск ступени f3 частотной защиты (f3 Пуск)	Част Защита	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	232	2	Yes
5235	Пуск ступени f4 частотной защиты (f4 Пуск)	Част Защита	OUT	*	on off		*	LED			BO		70	233	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5236	Отключение ступенью f1 частотной защиты (f1 ОТКЛ)	Част Защита	OUT	*	on		m	LED			BO		70	234	2	Yes
5237	Отключение ступенью f2 частотной защиты (f2 ОТКЛ)	Част Защита	OUT	*	on		m	LED			BO		70	235	2	Yes
5238	Отключение ступенью f3 частотной защиты (f3 ОТКЛ)	Част Защита	OUT	*	on		m	LED			BO		70	236	2	Yes
5239	Отключение ступенью f4 частотной защиты (f4 ОТКЛ)	Част Защита	OUT	*	on		m	LED			BO		70	237	2	Yes
5293	>Блокир.защиту по пост.току/напряж (>БЛК ЗащU=)	Защ Разъед	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5301	Защита по пост.току/напряж выведена (ЗащU= выведена)	Защ Разъед	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	181	1	Yes
5302	Защита по пост.току/напряж заблокир. (ЗащU= Блк)	Защ Разъед	OUT	on off	on off		*	LED			BO		71	182	1	Yes
5303	Защита по пост.току/напряж активна (ЗащU= актив)	Защ Разъед	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	183	1	Yes
5306	Защита по пост.току/напряж срабат (ЗащU= Пуск)	Защ Разъед	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	186	2	Yes
5307	Защита по пост.току/напряж отключ (ЗащU= Откл)	Защ Разъед	OUT	*	on		*	LED			BO		71	187	2	Yes
5308	Отказ защиты по пост.току/напряж (Отказ ЗащU=)	Защ Разъед	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	184	1	Yes
5323	>Блокир.защ.от недовозб. (>БлкЗащНедовзб)	ЗащОтНедовозб	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5327	>Блокир.защ.от недовозб. Хар.3 (>Хар 3 Блк)	ЗащОтНедовозб	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	53	1	Yes
5328	>Защ.от недовозб.напряж обнар.отказа (>U обнар.отказ)	ЗащОтНедовозб	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	54	1	Yes
5329	>Блокир.защ.от недовозб. Хар.1 (>Хар1 Блк)	ЗащОтНедовозб	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	64	1	Yes
5330	>Блокир.защ.от недовозб. Хар.2 (>Хар2 Блк)	ЗащОтНедовозб	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	65	1	Yes
5331	Защита от недовозб. выведена (ЗащНедовзб Выв)	ЗащОтНедовозб	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	55	1	Yes
5332	Защита от недовозб. заблокир (ЗащНедовзб Блк)	ЗащОтНедовозб	OUT	on off	on off		*	LED			BO		71	56	1	Yes
5333	Защита от недовозб. активна (ЗащНедовзб акт)	ЗащОтНедовозб	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	57	1	Yes
5334	Защита от недовозб активна (ЗащНедовзб U<Бл)	ЗащОтНедовозб	OUT	on off	on off		*	LED			BO		71	58	1	Yes
5336	Защ.от недовозб.напряж обнар.отказа (U обнар.отказа)	ЗащОтНедовозб	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	59	2	Yes
5337	Защ.от недовозб.Пуск (3.Недовзб Пуск)	ЗащОтНедовозб	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	60	2	Yes
5343	Защ.от недовозб.хар.3 Откл (3.Недовзб<3 Отк)	ЗащОтНедовозб	OUT	*	on		m	LED			BO		71	63	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103			
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных
5344	Защ.от недовозб.хар.1 Откл (3.Недовзб<1 Отк)	ЗащОтНедовозб	OUT	*	on		m	LED			BO	71	66	2	Yes
5345	Защ.от недовозб.хар.2 Откл (3.Недовзб<2 Отк)	ЗащОтНедовозб	OUT	*	on		m	LED			BO	71	67	2	Yes
5346	Защ.от недовозб.хар.+U< ОТКЛ (3.Недвзб<U<ОТКЛ)	ЗащОтНедовозб	OUT	*	on		m	LED			BO	71	68	2	Yes
5353	>Защита от перевозбуждения заблокировано (>U/f БЛК)	ЗащОтПеревозб	SP	*	*		*	LED	BI		BO				
5357	>Защ.от перевозб.: сброс пам.терм.модели (>СбросПамМодU/f)	ЗащОтПеревозб	SP	on off	*		*	LED	BI		BO				
5361	Защита от перевозбуждения выведена (U/f> ВЫВЕДЕНА)	ЗащОтПеревозб	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	83	1	Yes
5362	Защита от перевозбуждения заблокирована (U/f> БЛК)	ЗащОтПеревозб	OUT	on off	on off		*	LED			BO	71	84	1	Yes
5363	Защита от перевозбуждения введена (U/f> ВВЕДЕНА)	ЗащОтПеревозб	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	85	1	Yes
5367	Защита от перевозб.: Сигнальная.ступень (U/f> сигнал)	ЗащОтПеревозб	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	86	1	Yes
5369	Защ.от перевозб.: сброс пам.терм.модели (СбросПамМодU/f)	ЗащОтПеревозб	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	88	1	Yes
5370	Защ.от перевозб.: Пуск ст.U/f> (ЗащВозбU/f>Пуск)	ЗащОтПеревозб	OUT	*	on off		*	LED			BO	71	89	2	Yes
5371	Защ.от перевозб.: Отключение от ст.U/f> (ЗащВозбU/f>ОТКЛ)	ЗащОтПеревозб	OUT	*	on		m	LED			BO	71	90	2	Yes
5372	Защ.от перевозб.: Отключ.от терм.ступени (ЗащВозбТермОТКЛ)	ЗащОтПеревозб	OUT	*	on		*	LED			BO	71	91	2	Yes
5373	Защ.от перевозб.: Пуск ст.U/f>> (ЗащВозбU/f>>Пуск)	ЗащОтПеревозб	OUT	*	on off		*	LED			BO	71	92	2	Yes
5381	>Блок.защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) (>БлкЗащРот.1-3)	ЗащРот33 1-3Гц	SP	*	*		*	LED	BI		BO				
5383	>Блок.защ.ротора от зам.на земл(R,fn) (>БЛК ЗащРот33)	ЗащРот 33	SP	*	*		*	LED	BI		BO				
5386	>Тест.защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) (>ТестЗащРот33)	ЗащРот33 1-3Гц	SP	on off	*		*	LED	BI		BO	71	116	1	Yes
5387	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) Вывед (ЗащРот(1-3) Выв)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	117	1	Yes
5388	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) заблок (ЗащРот(1-3) Блк)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	on off		*	LED			BO	71	118	1	Yes
5389	Защ.ротора от зам.на земл(1-3Гц) активн (ЗащРот(1-3) акт)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	119	1	Yes
5391	Защ.ротора от зам.на земл(R,fn) Вывед (ЗащРот(R,fn)Выв)	ЗащРот 33	OUT	on off	*		*	LED			BO	71	121	1	Yes
5392	Защ.ротора от зам.на земл(R,fn) заблок (ЗащРот(R,fn)Блк)	ЗащРот 33	OUT	on off	on off		*	LED			BO	71	122	1	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5393	Защ. ротора от зам.на земл(R,fn) активн (ЗащРот(R,fn)акт)	ЗащРот 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	123	1	Yes
5394	Защ. ротора от зам.на земл(1-3Гц) блок. U< (ЗащРот U<Блк)	ЗащРот 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	124	1	Yes
5395	Защ. ротора от зам.на земл(1-3Гц)раз.цель (ЗащРот(1-3)Разм)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	125	1	Yes
5396	Отказ защ.рот. от замык на земл (Отказ ЗащРот)	ЧувствЗащ33	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	126	1	Yes
5397	Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) ст.сигнRe< (ЗащРот(R,fn)Сиг)	ЗащРот 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	127	1	Yes
5398	Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) ст.СрабRe<< (ЗащРот(R,fn)Пск)	ЗащРот 33	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	128	2	Yes
5399	Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) ОтклRe<< (ЗащРот(R,fn)Отк)	ЗащРот 33	OUT	*	on		m	LED			BO		71	129	2	Yes
5400	Отказ Защ.рот.от зам.на зем(R,fn) (ОтказЗащРот.R,f)	ЗащРот 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	130	1	Yes
5401	Отказ Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц) (ОтказЗащРот.1-3)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	131	1	Yes
5403	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц):ст.сигнRe< (ЗащРот(1-3)Сиг)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	133	1	Yes
5406	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц) Re<< сраб (ЗащРот(1-3)Пск)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	136	2	Yes
5407	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц) Re<< откл (ЗащРот(1-3)Отк)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	*	on		*	LED			BO		71	137	2	Yes
5408	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц)тест пройден (ТестЗащРот ОК)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	138	1	Yes
5409	Защ.рот.от зам.на зем(1-3Гц)тест не пройден (ТестЗащРот Ошиб)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	139	1	Yes
5410	Защ.рот.зам.зем(1-3Гц)1 цеп.изм разомкн (1 РазЦель)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO					
5411	Защ.рот.зам.зем(1-3Гц)2 цеп.изм разомкн (2 РазЦель)	ЗащРот33 1-3Гц	OUT	on off	*		*	LED			BO					
5413	>Блокир. защ.от межвитковых замык. (>Блк ЗащВитк)	ЗащВиткК3	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5421	Защ.от межвитк. замык. выведена (ЗащВитк Выв)	ЗащВиткК3	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	142	1	Yes
5422	Защ.от межвитк. замык.заблокир. (ЗащВитк Блк)	ЗащВиткК3	OUT	on off	on off		*	LED			BO		71	143	1	Yes
5423	Защ.от межвитк. замык. активна (ЗащВитк актив)	ЗащВиткК3	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	144	1	Yes
5426	Защ.от межвитк. замык.:обнаруж повр (Увит> Пуск)	ЗащВиткК3	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	145	2	Yes



№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5427	Защ.от межвитк. Замык:Отключ (Увит> Откл)	ЗащВиткКЗ	OUT	*	on		*	LED			BO		71	146	2	Yes
5473	>Блокир. Защ.статора от замык на земл (>БЛК ЗащСтатЗем)	100%ЗащСтат3З	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5476	>Отказ 20Гц напряж.смещ(ЗащСтатЗем) (>U20 отказ)	100%ЗащСтат3З	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		71	227	1	Yes
5481	Защ.стат.от зам.на зем 100% вывод (ЗащСтат100 Выв)	100%ЗащСтат3З	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	228	1	Yes
5482	Защ.стат.от зам.на зем 100% заблок (ЗащСтат100 Блк)	100%ЗащСтат3З	OUT	on off	on off		*	LED			BO		71	229	1	Yes
5483	Защ.стат.от зам.на зем 100% активн (ЗащСтат100 акт)	100%ЗащСтат3З	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	230	1	Yes
5486	Отказ защ.статора от зам.на зем (ОтказЗащСтат)	100%ЗащСтат3З	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	231	1	Yes
5487	Защ.статора от зам.на зем:сигн.ступ (ЗащСтат100 Сиг)	100%ЗащСтат3З	OUT	on off	*		*	LED			BO		71	232	1	Yes
5488	Защ.статора от зам.на зем:срабат (ЗащСтат100 Пск)	100%ЗащСтат3З	OUT	*	on off		*	LED			BO		71	233	2	Yes
5489	Защ.статора от зам.на зем:отключ (ЗащСтат100 Откл)	100%ЗащСтат3З	OUT	*	on		*	LED			BO		71	234	2	Yes
5503	>Блокировать защ по скор изм частоты (>Защdf/dt Блк)	Защита df/dt	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5504	>Блокир.ступ.df1/dt (>Защdf1/dt Блк)	Защита df/dt	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		72	1	1	Yes
5505	>Блокир.ступ.df2/dt (>Защdf2/dt Блк)	Защита df/dt	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		72	2	1	Yes
5506	>Блокир.ступ.df3/dt (>Защdf3/dt Блк)	Защита df/dt	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		72	3	1	Yes
5507	>Блокир.ступ.df4/dt (>Защdf4/dt Блк)	Защита df/dt	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		72	4	1	Yes
5511	Защ df/dt выведена (Защdf/dt Выв)	Защита df/dt	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	5	1	Yes
5512	Защ df/dt заблокир (Защdf/dt Блк)	Защита df/dt	OUT	on off	on off		*	LED			BO		72	6	1	Yes
5513	Защ df/dt активна (Защdf/dt акт)	Защита df/dt	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	7	1	Yes
5514	Защ df/dt блокир защ.от пониж. U (df/dt U< Блк)	Защита df/dt	OUT	on off	on off		*	LED			BO		72	8	1	Yes
5516	Ступ. df1/dt пуск (Защdf1/dt Пуск)	Защита df/dt	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	9	2	Yes
5517	Ступ. df2/dt пуск (Защdf2/dt Пуск)	Защита df/dt	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	10	2	Yes
5518	Ступ. df3/dt пуск (Защdf3/dt Пуск)	Защита df/dt	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	11	2	Yes
5519	Ступ. df4/dt пуск (Защdf4/dt Пуск)	Защита df/dt	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	12	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5520	Ступ. df1/dt отключ (Защdf1/dt Откл)	Защита df/dt	OUT	*	on		*	LED			BO		72	13	2	Yes
5521	Ступ. df2/dt отключ (Защdf2/dt Откл)	Защита df/dt	OUT	*	on		*	LED			BO		72	14	2	Yes
5522	Ступ. df3/dt отключ (Защdf3/dt Откл)	Защита df/dt	OUT	*	on		*	LED			BO		72	15	2	Yes
5523	Ступ. df4/dt отключ (Защdf4/dt Откл)	Защита df/dt	OUT	*	on		*	LED			BO		72	16	2	Yes
5533	>Блокир. защ.от случ.включ. (>БЛК ЗащСлучВкл)	ЗащСлучВключ	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5541	Защ.от случ.включ. Выведена (ЗащСлучВкл Выв)	ЗащСлучВключ	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	31	1	Yes
5542	Защ.от случ.включ. заблокирована (ЗащСлучВкл Блк)	ЗащСлучВключ	OUT	on off	on off		*	LED			BO		72	32	1	Yes
5543	Защ.от случ.включ. активна (ЗащСлучВкл акт)	ЗащСлучВключ	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	33	1	Yes
5546	Разрешение для токовой ступ. (ЗащСлучВкл Разр)	ЗащСлучВключ	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	34	1	Yes
5547	Защ.от случ.включ. Пуск (ЗащСлучВкл Пуск)	ЗащСлучВключ	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	35	2	Yes
5548	Защ.от случ.включ. Отключение (ЗащСлучВкл Откл)	ЗащСлучВключ	OUT	*	on		m	LED			BO		72	36	2	Yes
5553	>Блокир. защ. стат.от зам.земл с 3 гарм (>СтатЗем 3г Блк)	ЗащСтат 3 гарм	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5561	Защ. стат.от зам.земл с 3 гарм вывод (СтатЗем 3г Выв)	ЗащСтат 3 гарм	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	51	1	Yes
5562	Защ. стат.от зам.земл с 3 гарм заблок (СтатЗем 3г Блк)	ЗащСтат 3 гарм	OUT	on off	on off		*	LED			BO		72	52	1	Yes
5563	Защ. стат.от зам.земл с 3 гарм актив (СтатЗем 3г акт)	ЗащСтат 3 гарм	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	53	1	Yes
5567	Защ. стат.от зам.земл с 3 гарм Сраб (СтатЗем 3г Пуск)	ЗащСтат 3 гарм	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	54	2	Yes
5568	Защ. стат.от зам.земл с 3 гарм Откл (СтатЗем 3г Откл)	ЗащСтат 3 гарм	OUT	*	on		m	LED			BO		72	55	2	Yes
5571	>Блокир. пуск МТЗ (>БлкПускМТЗ)	МТЗ Пуск Двиг	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5572	Пуск МТЗ выведен (ПускМТЗ Выв)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	62	1	Yes
5573	Пуск МТЗ заблокирован (ПускМТЗ Блк)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	on off	on off		*	LED			BO		72	63	1	Yes
5574	Пуск МТЗ активен (ПускМТЗ акт)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	64	1	Yes
5575	Пуск МТЗ пуск фазы L1 (ПускМТЗ ПускL1)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	65	2	Yes
5576	Пуск МТЗ пуск фазы L2 (ПускМТЗ ПускL2)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	66	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5577	Пуск МТЗ пуск фазы L3 (ПускМТЗ ПускL3)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	67	2	Yes
5578	Пуск МТЗ отключение (ПускМТЗ Откл)	МТЗ Пуск Двиг	OUT	*	on		*	LED			BO		72	68	2	Yes
5581	>Блокир. скачка вектора (>БЛК ВекторСкач)	Скачок Вектора	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5582	Функц. скачка вектора выведена (ВЕК Выв)	Скачок Вектора	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	72	1	Yes
5583	Функц. скачка вектора заблокир (ВЕК Блк)	Скачок Вектора	OUT	on off	on off		*	LED			BO		72	73	1	Yes
5584	Функц. скачка вектора активна (ВЕК акт)	Скачок Вектора	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	74	1	Yes
5585	Скачок вектора не в измер. диапазоне (ВЕК Диап)	Скачок Вектора	OUT	on off	*		*	LED			BO		72	75	1	Yes
5586	Пуск при скачке вектора (ВЕК Пуск)	Скачок Вектора	OUT	*	on off		*	LED			BO		72	76	2	Yes
5587	Отключение при скачке вектора (ВЕК Откл)	Скачок Вектора	OUT	*	on		*	LED			BO		72	77	2	Yes
5603	>Блокировать дифференциальную защиту (>БЛК ДиффЗаш)	ДиффЗащита	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5615	Дифф. защита выведена (ДиффЗашВЫВЕДЕНА)	ДиффЗащита	OUT	on off	*		*	LED			BO		75	15	1	Yes
5616	Дифф. защита заблокирована (ДиффЗашБЛК)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO		75	16	1	Yes
5617	Дифф. защита введена (ДиффЗашВВЕДЕНА)	ДиффЗащита	OUT	on off	*		*	LED			BO		75	17	1	Yes
5620	ДиффЗаш: Коэфф Согл ТТ слишком больш/мал (ДиффЗаш: Ош. ТТ)	ДиффЗащита	OUT	on	*		*	LED			BO					
5631	Дифф. защита: Общее Пуск (ДиффЗашОбщПуск)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		m	LED			BO		75	31	2	Yes
5644	Дифф. защита: Блокирование от 2 гарм. L1 (ДиффБЛК 2гармL1)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	44	2	Yes
5645	Дифф. защита: Блокирование от 2 гарм. L2 (ДиффБЛК 2гармL2)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	45	2	Yes
5646	Дифф. защита: Блокирование от 2 гарм. L3 (ДиффБЛК 2гармL3)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	46	2	Yes
5647	Дифф. защита: Блокирование от n гарм. L1 (ДиффБЛКп-гармL1)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	47	2	Yes
5648	Дифф. защита: Блокирование от n гарм. L2 (ДиффБЛКп-гармL2)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	48	2	Yes
5649	Дифф. защита: Блокирование от n гарм. L3 (ДиффБЛКп-гармL3)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	49	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5651	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L1 (ДиффБЛКВнПоврL1)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	51	2	Yes
5652	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L2 (ДиффБЛКВнПоврL2)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	52	2	Yes
5653	Дифф.защита: Блокир.при внешн.повр. L3 (ДиффБЛКВнПоврL3)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	53	2	Yes
5657	Дифф.защита: перекр.блокир.по 2 гарм. (ДиффПерекрБЛК2г)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO					
5658	Дифф.защита: перекр.блокир.по n гарм. (ДиффПерекрБЛКng)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO					
5660	Дифф.защита: перекр.блок.при внешн.повр. (ДиффПерекрБЛКВш)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO					
5662	Дифф.защита: Блокир. от неиспр. ТТ L1 (БЛОК ДифТТ L1)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO		75	62	1	Yes
5663	Дифф.защита: Блокир. от неиспр. ТТ L2 (БЛОК ДифТТ L2)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO		75	63	1	Yes
5664	Дифф.защита: Блокир. от неиспр. ТТ L3 (БЛОК ДифТТ L3)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO		75	64	1	Yes
5666	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L1 (при пуске) (ДиффСдвигХар L1)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO					
5667	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L2 (при пуске) (ДиффСдвигХар L2)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO					
5668	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки L3 (при пуске) (ДиффСдвигХар L3)	ДиффЗащита	OUT	on off	on off		*	LED			BO					
5671	Дифф.защита: Отключение (ДиффЗащ ОТКЛ)	ДиффЗащита	OUT	*	*		*	LED			BO		75	71	1	Yes
5672	Дифф.защита: Отключение L1 (ДиффЗащ ОТКЛ L1)	ДиффЗащита	OUT	*	*		*	LED			BO		75	72	1	Yes
5673	Дифф.защита: Отключение L2 (ДиффЗащ ОТКЛ L2)	ДиффЗащита	OUT	*	*		*	LED			BO		75	73	1	Yes
5674	Дифф.защита: Отключение L3 (ДиффЗащ ОТКЛ L3)	ДиффЗащита	OUT	*	*		*	LED			BO		75	74	1	Yes
5681	Дифф.защита: Откл.от ст. I-Дифф> L1 мгнов (I-Дифф> L1 Мгн)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	81	2	Yes
5682	Дифф.защита: Откл.от ст. I-Дифф> L2 мгнов (I-Дифф> L2 Мгн)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	82	2	Yes
5683	Дифф.защита: Откл.от ст. I-Дифф> L3 мгнов (I-Дифф> L3 Мгн)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	83	2	Yes
5684	Дифф.защита: Откл.от ст. I-Дифф>>L1 мгнов (I-Дифф>> L1 Мгн)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	84	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
5685	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>>L2 мгнов (І-Дифф>> L2 Мгн)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	85	2	Yes
5686	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>>L3 мгнов (І-Дифф>> L3 Мгн)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	86	2	Yes
5691	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф> (І-Дифф> ОТКЛ)	ДиффЗащита	OUT	*	on		m	LED			BO		75	91	2	Yes
5692	Дифф.защита: Откл.от ст.І-Дифф>> (І-Дифф>> ОТКЛ)	ДиффЗащита	OUT	*	on		m	LED			BO		75	92	2	Yes
5701	Дифф. ток L1 при ОТКЛ (осн. гармоника) (ІДиффL1:)	ДиффЗащита	VI	*	ON OFF								75	101	4	No
5702	Дифф. ток L2 при ОТКЛ (осн. гармоника) (ІДиффL2:)	ДиффЗащита	VI	*	ON OFF								75	102	4	No
5703	Дифф. ток L3 при ОТКЛ (осн. гармоника) (ІДиффL3:)	ДиффЗащита	VI	*	ON OFF								75	103	4	No
5704	Торм. ток L1 при ОТКЛ (эффект.) (ІТормL1:)	ДиффЗащита	VI	*	ON OFF								75	104	4	No
5705	Торм. ток L2 при ОТКЛ (эффект.) (ІТормL2:)	ДиффЗащита	VI	*	ON OFF								75	105	4	No
5706	Торм. ток L3 при ОТКЛ (эффект.) (ІТормL3:)	ДиффЗащита	VI	*	ON OFF								75	106	4	No
5713	Дифф.заш:коэф.тр-ции ТТ стор1 (Диф ТТ Ст1:)	ДиффЗащита	VI		ON OFF											
5714	Дифф.заш:коэф.тр-ции ТТ стор2 (Диф ТТ Ст2:)	ДиффЗащита	VI		ON OFF											
5742	Дифф.защита: Опред. апериод. составл. L1 (ДиффАперСост L1)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	120	2	Yes
5743	Дифф.защита: Опред. апериод. составл. L2 (ДиффАперСост L2)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	121	2	Yes
5744	Дифф.защита: Опред. апериод. составл. L3 (ДиффАперСост L3)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	122	2	Yes
5745	Дифф.защита: Сдвиг хар-ки при апер.сост. (ДиффСдвигХарАп)	ДиффЗащита	OUT	*	on off		*	LED			BO		75	123	2	Yes
5803	>Блокировать Земл.заш.с огр.зоной действ (>БЛК ОгрЗЗ)	Огранич ЗЗ	SP	*	*		*	LED	BI		BO					
5811	ОгрЗЗ Выведена (ОгрЗЗ ВЫВЕДЕНА)	Огранич ЗЗ	OUT	on off	*		*	LED			BO		76	11	1	Yes
5812	ОгрЗЗ Блокирована (ОгрЗЗ БЛК)	Огранич ЗЗ	OUT	on off	on off		*	LED			BO		76	12	1	Yes
5813	ОгрЗЗ Введена (ОгрЗЗ ВВЕДЕНА)	Огранич ЗЗ	OUT	on off	*		*	LED			BO		76	13	1	Yes
5817	ОгрЗЗ: Пуск (ОгрЗЗ Пуск)	Огранич ЗЗ	OUT	*	on off		*	LED			BO		76	17	2	Yes
5821	ОгрЗЗ: Отключение (ОгрЗЗ ОТКЛ)	Огранич ЗЗ	OUT	*	on		*	LED			BO		76	21	2	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103						
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос		
5833	Огр33: Коэфф. согл. обмотки нейтрали ТТ (Огр3ТТНейтр:)	Огранич 33	VI	ON OFF														
5836	Огр33,ош.: Коэфф. согл.ТТ сл. больш/мал (Огр33: ошибкаТТ)	Огранич 33	OUT	on	*		*	LED			BO							
5837	Защ.К3 на зем с огран.зон:коэф ТТ стор1 (Огр33 ТТ Ст1)	Огранич 33	VI	ON OFF														
5838	Защ.К3 на зем с огран.зон:коэф ТТ стор2 (Огр33 ТТ Ст2)	Огранич 33	VI	ON OFF														
5840	Защ.К3 на зем огран.зон заблок.фаз.током (Огр33 I>Блк)	Огранич 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		76	40	1	Yes		
5841	Защ.К3 на зем с огран.зон:зазреш U0> (Огр33 U0> разр)	Огранич 33	OUT	on off	*		*	LED			BO		76	41	1	Yes		
5845	Защ.К3зем с огран.зон:срб I-Огр33>(тест) (I-Огр33>Пуск)	Огранич 33	OUT	*	*		*	LED			BO		76	42	1	Yes		
5846	Защ.К3 зем с огран.зон:характ.сраб(тест) (Огр33 ХарПск)	Огранич 33	OUT	*	*		*	LED			BO		76	43	1	Yes		
5847	I0-Диф Защ.К3 зем.огран.зон-ОТКЛ (I0-Диф:)	Огранич 33	VI	*	ON OFF								76	47	4	No		
5848	I0-Торм Защ.К3 зем.огран.зон-ОТКЛ (I0-Торм:)	Огранич 33	VI	*	ON OFF								76	48	4	No		
6503	>Блокировать защиту от пониж.напряжения (>БЛК U<(<))	Пониж Напряж	SP	*	*		*	LED	BI		BO							
6506	>Блокир.ступ.защиты от пониж.напряж. U< (>БЛК U<)	Пониж Напряж	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		74	6	1	Yes		
6508	>Блокир.ступ.защиты от пониж.напряж. U<< (>БЛК U<<)	Пониж Напряж	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		74	8	1	Yes		
6513	>Блокировать защиту от повыш.напряжения (>БЛК U>(>))	Повыш Напряж	SP	*	*		*	LED	BI		BO							
6516	>Блокир.ступ.защиты от повыш.напряж. U> (>БЛК U>)	Повыш Напряж	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		74	20	1	Yes		
6517	>Блокир.ступ.защиты от повыш.напряж. U>> (>БЛК U>>)	Повыш Напряж	SP	on off	*		*	LED	BI		BO		74	21	1	Yes		
6520	>Блокир.защ.от пониж.напряж с ИВВ ст.Ур< (>Ур< Блк)	ЗащПонижНапри нв	SP	*	*		*	LED	BI		BO							
6522	Защ.от пониж. напряж с ИВВ выведена (Ур< Вывед)	ЗащПонижНапри нв	OUT	on off	*		*	LED			BO		74	95	1	Yes		
6523	Защ.от пониж. напряж с ИВВ заблокир (Ур< Блк)	ЗащПонижНапри нв	OUT	on off	on off		*	LED			BO		74	96	1	Yes		
6524	Защ.от пониж. напряж с ИВВ активна (Ур< актив)	ЗащПонижНапри нв	OUT	on off	*		*	LED			BO		74	97	1	Yes		
6525	Защ.от пониж. напряж с ИВВ срабатыв (Ур< Пуск)	ЗащПонижНапри нв	OUT	*	on off		*	LED			BO		74	98	2	Yes		
6526	Защ.от пониж. напряж с ИВВ Характ сраб (Ур<-Хар Пуск)	ЗащПонижНапри нв	OUT	*	on off		*	LED			BO		74	99	2	Yes		

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103			
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных
6527	Защ.от пониж. напряж с ИВВ Отключение (Ур<-Хар Откл)	ЗащПонижНапрИВВ	OUT	*	on		*	LED			BO	74	100	2	Yes
6530	Защита от понижения напряжения выключена (ЗащПонНапр.Выкл)	Пониж Напряж	OUT	on off	*		*	LED			BO	74	30	1	Yes
6531	Защита от понижен.напряжения блокирована (ЗащПонНапр.БЛК)	Пониж Напряж	OUT	on off	on off		*	LED			BO	74	31	1	Yes
6532	Защита от понижения напряжения активна (ЗащПонНапр.АКТ)	Пониж Напряж	OUT	on off	*		*	LED			BO	74	32	1	Yes
6533	Пуск ступ.защ.от пониж. напр. U< (U< Пуск)	Пониж Напряж	OUT	*	on off		*	LED			BO	74	33	2	Yes
6537	Пуск ступ.защ.от пониж. напр.U<< (U<< Пуск)	Пониж Напряж	OUT	*	on off		*	LED			BO	74	37	2	Yes
6539	Отключение ступ.защ. от пониж. напр. U< (U< ОТКЛ)	Пониж Напряж	OUT	*	on		m	LED			BO	74	39	2	Yes
6540	Отключение ступ.защ. от пониж.напр. U<< (U<< ОТКЛ)	Пониж Напряж	OUT	*	on		m	LED			BO	74	40	2	Yes
6565	Защ.от повыш.напр.: ст. U> выключена (U> Выкл)	Повыш Напряж	OUT	on off	*		*	LED			BO	74	65	1	Yes
6566	Защ.от повыш.напр.: ст. U> блокирована (U> БЛОК)	Повыш Напряж	OUT	on off	on off		*	LED			BO	74	66	1	Yes
6567	Защ.от повыш.напр.: ст. U> активна (U> АКТ)	Повыш Напряж	OUT	on off	*		*	LED			BO	74	67	1	Yes
6568	Защ.от повыш.напр.: Пуск ст. U> (U> Пуск)	Повыш Напряж	OUT	*	on off		*	LED			BO	74	68	2	Yes
6570	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U> (U> ОТКЛ.)	Повыш Напряж	OUT	*	on		m	LED			BO	74	70	2	Yes
6571	Защ.от повыш.напр.: Пуск ст. U>> (U>> Пуск)	Повыш Напряж	OUT	*	on off		*	LED			BO	74	71	2	Yes
6573	Защ.от повыш.напр.: откл от ст. U>> (U>> ОТКЛ)	Повыш Напряж	OUT	*	on		m	LED			BO	74	73	2	Yes
6575	Повреждение в цепях ТН (Повр.цепей ТН)	Контроль	OUT	on off	*		*	LED			BO	74	74	1	Yes
6801	>Блокировать контроль пуск.режимов двиг. (>БЛК КонтПУСК)	Контр Врем Пуск	SP	*	*		*	LED	BI		BO				
6805	>Ротор заблокирован (>Ротор БЛК)	Контр Врем Пуск	SP	on off	*		*	LED	BI		BO				
6811	Защита пусковых режимов двиг.выключена (ЗащПУСК Дв Выкл)	Контр Врем Пуск	OUT	on off	*		*	LED			BO	169	51	1	Yes
6812	Защита пусковых режимов двиг.блокирована (ЗащПУСК Дв БЛК)	Контр Врем Пуск	OUT	on off	on off		*	LED			BO	169	52	1	Yes
6813	Защита пусковых режимов двиг. активна (ЗащПУСК Дв АКТ)	Контр Врем Пуск	OUT	on off	*		*	LED			BO	169	53	1	Yes

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103				
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос
6821	Отключение защитой пуск. режимов двиг. (ЗащПУСК Дв ОТК)	Контр Врем Пуск	OUT	*	on		*	LED			VO		169	54	2	Yes
6822	Ротор заблокирован (РоторБлокирован)	Контр Врем Пуск	OUT	*	on		*	LED			VO		169	55	2	Yes
6823	Пуск защиты пуск. режимов двиг. (Пуск ЗащПУСК Дв)	Контр Врем Пуск	OUT	on off	*		*	LED			VO		169	56	1	Yes
6851	>Блокировать контроль цепи отключения (>БЛК КонЦепиОТК)	КонтрЦепиОткл	SP	*	*		*	LED	BI		VO					
6852	>Контроль цепи отключения: отключ. реле (>КонЦепОтк ОткР)	КонтрЦепиОткл	SP	on off	*		*	LED	BI		VO		170	51	1	Yes
6853	>Контроль цепи отключения: б/к выключ. (>КонЦепОтк Б/К)	КонтрЦепиОткл	SP	on off	*		*	LED	BI		VO		170	52	1	Yes
6861	Контроль цепи отключения выключен (КонтЦепиОткВыкл)	КонтрЦепиОткл	OUT	on off	*		*	LED			VO		170	53	1	Yes
6862	Контроль цепи отключения заблокирован (КонтЦепиОткБЛК)	КонтрЦепиОткл	OUT	on off	on off		*	LED			VO		153	16	1	Yes
6863	Контроль цепи отключения активен (КонтЦепиОткАКТ)	КонтрЦепиОткл	OUT	on off	*		*	LED			VO		153	17	1	Yes
6864	Конт.цепи откл.блокирован. Не задан ДВх. (НеиспКонЦепиОтк)	КонтрЦепиОткл	OUT	on off	*		*	LED			VO		170	54	1	Yes
6865	Повреждение цепи отключения (Повр.: ЦепОткл)	КонтрЦепиОткл	OUT	on off	*		*	LED			VO		170	55	1	Yes
7960	Измерен.величина ИВ1> Пуск (ИзмВел 1>)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			VO					
7961	Измерен.величина ИВ2< Пуск (ИзмВел 2<)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			VO					
7962	Измерен.величина ИВ3> Пуск (ИзмВел 3>)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			VO					
7963	Измерен.величина ИВ4< Пуск (ИзмВел 4<)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			VO					
7964	Измерен.величина ИВ5> Пуск (ИзмВел 5>)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			VO					
7965	Измерен.величина ИВ6< Пуск (ИзмВел 6<)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			VO					
14101	Неисправность:RTD-блок (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD)	RTD-блок	OUT	on off	*		*	LED			VO					
14111	Неисправн:RTD-блок 1 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 1)	RTD-блок	OUT	on off	*		*	LED			VO					
14112	RTD-блок 1 пуск 1-ой темп. ступени (RTD 1 Пуск 1ст)	RTD-блок	OUT	on off	*		*	LED			VO					
14113	RTD-блок 1 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 1 Пуск 2ст)	RTD-блок	OUT	on off	*		*	LED			VO					
14121	Неисправн:RTD-блок 2 (обрыв/кз цепей) (НЕИСПР:RTD 2)	RTD-блок	OUT	on off	*		*	LED			VO					



№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос	
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 сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	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 11 пуск 2-ой темп. ступени (RTD 11 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						
25071	>Блокировать чувст.защ.от зам.на землю В (>Блок.3ЗЧувств)	Чув МТЗ 33 В	SP	*	*		*	LED	BI		BO						
25072	Ток.защ.нул.послед. В выведена (IEE-В Вывед.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	on off	*		*	LED			BO	151	182	1	Yes		
25073	Ток.защ.нул.послед. В блокирована (IEE-В Блок.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	on off	on off		*	LED			BO	151	183	1	Yes		
25074	Ток.защ.нул.послед. В введена (IEE-В Введ.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	on off	*		*	LED			BO	151	184	1	Yes		
25077	Пуск ступени IEE-В> (IEE-В> Пуск.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	*	on off		*	LED			BO	151	185	2	Yes		
25078	Пуск ступени IEE-В< (IEE-В< Пуск.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	*	on off		*	LED			BO	151	186	2	Yes		
25079	Отключение от ступени IEE-В> (IEE-В> Откл.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	*	on		*	LED			BO	151	187	2	Yes		
25080	Отключение от ступени IEE-В< (IEE-В< Откл.)	Чув МТЗ 33 В	OUT	*	on		*	LED			BO	151	188	2	Yes		
25083	Пуск для измеряемой величины MV7> (ВелИзмер7>)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			BO						
25084	Пуск для измеряемой величины MV8< (ВелИзмер8<)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			BO						
25085	Пуск для измеряемой величины MV9> (ВелИзмер9>)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			BO						

№	Описание	Функция	Тип сигнала	Буферы сообщений				Ранжирование				МЭК 60870-5-103					
				Рабочие сообщения ON/OFF	Аварийные сообщения ON/OFF	Сообщения о повреждениях на землю ON/OFF	Запись в осциллограмму	Светодиодные индикаторы (LED)	Дискретный вход	Функциональная клавиша	Реле	Подавление ошибочных пусков	Тип сигнала	Номер сигнала	Блок данных	Общий опрос	
25086	Пуск для измеряемой величины MV10< (ВелИзмер10<)	КонтрПорог	OUT	*	*		*	LED			BO						
30053	Идет запись повреждения (ЗаписьПоврежд)	Рег Авар Реж	OUT	*	*		*	LED			BO						
30607	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 1 ( $\Sigma IL1Ct1$ ;) )	Статистика	VI														
30608	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 1 ( $\Sigma IL2Ct1$ ;) )	Статистика	VI														
30609	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 1 ( $\Sigma IL3Ct1$ ;) )	Статистика	VI														
30610	Сумма первичн. токов отключ L1 Стороны 2 ( $\Sigma IL1Ct2$ ;) )	Статистика	VI														
30611	Сумма первичн. токов отключ L2 Стороны 2 ( $\Sigma IL2Ct2$ ;) )	Статистика	VI														
30612	Сумма первичн. токов отключ L3 Стороны 2 ( $\Sigma IL3Ct2$ ;) )	Статистика	VI														

## А.9 Группы аварийных сообщений

№	Наименование	Номер функции	Описание
140	ОшСуммАварСинг	181 191 264 267	Неиспр: АЦП Неиспр: Смещен RTD 1 неиспр RTD 2 неиспр
160	СуммарСигн	161 164 171 147 6575 193 177	Повр. Контр. I Неис КонтрольU Неисп.Черед.Фаз Неиспр БлПитан Повр.цепей ТН ОшибкаКалибрДан Неисп Батарея
161	Повр. Контр. I	230 231 571 572	Ош. ΣI Ст1 Ош. ΣI Ст2 Ош.симм.I Ст1 Ош.симм.I Ст2
164	Неис КонтрольU	165 167	Неиспр Σ Уф-з Неисп Симметр.U
171	Неисп.Черед.Фаз	265 266 176	НеисЧерФазI Ст1 НеисЧерФазI Ст2 Неисп Чер.Фаз U
181	Неиспр: АЦП	210 211 194 212 213 214 190 185 187 188	Ош.1А/5А Ст1 Ош.1А/5А Ст2 ТТ IE ошиб Ош.Перем. TD1 Ош.Перем. TD2 Ош.Перем. TD3 Неиспр:Плата 0 Неиспр:Плата 3 Неиспр:Плата 5 Неиспр:Плата 6

## А.10 Измеряемые величины

№	Наименование	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование		
			Тип сигнала	Номер сигнала	Совместимость	Блок данных	Позиция	CFC	Дисплей управления	Начальное состояние дисплея
-	IL< пониж.тока (IL<)	Конт Тч(ИзВел)	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
-	Число отключений= (Кол.Откл.=)	Статистика	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
-	Кол-во часов работы больше, чем (РабВр>)	КТ(Статист)	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
605	Ток прямой последовательности I1 (I1 =)	Измерения	134	147	No	9	5	CFC	CD	DD
606	Ток обратной последовательности I2 (I2 =)	Измерения	134	147	No	9	6	CFC	CD	DD
621	UL1E= (UL1E=)	Измерения	134	147	No	9	7	CFC	CD	DD
622	UL2E= (UL2E=)	Измерения	134	147	No	9	8	CFC	CD	DD
623	UL3E= (UL3E=)	Измерения	134	147	No	9	9	CFC	CD	DD
624	U L12 (UL12=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
625	U L23 (UL23=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
626	U L31 (UL31=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
627	Uен (Uен =)	Измерения	134	147	No	9	10	CFC	CD	DD
629	Напряж. прямой последовательности U1 (U1 =)	Измерения	134	147	No	9	11	CFC	CD	DD
630	Напряж. обратной последовательности U2 (U2 =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
639	Минимальное значение UE 3 гарм. (UE 3г Мин=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
640	Максимальное значение UE 3 гарм. (UE 3гМакс=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
641	Активная мощность P (P =)	Измерения	134	147	No	9	12	CFC	CD	DD
642	Реактивная мощность Q (Q =)	Измерения	134	147	No	9	13	CFC	CD	DD
644	Частота f (f=)	Измерения	134	147	No	9	15	CFC	CD	DD
645	Полная мощность S (S =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
650	UE 3 гармоника (UE 3г.=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
660	Время, оставшееся до включения (T ост=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
661	Порог для повторного включения (Ө реПуск =)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
662	Постоянный ток (I Разъед=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
669	ЗащСтат33 100%:20 Гц напряж цепь статора (U20=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
670	ЗащСтат33 100%:20 Гц ток цепь статора (I20=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
693	Сумм акт.сопр. (Робщ) ЗащРот33 (Rсумм=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
696	Сумм реакт.сопр. (Хобщ) ЗащРот33 (Xсумм=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
697	Угол (Зобщ) ЗащРот33 (φ Зобщ=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
700	Акт.сопр.поврежд (Rзем) ЗащРот33 (Rзем=)	Измерения	134	148	No	9	5	CFC	CD	DD
721	Измерение тока IL1 Сторона 1 (IL1C1=)	Измерения	134	148	No	9	1	CFC	CD	DD
722	Измерение тока IL2 Сторона 1 (IL2C1=)	Измерения	134	148	No	9	2	CFC	CD	DD
723	Измерение тока IL3 Сторона 1 (IL3C1=)	Измерения	134	148	No	9	3	CFC	CD	DD

А.10 Измеряемые величины

№	Наименование	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование		
			Тип сигнала	Номер сигнала	Совместимость	Блок данных	Позиция	CFC	Дисплей управления	Начальное состояние дисплея
724	Измерение тока IL1 Сторона 2 (IL1C2=)	Измерения	134	147	No	9	1	CFC	CD	DD
725	Измерение тока IL2 Сторона 2 (IL2C2=)	Измерения	134	147	No	9	2	CFC	CD	DD
726	Измерение тока IL3 Сторона 2 (IL3C2=)	Измерения	134	147	No	9	3	CFC	CD	DD
755	Частота генерат. прямоуг.импульс.(1-3Гц) (fген =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
757	Напряж. генерат. прямоуг.импульс.(1-3Гц) (Uген =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
758	Ток генератора прямоуг.импульсов (1-3Гц) (Iген =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
759	Заряд при изменении полярности (1-3Гц) (Qс =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
760	Первичное акт.сопр. статор-земля (Rст-з перв=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
761	Активное сопротивл. ротор-земля (1-3Гц) (R-ЗащРот=)	Измерения	134	148	No	9	6	CFC	CD	DD
762	Напряжение смещения для цепи статора (U-ЗащСтат=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
763	Ток нул.послед. в цепи статора (I-ЗащСтат=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
764	Активное сопротивление статор-земля (R-ЗащСтат=)	Измерения	134	148	No	9	7	CFC	CD	DD
765	Перевозбуждение: Коэф. (U/Un)/(f/fn) (U/f =)	Измерения	134	147	No	9	16	CFC	CD	DD
766	Перевозбуждение: Термич. хар-ка (U/f темп =)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
769	Межвитковое напряжение смещения (Ui/τ=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
801	Термическая перегрузка сигнализации иОткл (Θ/Θоткл =)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
802	Термическая перегрузка для фазы L1 (Θ/ΘотклL1=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
803	Термическая перегрузка для фазы L2 (Θ/ΘотклL2=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
804	Термическая перегрузка для фазы L3 (Θ/ΘотклL3=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
805	Термическая перегрузка ротора (Θ/ΘотклРт=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
827	Ток IEE-B чувств.защ.от зам.на землю (IEE-B=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
828	Ток 1 зам.на землю (чувст ТТ) (IEE1=)	Измерения	134	148	No	9	4	CFC	CD	DD
829	Ток 2 зам.на землю (чувст ТТ) (IEE2=)	Измерения	134	147	No	9	4	CFC	CD	DD
831	3I0 (нулевая последовательность) (3I0 =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
832	3U0 (нулевая последовательность) (3U0 =)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
857	Мин. ток прямой последовательности (I1 Мин=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
858	Макс. ток прямой последовательности (I1 Max=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
874	Мин. напряжение прямой последов-сти U1 (U1 Мин =)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
875	Макс. напряжение прямой последов-сти U1 (U1 Max =)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
876	Мин. активная мощность (PМин=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD

№	Наименование	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование		
			Тип сигнала	Номер сигнала	Совместимость	Блок данных	Позиция	CFC	Дисплей управления	Начальное состояние дисплея
877	Максим. активная мощность (PMax=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
878	Мин. реактивная мощность (QМин=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
879	Макс. реактивная мощность (QMax=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
882	Мин. частота (fмин=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
883	Макс. частота (fмакс=)	Мин/Макс Знач	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
888	Счетчик импульсов активной энергии Wa (Wa(имп))	Энергия	133	55	No	205	-	CFC	CD	DD
889	Счетчик импульсов реактивной энергии Wp (Wp(имп))	Энергия	133	56	No	205	-	CFC	CD	DD
894	Постоянное напряжение (Uпост=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
896	Напр. смещ. при зам. обм. рот. на землю (Uрот-з=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
897	Ток нул. послед. ротора, вызв. Урот-з (Iрот-з=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
901	Коэффициент мощности cos(фи)= (cosφ=)	Измерения	134	147	No	9	14	CFC	CD	DD
902	Фазовый угол (φ=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
903	Активное сопротивление (R=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
904	Реактивное сопротивление (X=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
909	Напряжение возбуждения (Uвозб=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
910	Расчитанная темп. ротора (несимм. нагр.) (ТеплМодель=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
911	Температура охлаждения (окруж. среды) (ТемпОхлОкрСр=)	Измерения Темп	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
924	Wa выдача (Wa выдача)	Энергия	133	51	No	205	-	CFC	CD	DD
925	Wp выдача (Wp выдача)	Энергия	133	52	No	205	-	CFC	CD	DD
928	Wa потребление (Wa потреб)	Энергия	133	53	No	205	-	CFC	CD	DD
929	Wp потребление (Wp потреб)	Энергия	133	54	No	205	-	CFC	CD	DD
995	Угол для цепи статора (φ ЗащСтат=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
996	Преобразователь 1 (Пр1=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
997	Преобразователь 2 (Пр2=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
998	Преобразователь 3 (Пр3=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
1068	Температура от RTD 1 (Θ RTD 1 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	1	CFC	CD	DD
1069	Температура от RTD 2 (Θ RTD 2 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	2	CFC	CD	DD
1070	Температура от RTD 3 (Θ RTD 3 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	3	CFC	CD	DD
1071	Температура от RTD 4 (Θ RTD 4 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	4	CFC	CD	DD
1072	Температура от RTD 5 (Θ RTD 5 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	5	CFC	CD	DD
1073	Температура от RTD 6 (Θ RTD 6 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	6	CFC	CD	DD
1074	Температура от RTD 7 (Θ RTD 7 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	7	CFC	CD	DD
1075	Температура от RTD 8 (Θ RTD 8 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	8	CFC	CD	DD
1076	Температура от RTD 9 (Θ RTD 9 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	9	CFC	CD	DD
1077	Температура от RTD 10 (Θ RTD10 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	10	CFC	CD	DD
1078	Температура от RTD 11 (Θ RTD11 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	11	CFC	CD	DD
1079	Температура от RTD 12 (Θ RTD12 =)	Измерения Темп	134	146	No	9	12	CFC	CD	DD
7740	Угол в фазе IL1 стороны 1 (φIL1Cт1=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7741	Угол в фазе IL2 стороны 1 (φIL2Cт1=)	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7742	ИдиффL1(I/Иномин. объекта [%])= (ИдиффL1=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD

№	Наименование	Функция	МЭК 60870-5-103					Ранжирование		
			Тип сигнала	Номер сигнала	Совместимость	Блок данных	Позиция	CFC	Дисплей управления	Начальное состояние дисплея
7743	ИдиффL2(И/Иномин. объекта [%])=(ИдиффL2=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7744	ИдиффL3(И/Иномин. объекта [%])=(ИдиффL3=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7745	ИтормL1(И/Иномин. объекта [%])=(ИтормL1=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7746	ИтормL2(И/Иномин. объекта [%])=(ИтормL2=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7747	ИтормL3(И/Иномин. объекта [%])=(ИтормL3=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7749	Угол в фазе IL3 стороны 1 ( $\varphi_{IL3Cт1=}$ )	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7750	Угол в фазе IL1 стороны 2 ( $\varphi_{IL1Cт2=}$ )	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7759	Угол в фазе IL2 стороны 2 ( $\varphi_{IL2Cт2=}$ )	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
7760	Угол в фазе IL3 стороны 2 ( $\varphi_{IL3Cт2=}$ )	Измерения	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
30654	Идифф Огр33 (И/Иномин. объекта [%]) (ИдифОгр3=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
30655	Иторм Огр33 (И/Иномин. объекта [%]) (ИторОгр3=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
30659	Огр 33: IO-1 (И/Ином.объекта[%]) (IO-1=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD
30660	Огр 33: IO-2 (И/Ином.объекта[%]) (IO-2=)	I-Дифф/I-Торм	-	-	-	-	-	CFC	CD	DD





## Список литературы

- /1/ Системное описание SIPROTEC 4; E50417-H1156-C151-A1
- /2/ Описание программного пакета SIPROTEC DIGSI, Start UP; E50417-G1176-C152-A5
- /3/ DIGSI CFC, Руководство по эксплуатации; E50417-H1156-C098-A1
- /4/ Описание программного пакета SIPROTEC SIGRA 4, Manual; E50417-H1176-C070-A4
- /5/ Буклет „Системы планирования защиты электрических машин“; E86010-K4500-A111-A1



# Словарь терминов

## Батарея (Battery)

Буферная батарея обеспечивает сохранение определенных областей данных, признаков состояния, таймеров и счетчиков.

## Контроллеры присоединений

Контроллеры присоединений - устройства, выполняющие функции контроля и управления, не включающие защитные функции.

## Битовая комбинация

Битовая комбинация (Bit pattern indication) - это функция обработки, при помощи которой данные цифровой информации о процессе, поступающие через несколько входов, могут быть одновременно считаны и далее обработаны. Длина битовой комбинации может задаваться равной 1, 2, 3 или 4 битам.

## BP\_xx

Битовая комбинация (последовательность из x бит), x определяет длину в битах (8, 16, 24 или 32 бита).

## C\_xx

Команда без обратной связи.

## CF\_xx

Команда с обратной связью.

## CFC

Постоянно обрабатываемая функциональная схема (CFC). Является графическим редактором, с помощью которого, используя готовые логические блоки, может быть создана и сконфигурирована необходимая пользователю программа.

## Блоки CFC

Блоки CFC - части программы пользователя, определяемые функциями, структурой или областью применения.

## Блокировка от дребезга контактов

Прерывистое изменение сигнала на входе (например, из-за повреждения контакта реле) приводит к отключению входа по истечении конфигурируемого времени контроля и, таким образом, не приводит к изменению сигналов. Функция предотвращает перегрузку системы при развитии повреждения.

### **Комбинированные устройства**

Комбинированными устройствами называют устройства присоединений, содержащие защитные функции и дисплей управления.

### **Матрица комбинаций**

В DIGSI V4.6 и выше до 32 совместимых устройств SIPROTEC 4 могут обмениваться данными друг с другом в различных комбинациях обмена данными между устройствами (IRC combination). Устройства, обменивающиеся информацией, и их сигналы обмена вносятся в матрицу комбинаций.

### **Ветвь обмена данными**

Термин “ветвь обмена данными” применяется для конфигураций "от 1 до n" пользователей, осуществляющих обмен данных посредством общих шин.

### **Ссылка обмена данными (CR)**

Ссылка обмена данными описывает тип и версию станции при организации связи с помощью шин PROFIBUS.

### **Компонентный вид**

В дополнение к “виду топологии”, SIMATIC Manager (Менеджер) предлагает компонентный вид. Такое представление не предполагает обзора иерархии проекта, но обеспечивает обзор всех устройств SIPROTEC 4 в пределах проекта.

### **COMTRADE**

Общий Формат для Кратковременных Обменов Данными, формат записей повреждений.

### **Резервуар**

Если объект может содержать другие объекты, он называется контейнером. Примером может являться объект Folder (Папка).

### **Дисплей управления**

Дисплеем управления называется мнемосхема, которая отображается на большом (графическом) дисплее устройства после нажатия соответствующей кнопки управления. Мнемосхема содержит распреестройство, присоединение которого может управляться, и отображает состояние коммутационных аппаратов присоединения. Она используется для выполнения операций переключения. Задание мнемосхемы является частью конфигурирования.

### **Панель данных**

Область в правой части окна проекта отображает содержимое области, выбранной в окне навигации, например, сообщения, измеряемые величины и т.д., информационных списков или выбора функций для конфигурирования устройства.

**DCF77**

В Германии в высшей степени точное время определяется организацией "Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt (PTB) (Физико-Технический Федеральный Институт)" в городе Брауншвейг. Атомные часы, установленные в PTB, передают сигналы времени через длинноволновый передатчик в городе Майнфлинген поблизости города Франкфурта-на-Майне. Распространяемый сигнал времени может приниматься в радиусе 1,500 км от Франкфурта-на-Майне.

**Контейнер устройств (Device container)**

При использовании "компонентного вида" все устройства SIPROTEC 4 присваиваются объекту типа Контейнер устройства. Этот объект является специальным объектом DIGSI Manager (Менеджера DIGSI). Однако, поскольку в менеджере DIGSI нет возможности компонентного представления информации, такие объекты становятся видны только в сочетании с STEP 7.

**Двойная команда**

Двойные команды - это выходы процесса, отображающие 4 его состояния с помощью 2-х выходов: 2 определенных (например, ON(ВКЛ)/OFF(ОТКЛ)) и 2 неопределенных (например, промежуточные положения) состояния.

**Двухпозиционный сигнал**

Двухпозиционные сигналы являются элементами информации о процессе, отображающими 4 его состояния с помощью 2-х входов: 2 определенных (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) и 2 неопределенных (например, промежуточные положения) состояния.

**DP**

Двухпозиционный сигнал

**DP\_I**

Двухпозиционный сигнал, промежуточное положение 00.

**Перетаскивание (Drag-and-drop)**

Функция копирования, перемещения и связывания, используемая в графических интерфейсах пользователя. Объекты выбираются мышью, удерживаются и перемещаются из одной области данных в другую.

**Земля**

Проводящая земля, чей электрический потенциал может считаться равным нулю в любой точке. В области заземляющих электродов земля может иметь потенциал, отличающийся от нуля. Для указанного часто используется термин "Поверхность относительного потенциала земли".

**Заземление**

Заземление - это соединение токопроводящих частей оборудования через систему заземления с землей.

### **Заземление (глагол)**

Заземление - это комплекс всех мер, средств и измерений, используемых для выполнения заземления объекта.

### **Электромагнитная совместимость**

Электромагнитная совместимость (EMC) - это способность электрических аппаратов безаварийно работать в заданных условиях, не оказывая опасного влияния на окружающие объекты.

### **EMC**

→ Электромагнитная совместимость

### **Защита от электростатического разряда (ESD protection)**

Защита ESD - это комплекс всех мер, средств и измерений, необходимых для защиты чувствительных к электростатическим разрядам устройств.

### **ExBPxx**

Внешний двоичный код, поступающий через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству → Битовая комбинация.

### **ExC**

Внешняя команда без обратной связи, поступающая через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству.

### **ExCF**

Внешняя команда с обратной связью, поступающая через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству.

### **ExDP**

Внешний двухпозиционный сигнал, поступающий через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству → Двухпозиционный сигнал.

### **ExDP\_I**

Внешний двухпозиционный сигнал, поступающий через соединение Ethernet, промежуточное положение 00, относится к конкретному устройству → Двухпозиционный сигнал.

### **ExMV**

Внешнее подсчитанное значение, поступающее через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству.

### **ExSI**

Внешний однопозиционный сигнал, поступающий через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству → Однопозиционный сигнал.

**ExSI\_F**

Внешний однопозиционный сигнал, поступающий через соединение Ethernet, относится к конкретному устройству → Переходная информация → Однопозиционный сигнал.

**Периферийные Устройства (Field devices)**

Общий термин для всех устройств, относящихся к периферийному уровню: устройства защиты, комбинированные устройства, контроллеры присоединений.

**Изолированный (Floating)**

→ Без электрического соединения → с землей.

**Ветвь обмена данными FMS (FMS communication branch)**

В пределах ветви обмена данными FMS пользователи обмениваются информацией на основе протокола PROFIBUS FMS через сеть PROFIBUS FMS.

**Папка (Folder)**

Используется для создания иерархической структуры всего проекта.

**Общий опрос (General interrogation (GI))**

При запуске системы опрашивается состояние всех входов процесса, статус и образ повреждения. Эта информация используется для обновления образа системы. Текущее состояние процесса также может быть опрошено после потери данных при помощи Общего опроса GI.

**GOOSE- сообщения**

GOOSE-сообщения (Generic Object Oriented Substation Event (Общее Объектно-Ориентированное Событие Подстанции)), в соответствии с МЭК 61850, - пакеты данных, которые циклически передаются под управлением событий через систему обмена данными Ethernet. Они служат для непосредственного обмена данными между устройствами. Этот механизм использует для обмена данными перекрестные связи между устройствами, установленными на присоединениях.

**GPS**

Глобальная (спутниковая) система определения места (Global Positioning System). Спутники с атомными часами на борту движутся вокруг Земли, проходя два оборота в день по различным орбитам на расстоянии приблиз. 20000 км. Они передают сигналы, содержащие в том числе международное время GPS. Приемник GPS определяет собственное местоположение по принимаемым сигналам. По этому положению он может рассчитать время прохождения сигнала от спутника и скорректировать полученное от него время GPS.

**Иерархический уровень (Hierarchy level)**

В пределах структуры, содержащей объекты высших и низших уровней, иерархический уровень - это уровень, содержащий одинаковые по значимости объекты.

### **Описание полей ВН (HV field description)**

Файлы описания проекта ВН (Высокого Напряжения) включают детали информации о “полях”, которые содержатся в проекте ModPara. Вся информация о каждом “поле” хранится в файле описания “поля” ВН. В файле описания проекта ВН каждое “поле” определено как файл описания “поля” с соответствующим именем.

### **Описание проекта ВН (HV project description)**

При завершении конфигурирования и параметрирования PCU и подмодулей с помощью ModPara все данные экспортируются. Они распределяются по нескольким файлам. Один из файлов содержит детали информации относительно общей структуры проекта, а также, например, детализирующую информацию относительно существующих в этом проекте “полей”. Этот файл называется файлом описания проекта ВН.

### **ID**

Внутренний двухпозиционный сигнал → Двухпозиционный сигнал.

### **ID\_S**

Внутренний двухпозиционный сигнал, промежуточное положение 00 → Двухпозиционный сигнал.

### **МЭК**

Международная Электротехническая Комиссия, организация международной стандартизации.

### **Адрес МЭК (MЭК address)**

В пределах МЭК каждому устройству SIPROTEC 4 должен быть назначен свой уникальный адрес МЭК. Максимальное количество адресов для каждой шины МЭК - 254.

### **Ветвь обмена данными МЭК (MЭК communication branch)**

В пределах ветви обмена данными МЭК пользователи обмениваются информацией на основе протокола МЭК 60-870-5-103 через шину МЭК.

### **МЭК 61850**

Всемирный стандарт обмена данными на подстанциях. Этот стандарт позволяет устройствам различных производителей взаимодействовать на шинах станции. Передача данных осуществляется через сеть Ethernet.

### **Строка инициализации (Initialization string)**

Строка инициализации включает в себя ряд специфических команд модема. Они передаются в модем в рамках процедуры инициализации модема. Команды могут, например, вызывать изменение особых параметров модема.

### **Обмен данными между устройствами (Inter relay communication( IRC))**

→ Комбинация IRC.



**Комбинация IRC**

IRC позволяет осуществлять прямой обмен информацией о процессе между устройствами SIPROTEC 4. Для конфигурирования Обмена Данными между Устройствами нужен объект типа IRC-комбинация. В этом объекте определяются все пользователи комбинаций и все необходимые параметры связи. Тип и объем информации, которой обмениваются пользователи, также хранится в этом объекте.

**IRIG-B**

Код сигнала времени Inter-Range Instrumentation Group.

**IS**

Внутренний однопозиционный сигнал → Однопозиционный сигнал.

**IS\_F**

Внутренний временный сигнал → Переходная информация → Однопозиционный сигнал.

**ISO 9001**

ISO 9000 ff - набор стандартов, определяющих меры, используемые для подтверждения качества продукта, охватывающие этапы от разработки до производства.

**Адрес связи (Link address)**

Адрес связи задает адрес устройства V3 / V2.

**Представление в виде списка (List view)**

На правой панели окна проекта отображаются названия и символы объектов, представляющих содержимое контейнеров в дереве топологии. Так как отображение информации происходит в виде списка, то эта область и называется деревом топологии.

**LV**

Предельное значение

**LVU**

Предельное значение, определяемое пользователем.

**Ведущий (Master)**

Уровень иерархического подчинения - "ведущий". Ведущий может посылать данные другим пользователям и запрашивать данные от них. Программа DIGSI работает как ведущий.

**Metered value (Посчитанное значение)**

Функция обработки, с помощью которой определяется общее количество дискретных входных событий за период (подсчет импульсов), обычно в виде интегрированного значения. В энергоснабжающих компаниях электрическая работа обычно записывается как посчитанное значение (произведенная / выданная энергии, переданная энергия).

## **MLFB**

MLFB - это аббревиатура "Maschinen Lesbare Fabrikate Bezeichnung" (Машинно- считываемое наименование изделия). Оно эквивалентно номеру заказа. Тип и версия устройства SIPROTEC 4 кодируются в номере заказа.

## **Модемное соединение (Modem connection)**

Этот тип объекта содержит информацию относительно двух "участников" связи: местного и удаленного модемов.

## **Профиль модема (Modem profile)**

Профиль модема состоит из названия профиля, драйвера модема и может также включать несколько команд инициализации и адрес пользователя. Для одного модема можно создать несколько профилей. Для этого Вам нужно связать различные команды инициализации или адреса пользователей с драйвером модема и его свойствами и сохранить их под различными именами.

## **Модемы (Modems)**

В этом типе объектов сохраняются профили модемов для модемных соединений.

## **MV**

Измеренное значение

## **MVMV**

Значение функций учета, сформированное на основании измеренного значения

## **MVT**

Измеренное значение с меткой времени

## **MVU**

Измеренное значение, определяемое пользователем.

## **Панель навигации (Navigation pane)**

На левой панели окна проекта отображаются названия и значки всех контейнеров проекта в виде дерева папок.

## **Объект (Object)**

Каждый элемент структуры проекта называется в DIGSI объектом.

## **Свойства Объекта (Object properties)**

Каждый элемент обладает определенными свойствами. Это могут быть общие свойства, одинаковые для нескольких объектов. Кроме того, объект может иметь особые, присущие только ему свойства.

**Режим Off-line**

В режиме Off-line связь с объектом SIPROTEC 4 не является необходимой. Вы работаете с данными, сохраненными в файлах.

**OI\_F**

Выходной сигнал временный → Переходная информация.

**Режим On-line**

При работе в режиме On-line существует физическая связь с устройством SIPROTEC 4. Она может быть реализована различными способами: непосредственное соединение, соединение через модем или соединение через PROFIBUS FMS.

**OUT**

Выходной сигнал.

**Набор параметров (Parameter set)**

Набор параметров - совокупность всех параметров, которые можно установить для устройства SIPROTEC 4.

**Телефонная книга (Phone book)**

В этом типе объектов сохраняются адреса пользователей для модемных соединений.

**PMV**

Величина подсчета импульсов.

**Шины процесса (Process bus)**

Устройства, снабженные интерфейсом шины процесса, позволяют осуществлять непосредственный обмен данными с модулями BH SICAM. Интерфейс шин процесса оборудован модулем Ethernet.

**PROFIBUS**

PROcess Field BUS (периферийные шины процесса) - Германский стандарт шин процесса и периферийных (групповых) шин, определенный в стандарте EN 50170, Глава 2, PROFIBUS. Этот стандарт определяет функциональные, электрические и механические свойства последовательных по битам периферийных шин.

**Адрес PROFIBUS (PROFIBUS address)**

В пределах сети PROFIBUS каждому устройству SIPROTEC 4 должен быть присвоен свой уникальный адрес PROFIBUS. Максимальное количество адресов для каждой шины МЭК - 254.

### **Проект (Project)**

По своему содержанию, проект - это отображение реальной системы электроснабжения. Графически проект представляется в виде множества объектов, интегрированных в иерархическую структуру. Физически проект представляет из себя набор "папок" и файлов, которые содержат данные проекта.

### **Устройства защиты (Protection devices)**

Все устройства, включающие функции защиты и не имеющие дисплея управления.

### **Реорганизация (Reorganizing)**

Частое добавление и удаление объектов приводит к увеличению объема занятой памяти. При реорганизации проекта эта память освобождается снова. Однако, при "очистке" происходит переназначение адресов VD. Следовательно, все устройства SIPROTEC 4 должны быть снова инициализированы.

### **Файл RIO (RIO file)**

Формат обмена данными устройств Omicron.

### **Интерфейс RSxxx**

Последовательные интерфейсы RS232, RS422 / 485

### **Интерфейс SCADA**

Расположенный на задней панели устройства последовательный интерфейс для подключения к системе управления через МЭК или PROFIBUS.

### **Сервисный порт (Service port)**

Расположенный на задней панели устройства последовательный интерфейс для подключения к DIGSI (например, через модем).

### **Уставки (Setting parameters)**

Общий термин для всех произведенных настроек устройства. Процедура параметрирования выполняется при помощи DIGSI или, в некоторых случаях, непосредственно на устройстве.

### **SI**

→ Однопозиционный сигнал.

### **SI\_F**

→ Однопозиционный сигнал временный → Переходная информация → Однопозиционный сигнал.

### **SICAM SAS**

Модульно структурированная система управления станцией, основанная на контроллере подстанции → SICAM SC и системе управления и контроля оператора SICAM WinCC.

**SICAM SC**

Контроллер подстанции. Модульно структурированная система управления станцией, основанная на системе автоматизации SIMATIC M7.

**SICAM WinCC**

Система оперативного управления и контроля SICAM WinCC графически отображает состояние Вашей сети, визуализирует аварийные сообщения, прерывания и сигналы, архивирует данные сети, предоставляет возможность вмешиваться в процесс вручную и задавать права пользования системой для отдельных работников.

**Одиночная команда (Single command)**

Одиночные команды - это выходные данные процесса, которые характеризуют 2 его состояния (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) с помощью 1 выхода.

**Однопозиционный сигнал**

Однопозиционные сигналы - это единицы информации о процессе, которые характеризуют 2 его состояния (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) с помощью 1 выхода.

**SIPROTEC**

Зарегистрированная торговая марка SIPROTEC используется для всех устройств, выполненных на базе системы V4.

**Устройство SIPROTEC 4 (SIPROTEC 4 device)**

Тип объекта, представляющий реальное устройство SIPROTEC 4 с величинами всех его уставок и рабочих данных.

**Вариант SIPROTEC 4 (SIPROTEC 4 variant)**

Этот тип объекта представляет собой вариант объекта типа "устройство SIPROTEC 4". Данные устройства в этом варианте могут значительно отличаться от данных, содержащихся в исходном объекте. Однако, все варианты, полученные из исходного объекта (объекта-источника), имеют тот же адрес VD, что и исходный объект. Поэтому все варианты объекта соответствуют тому же реальному устройству SIPROTEC 4, что и исходный объект. Вы можете использовать объект типа "вариант SIPROTEC 4", например, для документирования различных рабочих состояний при вводе значений уставок в устройство SIPROTEC 4.

**Ведомый (Slave)**

Уровень иерархического подчинения - "ведомый". Ведомое устройство может осуществлять обмен данными только с ведущим устройством после получения от ведущего соответствующего запроса. Устройства SIPROTEC 4 работают как ведомые.

**Метка времени (Time stamp)**

Метка времени - присваивание реального времени событию процесса.

**Вид топологии (Topological view)**

Менеджер DIGSI всегда отображает проект в виде топологии. При этом отображается иерархическая структура проекта со всеми доступными объектами.

### **Индикация отпаек трансформатора (Transformer Tap Indication)**

Индикация отпаек обмотки трансформатора - функция обработки дискретных входов, при помощи которой определяется по параллельным входам и далее обрабатывается положение РПН трансформатора.

### **Переходная информация**

Переходная информация - это краткие временные → однопозиционные сигналы, при которых определяется и немедленно обрабатывается только приход сигнала от процесса.

### **Дерево топологии (Tree view)**

На левой панели окна проекта отображаются названия и значки всех контейнеров проекта в виде дерева папок. Эта область и называется деревом топологии.

### **TxTap**

→ Индикация РПН трансформатора (Transformer Tap Indication)

### **Адрес пользователя (User address)**

Адрес пользователя включает в себя название станции, код страны, код города или области и уникальный телефонный номер пользователя.

### **Пользователи (Users)**

В DIGSI V4.6 и выше до 32 совместимых устройств SIPROTEC 4 могут обмениваться данными друг с другом в различных комбинациях обмена данными между устройствами (IRC combination). Участвующие в этом процессе устройства и называются пользователями.

### **VD**

VD - Виртуальное Устройство (Virtual Device) - включает все объекты обмена данными и их свойства и состояния, используемые пользователем обмена данными при работе. VD может быть физическим устройством, аппаратным модулем устройства или программным модулем.

### **Адрес VD (VD address)**

Адрес VD автоматически назначается Менеджером DIGSI. Он существует в единственном числе во всем проекте и, таким образом, служит для однозначной идентификации реального устройства SIPROTEC 4. Адрес VD, назначенный Менеджером DIGSI, должен быть передан устройству SIPROTEC 4 для возможности установления связи с Редактором Устройств DIGSI (DIGSI Device Editor).

### **VFD**

VFD - Виртуальное Периферийное Устройство (Virtual Field Device) включает все объекты обмена данными и их свойства и состояния, используемые пользователем обмена данными при работе.

### **WM**

A WD (Wertmeldung) обозначает выдачу сообщения о величине.

# Алфавитный указатель

## А

Аварийный пуск 92  
 Адаптация тактовой частоты 24  
 Адаптация аппаратного обеспечения 393  
 Аналоговые входы 22, 487  
 Аналоговые выходы 35  
 Аналоговые выходы / температурный вход 25  
 Аналоговый выход 413, 421

## Б

Батарея 304  
 Блок RTD 340  
 Блок связи 565  
 Блок сопротивления 570  
 Блоки RTD для определения температуры 552  
 Блоки памяти 304  
 Блокированное переключение 378  
 Блокировка передачи 430  
 Блокировка при качаниях мощности 165  
 Блокировка при снижении напряжения 145  
 Блокировка ступени дистанционной защиты 166  
 Буферная батарея 304  
 Быстродействующее мгновенное отключение высоких токов при КЗ в трансформаторе 111

## В

Варианты подключения 390  
 Введение 21  
 Введение 39  
 Величины дифференциальной защиты 365  
 Вибрационная и ударная нагрузка на месте установки 498  
 Вибрационная и ударная нагрузка при транспортировке 498  
 Влажность 499  
 Внешние команды отключения 337  
 Внешние цепи трансформатора тока 307  
 Время охлаждения 100, 201  
 Вспомогательные средства для ввода в эксплуатацию 559  
 Вторичная проверка 422  
 Входы измерительных преобразователей 487  
 Входы напряжения 487  
 Выбор контура 161

## Г

Генератор 39  
 Группы уставок 64

## Д

DCF77 372  
 Д-сверхминиатюрный разъем разъем RJ45 420  
 Данные энергосистемы 1 55  
 Данные энергосистемы 2 66  
 Двигатели  
 Контроль времени пуска 34  
 Действующие (среднеквадратические) значения 369  
 Дискретные входы 489  
 Дискретные входы и выходы 24  
 Дискретные выходы 489  
 Дискретные выходы выходных реле 490  
 Дистанционная защита 31, 160  
 Дифференциальная защита 30, 107  
 Дифференциальная защита генераторов и двигателей 121  
 Дифференциальная защита генераторов и двигателей 515  
 Дифференциальная защита от замыкания на землю 31  
 Дифференциальная защита от замыканий на землю 222  
 Дифференциальная защита трансформаторов 518  
 Дифференциальные токи 454  
 Длительность команды 60  
 Дополнительное торможение при насыщении трансформатора тока 111  
 Дополнительные функции 554

## Е

EMC Испытания на излучение помех (типовые испытания) 497  
 EMC испытания на помехоустойчивость (типовые испытания) 496

## З

Замена интерфейсов 395

Запись тестовых аварийных событий 482  
 Защита двигателя 77  
 Защита обратной последовательности 30  
 Защита от витковых КЗ 33  
 Защита от выпадения из синхронизма 32  
 Защита от замыканий на землю 230  
 Защита от замыканий на землю 538  
 Защита от несимметричной нагрузки (обратной последовательности) 96  
 Защита от перевозбуждения 32  
 Защита от перегрузки статора 86, 509  
 Защита от подшипниковых токов 252  
 Защита от понижения напряжения 32, 426  
 Защита от потери возбуждения 31, 143  
 Защита от реверса мощности 31, 524  
 Защита от случайного включения 35, 291  
 Защита от термической перегрузки 30, 86  
 Защита от термической перегрузки 86, 509  
 Защита по постоянному току / напряжению 486  
 Защита по постоянному току / напряжению 35  
 Защита по скорости изменения частоты 32, 206, 536  
 Защита по частоте 32  
 Защита ротора от замыканий на землю 229  
 Защита ротора от замыканий на землю 544  
 Защита ротора от замыканий на землю в состоянии останова машины 436  
 Защита ротора от замыканий на землю: контроль цепи измерения 461  
 Защита статора от замыкания на землю 33, 218, 538  
 Защита статора от замыканий на землю 230  
 Защита статора от замыканий на землю 20 Гц 33, 541  
 Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике 33, 540  
 Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике 232  
 Защищаемый объект  
   Генератор / двигатель 59  
   Трансформатор 58  
 Защищаемый объект: трансформатор 124

**И**

IRIG B 372  
 Изменение групп уставок 392  
 Изменение порядка чередования фаз 35  
 Изменение последовательности фаз 349  
 Измерения во время работы машины 358  
 Измерительный преобразователь 36, 394  
   1 61  
   2 61  
   3 61  
 Измеряемые значения температуры 367

Интегрированные средства управления 24  
 Интерфейс Modbus ASCII/RTU 28  
 Интерфейс MODBUS FO 494  
 Интерфейс обслуживания на лицевой панели устройства 27  
 Интерфейс обслуживания 27  
   проверка 419  
 Интерфейс синхронизации времени 421, 495  
 Интерфейсные модули 411  
 Интерфейсы на задней панели устройства 27  
 Интерфейсы обмена данными 491  
 Испытания изоляции 496  
 Источник питания 25, 393

**К**

Климатические испытания 499  
 Коммуникационный обмен 27  
 Конструктивное исполнение 500  
 Контакт готовности устройства 393  
 Контроль времени пуска двигателя 271  
 Контроль времени пуска двигателя 547  
 Контроль измеряемых величин 557  
 Контроль исчезновения напряжения "Fuse-Failure-Monitor" 311  
 Контроль протекания мощности в прямом направлении 31  
 Контроль порогового значения 35  
 Контроль порогового значения 325  
 Контроль программного обеспечения 306  
 Контроль тока 61  
 Контроль цепей отключения 317  
 Коррекция угловой погрешности 56  
 Коэффициент адаптации  $U_{ph}/U_{delta}$  58  
 Коэффициент обратной последовательности К 99  
*Коэффициент трансформации  $I_{ee}$*  56  
 Коэффициенты трансформации UE 58

**Л**

Логика отключений 352  
 Логика пуска защиты 351  
 Логические функции 35

**М**

Мгновенные значения 368  
 Метод измерений  
   Защита от витковых КЗ 255  
 Механические испытания 498  
 Микропроцессорная система 24



Миниатюрный выключатель трансформатора  
напряжения 428  
 Минимальные и максимальные значения  
поддерживаются 366  
 Модуль EN100  
выбор интерфейса 44  
 Мониторинг аппаратного обеспечения 304  
 Монтаж в стойку 416  
 Монтаж в шкаф 416  
 МТЗ с ИВВ 79  
 МТЗ с ИВВ 503  
 МТЗ при пуске 30  
 МТЗ при пуске двигателя 103  
 МТЗ с независимой выдержкой времени  
(ступень I>) 68  
 МТЗ с независимой выдержкой времени  
(ступень I>>) 72  
 МТЗ с независимой выдержкой времени 501  
 МЭК 60870-5-103 28  
 МЭК 61850 28

## Н

Навесной монтаж устройства на панели 418,  
564  
 Напряжение питания 488  
 Напряжения питания 304  
 Напряжение пуска для дискретных входов  
394  
 Напряжение смещения 218  
 Настройка защиты от реверса мощности 480  
 Настройка защиты полного сопротивления  
450  
 Настройка тактовой частоты 446  
 Начальный запуск 41  
 Неблокированное переключение 378  
 Номинальная частота 60  
 Номинальные значения трансформаторов тока и  
напряжения 56  
 Номинальный ток 393

## О

Обзор функций 45  
 Обнаружение замыкания на землю ротора  
(R, fn) 34  
 Обработка информации 354  
 Общее отключение 352  
 Общий пуск устройства 351  
 Ограничение 420  
 Ограничение количества пусков двигателя 276  
 Ограничение напряжения 80  
 Ограничение тока 87, 92

Ограничивающие сопротивления 395  
 Оконечная нагрузка интерфейса 412  
 Окончательная подготовка устройства 484  
 Опорные напряжения 304  
 Определение мощности двигателя 478  
 Определение направления 72  
 Определение направления тока замыкания на  
землю 220  
 Определение температуры при помощи блоков  
RTD 35, 340  
 Оптоволоконное соединение Profibus 493  
 Оптоволоконные кабели 492  
 Отображение данных повреждения 41  
 Отчет о минимальных / максимальных  
значениях 557

## П

Profibus RS485 493  
 Паразитный ток 470  
 Параметры времени 557  
 Перегрев ротора 276  
 Перезапуск 41  
 Переключение 392  
 Переменное напряжение 489  
 Плата ввода / вывода C-I/O-1 402  
 Плата ввода / вывода C-I/O-2 404  
 Плата ввода / вывода C-I/O-6 408  
 Плата процессора C-CPU-2 398  
 Подача напряжения питания 422, 427  
 Подключения устройства 422  
 Пороговая величина для перезапуска 277  
 Последовательность фаз 308  
 Последовательное устройство 568  
 Последовательные интерфейсы 25  
 Постоянная времени 91  
 Постоянное напряжение 488  
 Предельные значения 368  
 Присоединение устройства 39  
 Присоединение шин 39  
 Проверка аналоговых выходов 435  
 Проверка направления без нагрузочного  
сопротивления 468  
 Проверка направления с использованием схемы  
Хольмгринна 469  
 Проверка напряжения возбуждения 144  
 Проверка цепей постоянного тока / напряжения  
443  
 Проверка:  
 защиты от витковых КЗ 476  
 защиты от потери возбуждения 480  
 защиты от перевозбуждения 462  
 защиты ротора от замыкания на землю (при  
измерении тока) 473

защиты ротора от замыкания на землю в процессе работы машины 474  
 защиты статора от замыканий на землю по 3 гармонике 471  
 защиты статора от замыкания на землю 462  
 направленной функции МТЗ 481  
 полярности подключения 477  
 чувствительной МТЗ от замыканий на землю 481  
 Проверка: Аналоговых выходов 435  
 Проверка: Дифференциальной защиты 452  
 Проверка: Интерфейса обслуживания 419  
 Проверка: Определяемых пользователем функций 436  
 Проверка: Состояний переключения дискретных входов и выходов 432  
 Проверка: Цепей напряжения 460  
 Проверка: Чередования фаз 449  
 Протокол регистрации повреждений 557  
 Пуск по напряжению 68, 160  
 Пуск устройства 41  
 Пуско-наладочный тест на машине 444

## Р

Рабочие диапазоны функций защиты 446  
 Рабочие измеряемые величины 554  
 Разборка устройства 395  
 Размерные эскизы генератора 20 Гц 572  
 Размерные эскизы модуля ЗРР13 567  
 Размерные эскизы полосового фильтра 20 Гц 574  
 Ранжирование 420  
 Реакции устройства на ошибочные действия 313  
 Регистрация повреждений 368  
 Режим контакта дискретных выходов 394  
 Режим переключения 384  
 Режим работы 60  
 Режим тестирования 430  
 Режим управления 383

## С

Сбор измеряемых величин 305  
 Сборка устройства 414  
 Светодиодные индикаторы (LED) 426  
 Сервисный интерфейс 27  
 Сервисный (модемный) интерфейс 491  
 Сертификация 499  
 Сигналы (сообщения, оповещения) 356  
 Симметрия напряжений 308  
 Симметрия токов 307

Синхронизация времени 559  
 Система подачи напряжения питания 25  
 Системный интерфейс 28  
 Скачок вектора 32, 212, 537  
 Сообщения 355  
 Сообщения о повреждениях 41  
 Спецификации 496  
 Спецификации заказа устройства 578  
 Спонтанные сообщения 351  
 Спонтанные сообщения 356  
 Стандартная блокировка 379  
 Статистические счетчики 356, 356  
*Ступень высокого тока I>>* 75  
 Счетчик часов в работе 357  
 Счетчик количества отключений 356

## Т

Тактовая частота 305  
 Температура окружающей среды 499  
 Температура охладителя 92  
 Тест: отключения силового выключателя 443  
 Тест: Отключение / включение заданного рабочего оборудования 443  
 Тест: Системный интерфейс 430  
 Тест: Функция УРОВ 435  
 Тестирование в сети 477  
 Тестовый переключатель 426  
 Тесты отключения / включения для заданного рабочего оборудования 443, 443  
 Токовые входы 487  
 Торможение по гармонике 111

## У

Увеличение величины пуска защиты при пуске защищаемого устройства 115  
 Увеличение постоянных времени 278  
 Угол коррекции 245  
 Управление временем и датой 371  
 Управление выключателем 36  
 Управление сигналом отключения 352  
 Управляемая ступень Z1B 170  
 Управляемое напряжение 80  
 Условия работы 499  
 Утопленный монтаж на панели 414  
 Утопленный монтаж на панели и монтаж в шкаф 562  
 Учет пониженного напряжения 80  
 Учет энергии 558

**Ф**

Фильтр низких частот 145

Функции контроля 36

Функция УРОВ 34, 286

**Х**

Характеристика отключения: ANSI 506

Характеристика отключения: МЭК 503

**Ч**

Часы 559

Чередование фаз 60, 461

Чувствительная защита от замыканий на землю  
33, 227

Чувствительная защита ротора от замыканий на  
землю  
приложение прямоугольного напряжения 1-3  
Гц 34

Чувствительная МТЗ-В от замык. на землю В 33

**Ш**

Шина Profibus DP 28

**Э**

Электрические испытания 496

Элементы переключения на печатных платах  
398

